

Garantia

A garantia BRM cobre apenas os produtos com a sua marca, desde que os mesmos sejam montados pela sua unidade fabril, estejam corretamente dimensionados quanto à carga, à rotação, ao torque e a tolerâncias dimensionais, que obedeçam ao correto processo de montagem e possuam um correto plano de lubrificação

A garantia da qualidade BRM assegura que todos os produtos são produzidos e comercializados de acordo com as especificações técnicas de projetos. No entanto, devemos reafirmar que fatores, como intempéries, intervalos de relubrificação, contaminação do ambiente de trabalho, pulsos de cargas, desalinhamento do eixo etc, podem alterar significativamente a vida útil calculada pela equação.

No caso de falhas no material ou na fabricação do produto, o cliente deverá notificar imediatamente, por escrito à BRM. Após a notificação, o mais rápido possível, a equipe de engenharia BRM avaliará o problema, optando por: substituição ou reparo do produto.

A BRM não responderá por danos causados por: 1) qualquer produto ou componente que não seja da marca BRM; 2) instalação do produto em ambientes fora de especificação; 3) uso inadequado do produto; 4) acidentes; 5) desautorizadas combinações e alterações; e 6) transporte.

Custos adicionais, como transporte, montagem e outros, ocorrerão por conta do cliente. A BRM não se responsabilizará, em nenhuma hipótese, por um reembolso que ultrapasse o valor parcial ou total do produto comercializado.

Assistência Técnica

A BRM conta com uma equipe de profissionais treinada e altamente qualificada para dar assessoria técnica e comercial a seus clientes, sempre objetivando oferecer-lhes a solução tecnicamente mais adequada.

A equipe de engenharia da BRM está sempre à disposição para atender aos chamados dos seus clientes, com o compromisso de sempre buscar uma melhor solução para o consumidor, com uma ampla cobertura, tais como: análise de falha, orientação de especificação técnica, comercial etc.



1 - Montagem



1- Posicionar Mancal

Obs: Passar lubrificante no eixo afim de facilitar montagem.



2- Fixar Mancal

Obs.: Observar torque de aperto de acordo com a classe do parafuso de fixação.



3- Posicionar o anel de fixação

Obs.: Sempre posicionar o anel de fixação no sentido de rotação do eixo.



4- Puncionar anel no sentido de rotação

Obs.: Durante puncionamento não utilizar-se de força excessiva.



5- Fixar parafuso de fixação

Obs.: Observar torque de travamento conforme tabela.



2 - Armazenagem

O material de conservação e embalagem da BRM é especificado para manter as características do produto por um maior tempo possível. No entanto, deve-se ter em mente que determinadas condições de armazenagem e manuseio deverão ser cumpridas.

Na armazenagem o produto não deve ter contato com meios agressivos: exemplos, gases, névoas ácidas, alcalinas, sais etc. Devemos também evitar a exposição direta à luz solar, pois além da nocividade dos raios ultra-violeta, contribuem também para o aumento de temperatura dentro das embalagens.

Caso o prazo de armazenagem ultrapasse, recomenda-se, antes da utilização do mesmo, efetuar uma inspeção sobre seu estado de conservação e de possível corrosão.

Os produtos BRM são fornecidos de fábrica em estado conservado, com uma proteção anti-oxidante à base de óleo mineral, onde os rolamentos são embalados em sacos plásticos, devendo ser desembalados somente no momento da instalação. É importante também que as prateleiras de estocagem estejam isentas de vibrações, pois as mesmas poderão provocar deslocamento da camada protetora, deixando a peça ou parte da mesma exposta.

Ao se retirar qualquer rolamento do pacote, o mesmo deverá estar totalmente protegido por óleo ou graxa. Nos mancais, por exemplo, não se deve esquecer que uma pintura de qualidade e contínua, aumenta significativamente sua resistência aos efeitos ambientais.

2.1 - Armazenagem de Graxas para Rolamentos

As graxas para rolamentos, como mistura de óleo, espessantes e aditivos podem alterar suas propriedades físico-químicas durante o período de estocagem, logo as mesmas deverão ser utilizadas rapidamente. Armazenando de forma correta, respeitando todas as condições, por exemplo: temperatura ambiente reduzida, embalagens cheias, fechadas, exclusão de ar; as graxas lubrificantes poderão ser utilizadas por períodos superiores a 5 anos, se nenhuma alteração for observada.

Caso seja necessário estocar embalagens semi-utilizadas, a superfície da graxa deverá ser alisada, fechada hermeticamente e com o espaço vazio para cima. Temperaturas altas e espaços vazios favorecem a perda de óleo da graxa. Em caso de dúvida, se recomenda que façam uma análise físico-química da mesma.

3 - Características dos Rolamentos

Os rolamentos de esferas de fixação rápida, classificam-se de acordo com seu sistema de fixação nos eixos, sendo eles: fixação por parafuso, por colar excêntrico e por bucha de fixação.





Os mancais são fabricados em três tipos de material: Ferro Fundido Nodular, Ferro Fundido Cinzento e Estampados em chapas de aço.

Os rolamentos autocompensadores têm a capa externa esférica, que proporciona um efeito auto-alinhante com o mancal, assim formam um conjunto robusto de montagem rápida e simples, com excelente sistema de vedação que varia de acordo com a aplicação.

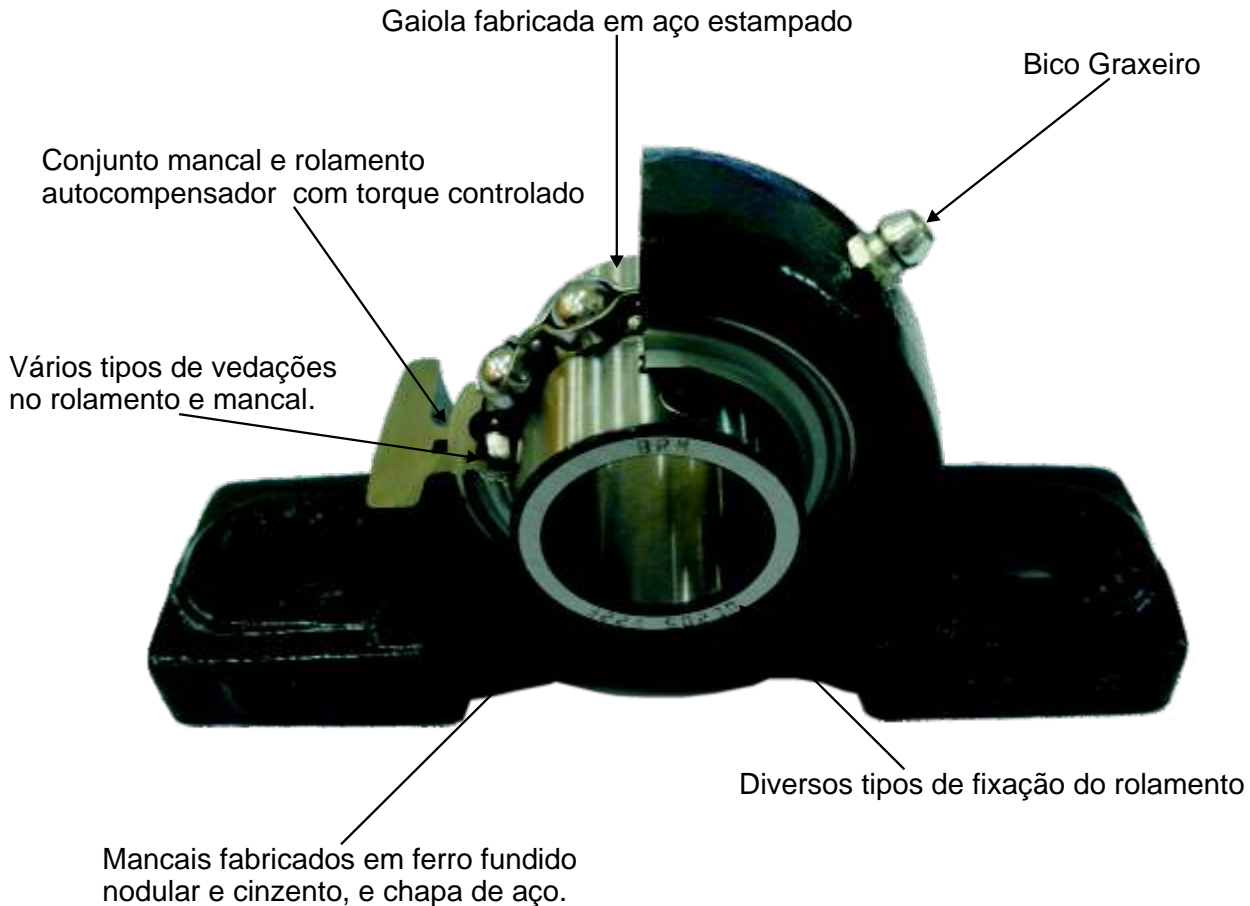
Todos os rolamentos de esferas da BRM tem um sistema de vedação fixado na capa externa com diferentes desenhos e tipos de contatos, recomendável para a maioria das aplicações e condições ambientais, assegurando a vida útil estendida do rolamento.

As vedações podem ser de acordo com a Tabela 01

Tabela 01

<p>Contato Único</p> 	<p>Fabricada em aço e vulcanizada com borracha sintética, fixada no anel externo do rolamento proporciona baixo atrito e boa vedação contra contaminantes.</p>
<p>Com Defletor Metálico</p> 	<p>Fabricada em aço e vulcanizada com borracha sintética, fixada no anel externo do rolamento, anel metálico prensado sobre o diâmetro interno proporciona um excelente sistema de vedação com labirinto, baixo atrito, boa vedação contra contaminantes e impactos mecânicos.</p>
<p>Vedação F</p> 	<p>Fabricada em borracha sintética prensada entre chapas de aço, fixada no anel externo do rolamento, com perfil para aumentar a capacidade de graxa dentro do rolamento proporciona baixo atrito, boa vedação e estabilidade mecânica.</p>
<p>Vedação R3</p> 	<p>Fabricada em borracha sintética prensada entre chapas de aço, fixada no anel externo do rolamento, vedação robusta com perfil de contato triplo exercendo carga no sentido radial. Excelente sistema de vedação contra umidade, líquidos e outros agentes contaminantes.</p>

4 - Estrutura do Conjunto



- Mancal em Ferro Fundido Nodular ou Cinzento. Projeto robusto para conferir confiabilidade na aplicação, diversos tipos e modelos de mancal padronizados, além de desenvolvimentos de acordo com as especificações do cliente.

- Anel interno do rolamento mais largo, aliado ao parafuso oferece uma maior eficiência no apoio e fixação.

- Fixação do rolamento - Por parafuso - Sendo dois parafusos de fixação a 120° no anel interno proporcionam agilidade e segurança na montagem. Por colar - Sendo um colar excêntrico com parafuso de segurança proporcionam excelente aperto com resistência a cargas axiais e fácil montagem e desmontagem.

- Diversas possibilidades de fixação do rolamento sendo:

SA e UG - por colar excêntrico

SB e UC - por parafuso

UK - por bucha adaptadora

Furo sextavado, quadrado e por interferência ORAE

- Vedação de borracha nitrílica vulcanizada em de aço estampado - Montadas nas duas faces do rolamento proporcionam uma vedação eficiente e ótima durabilidade.

5 - Rolamentos

Os rolamentos de esferas recebem vedações em suas duas faces laterais. As esferas são confeccionadas em aço cromo e tratadas térmicamente com uma estrutura igual a do rolamento rígido de esferas.

5.1 - Materiais

Os rolamentos e suas esferas são fabricados em aço cromo rolamento 52100, cuja estrutura química se encontra descrita na tabela 02 abaixo:

Tabela 02

(%)

C	Cr	Si	Mn	S	P
0.95-1.05	1.30-1.65	0.15-0.35	0.20-0.40	≤ 0.020	≤ 0.027

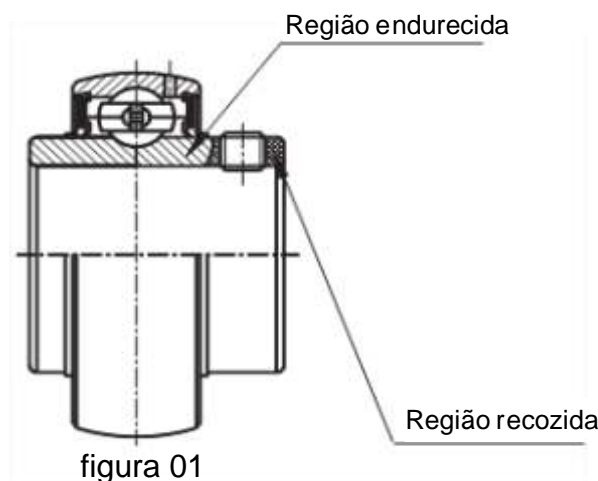
A dureza Hockwell dos anéis variam de 59 - 63 HRC e a dureza das esferas variam de 62 - 66 HRC, assegurando resistência ao desgaste e à fadiga de contato.

Nas regiões dos parafusos de fixação, a dureza no anel interno permanecerá inferior a 50 HRC mesmo após o tratamento térmico, para evitar trincas na fixação. (séries SA, SB, UC, UG, SER).

O anel interno dos rolamentos de fixação por parafusos recebem um tratamento térmico especial de aquecimento por indução, assim a região de contato com as esferas é endurecida, logo as extremidades do anel interno são recozidos conforme figura 01.

Para fixação dos rolamentos, os mesmos contam com dois parafusos sextavados no anel interno a 90° um do outro, alojados nas regiões recozidas, isso proporciona ao conjunto uma perfeita fixação sem o risco de ocorrência de trincas.

Este tratamento térmico garante um desempenho mais eficiente e confere segurança no aperto dos parafusos.



5.2 - Tolerância de Rolamentos

5.2.1 - Tolerância dos Anéis Externos

As tolerâncias dos anéis externos seguem os padrões da tabela 03 abaixo, as tolerâncias são as mesmas para os anéis com canal de lubrificação.

Tabela 03

D (mm)		Dmp		Kea
acima de	até incl.	sup	inf	max
30	50	0	-11	20
50	80	0	-13	25
80	120	0	-15	35
120	150	0	-18	40
150	180	0	-25	45
180	250	0	-30	50
250	315	0	-35	60

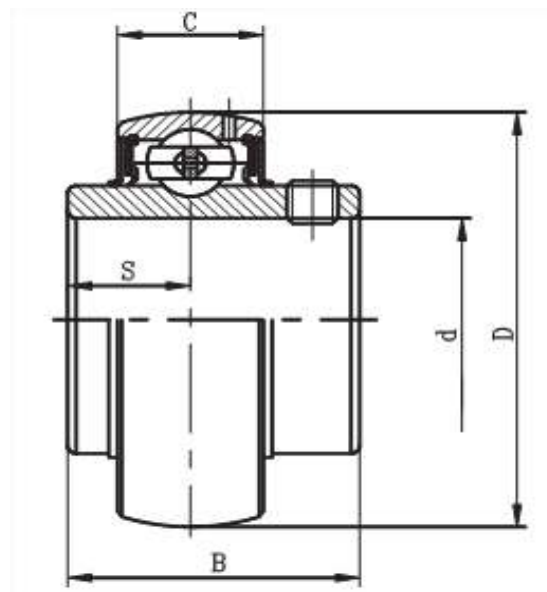
Medidas em μm

Notas:

Dmp = Diâmetro médio externo do anel externo

Kea = Desvio máximo na espessura

D = Diâmetro externo nominal



5.2.2 - Tolerância dos Anéis Internos

As tolerâncias dos anéis internos são diferentes dos rolamentos fixos de esferas (linha 6000). Seu dimensional se encontra demonstrado nas tabela 04 e tabela 05

1) Tolerância para os rolamentos com anel interno de furo cilíndrico

Tabela 04

d (mm)		dmp		Kia	Bs	
acima de	até incl.	sup	inf	max	sup	inf
10	18	15	0	12	0	-120
18	30	18	0	15	0	-120
30	50	21	0	18	0	-120
50	80	24	0	22	0	-150
80	120	28	0	28	0	-200
120	180	33	0	35	0	-250

Medidas em μm

Notas:

d = Diâmetro nominal

dmp = Diâmetro médio do anel interno

Kia = Desvio máximo na espessura

BS = Desvio máximo na largura

2) Tolerância para os rolamentos com anel interno com furo cônico.

Tabela 05

d (mm)		dmp		D1mp - Dmp	
acima de	até incl.	sup	inf	sup	inf
18	30	33	0	21	0
30	50	39	0	25	0
50	80	46	0	30	0
80	120	54	0	35	0

Medidas em μm

Notas:

d = Diâmetro nominal

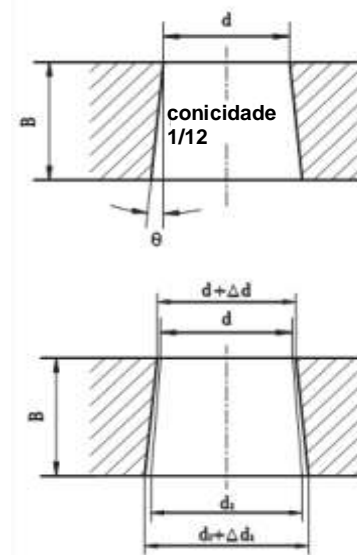
d1 = O maior diâmetro teórico do furo cônico d1 é obtido através da seguinte fórmula: **$d1 = d + 0,083333 B$**

B = Largura nominal do anel interno.

? = Ângulo de entrada nominal = $2^\circ 23' 9.4'' = 2.38594$

dmp = Afastamento de do diâmetro médio de um furo em relação ao nominal.

d1mp = Diâmetro médio do maior diâmetro teórico de um furo cônico.

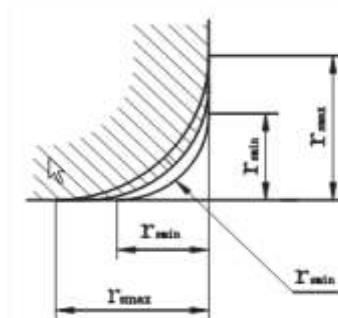


5.2.3 - Dimensões do chanfro para o Anel Interno

Tabela 06

Dimensões nominais do Chanfro (r min.)	Direção Radial	Direção Axial	Raio do chanfro do eixo
	máx	máx	r_a max
1	1,5	3	1
1,5	2,3	4	1,5
2	3	4,5	2
2,5	3,8	6	2
3	5	8	2,5

Medidas em mm

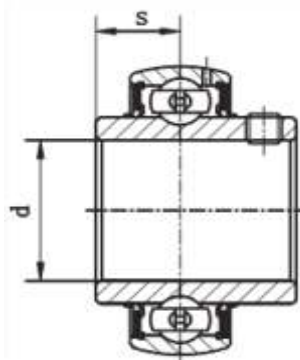


5.2.4 - Tolerância para a distância "S" entre linha de centro e face externa do rolamento.

Podemos observar a tolerância para a distância entre a face do anel interno do rolamento até a linha de centro do rolamento, ver tabela 07.

Tabela 07

Diâmetro nominal d (mm)		Desvio S
acima de	ate incl.	
--	50	± 200
50	80	± 250
80	120	± 300



5.3 - Folgas internas

A folga interna radial para os rolamentos de fixação rápida de furo cilíndrico se encontra expressa na tabela 08, (o grupo básico equivale à ISO9628:1992). Enquanto que para os rolamentos de fixação rápida de furo cônico se encontra expresso na tabela 09.

Tabela 08 - Tabela de folga radial interna para rolamentos de furo cilíndrico (μm)

Diâmetro nominal do furo mm		Folga interna (rolamentos de fixação de colar e parafuso)					
		Folga C2		Folga normal		Folga C3	
>		mim.	max.	mim.	max.	mim.	max.
10	18	3	18	10	25	18	33
18	24	5	20	12	28	20	36
24	30	5	20	12	28	23	41
30	40	6	20	13	33	28	46
40	50	6	23	14	36	30	51
50	65	8	28	18	43	38	61
65	80	10	30	20	51	46	71
80	100	12	36	24	58	53	84
100	120	15	41	28	66	61	97
120	140	18	48	33	81	71	114

Tabela 09 - Tabela de folga radial interna para rolamentos de furo cônico (μm)

Diâmetro nominal do furo mm		Folga interna para rolamentos de furo cônico					
		Folga C2		Folga normal		Folga C3	
>		mim.	max.	mim.	max.	mim.	max.
10	18	10	25	18	33	25	45
18	24	12	28	20	36	28	48
24	30	12	28	23	41	30	53
30	40	13	33	28	46	40	64
40	50	14	36	30	51	45	73
50	65	18	43	38	61	55	90
65	80	20	51	46	71	65	105
80	100	24	58	53	84	75	120
100	120	28	66	61	97	90	140
120	140	33	81	71	114	105	160

Notas - Quando a folga interna de um rolamento é medida, atenção pois ocorre uma deformação sob a carga. Portanto, para obter a medida correta, adicione o fator de correção correspondente para correção radial do afastamento acima descrito.

Tabela 10

Diâmetro do furo (mm)		Medição da carga (N)	Correção da folga interna radial em um		
>			C2	Normal	C3
10	18	25	4	4	5
18	30	50	5	5	6
30	50	50	4	4	5
50	80	100	6	7	7
80	100	150	8	8	9

6 - Mancais

6.1 - Mancais de Ferro Fundido Cinzento

O material base para a fabricação dos mancais em ferro fundido cinzento é HT200 (ferro fundido cinzento), suas propriedades mecânicas se encontram expressas na Tabela 11.

Tabela 11

No.	Espessura principal do fundido (mm)	limite de resistência a tração (N/mm ²)	Dureza (HB)
HT200	>2,5 - 10	220	157-236
	>10-20	195	150-225
	>20-30	170	139-209
	>30-50	160	129-192

6.2 - Tolerância para mancais

6.2.1 - Ajustes de Encaixe Rolamento-mancal.

Em condições normais, os ajustes rolamento mancal podem ser observados na tabela 12 abaixo:

Tabela 12

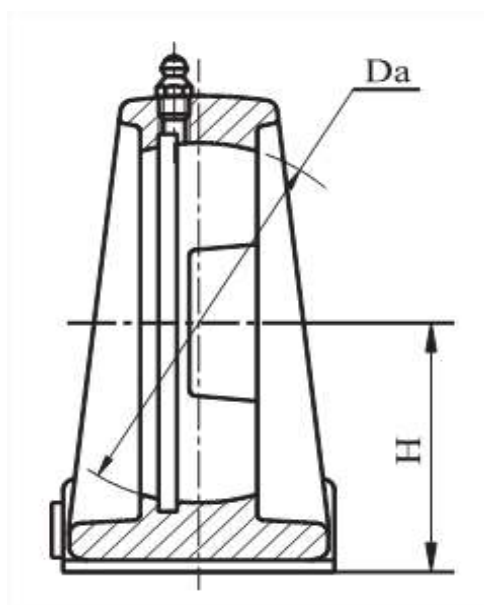
Mancais No	201-209	210-220
	305-309	310-328
	X05-X09	X10-X20
Ajustes de encaixe	Ajuste	medida de interferência

Para outra necessidades de ajustes, os clientes deverão informar previamente.

6.2.2 - Tolerância para Mancais Pillow Block quanto a altura de centro

Tabela 13 (mm)

Mancais modelos -	Desvios H
203 - 210 305 - 310	± 0,15
211 - 218 311 - 319	± 0,20
320 - 328	± 0,30





7 - Seleção de Rolamentos

O tamanho do rolamento a ser utilizado em uma determinada aplicação é selecionado a princípio com base em sua capacidade de carga em relação às cargas a serem aplicadas e as necessidades de vida útil e confiabilidade.

As cargas aplicadas aos rolamentos subdividem-se em dois tipos, carga estática e carga dinâmica, classificam-se de acordo com as velocidades de rotação, sendo, para uma rotação 10 rpm/min é classificado como carga estática, porém rotações maiores que 10rpm/min são classificadas como carga dinâmica.

A capacidade de carga dinâmica definida pela letra "C", é utilizada para cálculos envolvendo rolamentos carregados dinamicamente, ou seja, para se selecionar um rolamento submetido a carga e rotação. Ela expressa a carga que permitirá ao rolamento uma vida útil mínima de 1.000.000 de revoluções, conforme norma ISO.

A capacidade de carga estática é definida pela letra "Co", utilizado para cálculos onde, conforme vimos acima, rotações muito baixas, para rolamentos que são submetidos a movimentos muito pequenos, de oscilação, ou até mesmo ficam estacionados sob cargas durante certos períodos de tempo. Importante salientar que cargas estacionadas sobre rolamentos causam deformações, pequenas, de aproximadamente 0,0001mm nos diâmetros dos corpos rolantes.

Ensaio em laboratório e a experiência tem mostrado que rolamentos aparentemente idênticos, funcionando em condições idênticas apresentam vidas diferentes. As informações contidas são baseados em aprovação de 90% dos rolamentos e em acordo com as normas ISO e a vida média é aproximadamente 5 vezes a vida nominal. Ainda existem outros fatores que devem ser levados em conta para definição clara da vida útil dos rolamentos.

7.1 - Vida Útil

A vida útil de um rolamento é definida pelo número de revoluções ou horas de trabalho, antes que o mesmo apresente sinais de fadiga, com uma capacidade mínima de 1.000.000 revoluções.

Confiabilidade

A confiabilidade de um grupo de rolamento pode ser calculada de duas formas, submetidos nas mesmas condições de trabalho e esforço. É calculada percentualmente aos rolamentos que superam as expectativas de vida útil atingível. Esta está atrelada a capacidade de um mesmo superar sua vida útil calculada.

Vida útil básica

Conforme definição na norma ISO os rolamentos sob as cargas dinâmicas ou estáticas devem atingir um mínimo de 10^6 revoluções.

Para rolamentos que apresentam velocidades diferentes, ver mais adiante como proceder para cálculo.

7.2 - Seleção de rolamentos de acordo com as capacidade básica de carga dinâmica

7.2.1 - Avaliação Básica de Vida

A classificação de fadiga dos rolamentos de esferas é calculada pela seguinte fórmula:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^3$$

ou

$$\frac{C}{P} = L_{10}^{1/3}$$

Onde:

L10 = Capacidade básica de vida útil (10⁶)

C = Capacidade básica de carga dinâmica (N)

P = Carga dinâmica equivalente (N)

A capacidade de carga dinâmica C é uma constante hipotética fixada através de estudos para que o rolamento atue com uma vida útil de um milhão de rotações.

A capacidade de carga equivalente P é a carga constante em magnitude e direção e atua radialmente no rolamento.

Para um rolamento que trabalha em uma velocidade constante de rotação, podemos expressar sua expectativa de vida útil em horas:

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 n} \left(\frac{C}{P} \right)^3$$

ou

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 n} L_{10} = \frac{16666}{n} \left(\frac{C}{P} \right)^3$$

Onde:

L_{10h} = Vida nominal, horas de trabalho (h)

n = Velocidade, r/min

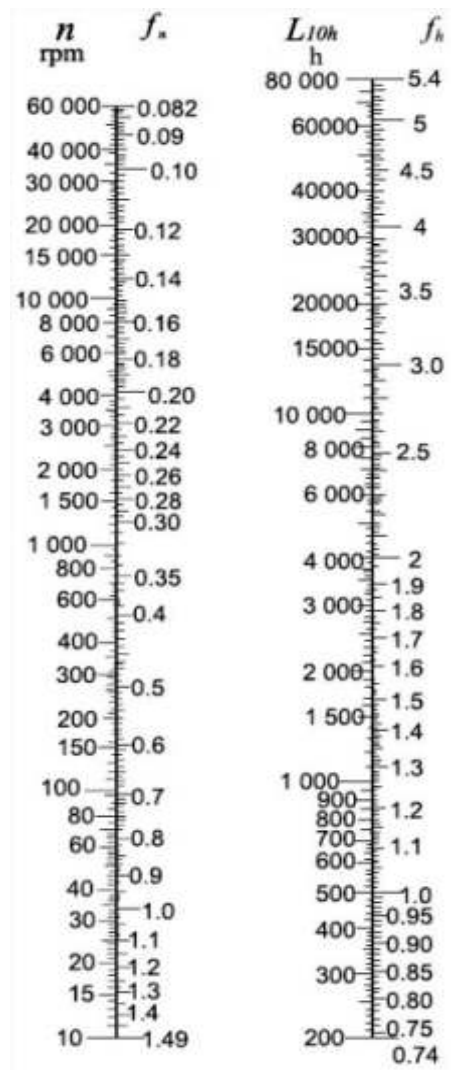
Para facilitar o cálculo, tomamos como base de avaliação 500 horas de vida, o fator velocidade fn e o fator de vida fh são introduzidos:

$$fn = \left(\frac{33 \frac{1}{3}}{n} \right)^{1/3}$$

$$fh = \left(\frac{L_{10} h}{500} \right)^{1/3}$$

Desta forma, podemos simplificar a fórmula para:

$$C = \frac{fh}{fn} P$$



Os valores para fn e fh podem ser encontrados na figura acima para estimativa de velocidade n tendo em vista a vida útil de L_{10h} .

Em seguida, com carga radial (ou a carga dinâmica equivalente do rolamento), a carga básica dinâmica pode ser determinada. Desta forma, o tamanho do rolamento pode ser determinado de acordo com o valor de classificação de carga dinâmica básica nos rolamentos.

Caso o rolamento opere sobre rotações indeterminadas, ou várias rotações, utilizamos para os fins de cálculo a seguinte fórmula:

$$P_m = \sqrt[3]{\frac{1}{N} \int_0^N P^3 dN}$$

Onde: P_m = Carga dinâmica média (N).
 P = Carga dinâmica equivalente (N)
 N = Número total de revoluções dentro de um ciclo de mudança de carga (N).

7.2.2 - Prolongando a Vida útil do rolamento

Ao selecionar um rolamento, devemos pressupor uma vida de serviço adequado de acordo com o tipo de máquina, as condições de funcionamento e os requisitos de confiabilidade. De um modo geral a vida útil de um rolamento pode ser prolongada mantendo-se um período de manutenção coerente.

7.2.3 - Cálculo da carga dinâmica equivalente

Equação geral para cálculo de carga dinâmica:

$$P = X F_r + Y F_a$$

Onde:

P: Carga dinâmica equivalente

Fr: Carga de trabalho radial

Fa: Carga de trabalho axial

X: Fator Radial

Y: Fator axial

Os Valores de X e Y são determinados através da relação entre a força aplicada F_a e o limite de carga estática C_o .

A carga axial que o rolamento pode suportar é determinada pelo método de montagem no eixo. Os rolamentos fixados por parafuso ou colar excêntrico seguem tabelas de torque e aperto de acordo com seu diâmetro de aplicação, a força axial que os mesmos suportam segue um padrão de 20% da carga radial suportada.

Para rolamentos de fixação por bucha, é preciso primeiramente verificar se a fixação se encontra correta e utilizar no máximo 15% do valor da carga radial.

Os valores de carga radial e axial, X e Y para aplicação podem ser obtidos na tabela seguinte:

Tabela 14

$\frac{F_a}{C_o}$	$\frac{F_a}{F_r} > e$ $p = F_r$		Folga para grupo 2			Folga para grupo normal			Folga para grupo 3		
			$\frac{F_a}{F_r} > e$		e	$\frac{F_a}{F_r} > e$		e	$\frac{F_a}{F_r} > e$		e
	X	Y	X	Y		X	Y		X	Y	
0.025	1	0	0.56	2.0	0.22	0.46	1.75	0.31	0.44	1.42	0.4
0.04	1	0	0.56	1.8	0.24	0.46	1.62	0.33	0.44	1.36	0.42
0.07	1	0	0.56	1.6	0.27	0.46	1.46	0.36	0.44	1.27	0.44
0.13	1	0	0.56	1.4	0.31	0.46	1.30	0.41	0.44	1.16	0.48
0.25	1	0	0.56	1.2	0.37	0.46	1.14	0.46	0.44	1.05	0.53
0.5	1	0	0.56	1	0.44	0.46	1	0.54	0.44	1	0.56

Quando uma carga de torção é aplicada nos rolamentos, a carga dinâmica equivalente é calculada através da fórmula:

$$P_m = f_m \times P$$

Onde:

P_m = Carga dinâmica equivalente (quando considerada torção).

f_m = Para um fator de carga de torção, utilizamos a seguinte instrução:

Quando a carga de torção é pequena: $f_m = 1,5$

Quando a carga de torção é grande: $f_m = 2$

Quando forças de impacto são aplicadas nos rolamentos, a carga dinâmica equivalente pode ser calculada através da seguinte equação:

$$P_d = f_d \cdot P$$

Onde: P_d = Carga dinâmica equivalente quando forças de impacto são aplicadas

f_d = Fator de carga de impacto, o que é definido através das instruções:

Quando não há impacto ou impactos muito baixos:

$$f_d = 1 \sim 1,2$$

Quando impactos consideráveis são aplicados:

$$f_d = 1,2 \sim 1,8$$

7.3 - Exemplo de seleção de rolamento:

Um rolamento necessita ser dimensionado para trabalhar com uma rotação de 1000 rpm (r/min) e suportar uma carga radial de $F_r = 3000$ N.

Sabendo que o mesmo necessita de um mínimo de 20.000 h de trabalho, selecione o rolamento de acordo com sua capacidade.

$$f_n = 0,32 \text{ ver tabela anterior}$$

tomando como base a necessidade de operação de 20.000h, podemos encontrar o seguinte:

$$f_n = 3,42 \text{ (ver tabela anterior 3,4)}$$

Sobre apenas uma carga radial temos:

$$P = F_r$$

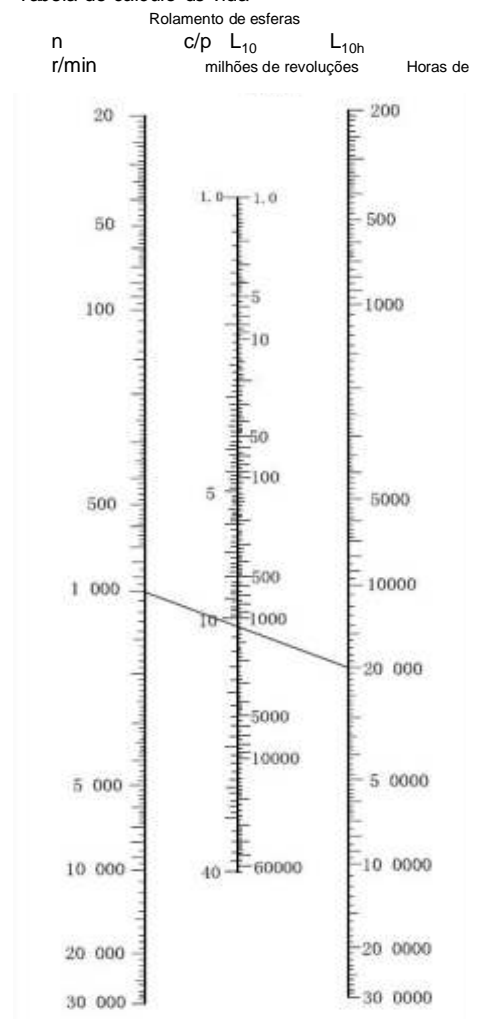
Portanto:

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

$$= \frac{3,42}{0,322} \times 3000 = 31863(\text{N})$$

Um modo simplificado de seleção seria utilizar a figura ao lado

Tabela de cálculo de vida





Para integrarmos a rotação (1.000 rpm) e os pré-requisitos básicos de operação (vida do rolamento) $L_{10h} = 20.000h$.

Ligando os dois valores com uma reta, chegamos a um valor de ~ 10.6 . Como nos foi fornecido que $P = F_r = 3.000 N$, assim, a necessidade básica de carga dinâmica é:

$$\frac{C}{P} = 10.6$$
$$C = 10.6P$$
$$= 10.6 \times 3000 = 31800 \text{ (N)}$$

Desta forma, podemos selecionar o modelo do rolamento através das tabelas de catálogo.

7.4 - Equação para ajuste de vida do rolamento:

A forma de cálculo utilizada para encontrarmos a vida útil básica do rolamento de L_{10} , pode ser utilizada para cálculo de rolamentos padrões (com confiabilidade de 90%). Devido a uma maior exigência na qualidade, os rolamentos são fabricados segundo as normas GB/T6391-1995 (ISO 281:1990).

Sugerimos uma equação melhor ajustada à vida útil, segue exemplo.

$$L_{na} = a_1 \times a_2 \times a_3 \times L_{10}$$

Para rolamento fixo de esferas.

$$L_{na} = a_1 \times a_2 \times a_3 (C/P)^3$$

Onde:

L_{na} = Para condições de materiais e lubrificação específicos, onde a vida do rolamento será (100 - n) % de probabilidades de falha.

a_1 = Fator de confiabilidade para o rolamento (ver tabela 15)

a_2 = Fator de ajuste que leva em conta o material do rolamento (ver tabela 16)

a_3 = Fator de ajuste para vida útil levando em conta as condições de operação (ver tabela 17).

Tabela 15 - Fatores de Ajuste para Vida útil - Confiabilidade

Confiabilidade %	90	95	96	97	98	99
L_n	L_{10}	L_5	L_4	L_3	L_2	L_1
a_1	1	0,62	0,53	0,44	0,33	0,21

Tabela 16 - Fatores de Ajuste para Vida útil - Materiais

Aço cromo rolamento Normal	$a_2 = 1$
Aço especial fundido à vácuo ($a_3 < 1$)	$a_2 > 1$
Aço temperado	$a_2 < 1$

Tabela 17 - Fatores de Ajuste para Vida útil - Condições de trabalho

Quando operando em condições normais, corretamente montados, devidamente lubrificados e na ausência de condições agressivas	$a_3 = 1$
Quando operando sob temperaturas elevadas, o rolamento lubrificado à graxa com viscosidade menor que 13mm ² /s. O mesmo trabalha sobre baixa velocidade: $D_{pw} \times n < 10000$ (mmxr/min) D_{pw} = diâmetro médio do rolamento	$a_3 < 1$

8 - Lubrificação e Temperatura de Operação

8.1 - Lubrificantes

As graxas utilizadas nos rolamentos são fabricadas a base de lítio e óleo mineral segundo a norma GB7324 "Graxas lubrificantes a base de Lítio"

São aplicadas como lubrificantes e também servem como vedação nos rolamentos de esferas.

Suas propriedades físico químicas se encontram expressas na tabela 18 abaixo.

Tabela 18

Densidade (1 / 10mm)	Fora de Operação	2665 ~ 295
Ponto de Gota (°C)		>175
Impurezas Mecânicas	10-25 µm	Incluso 5000
	25-75 µm	Incluso 3000
	75-125 µm	Incluso 500
	acima 125 µm	0

8.2 - Temperatura de Operação

Os rolamentos normalmente trabalham a uma temperatura abaixo de 120°C

A redução da vida útil da graxa deve ser levada em conta sempre que o rolamento trabalhar a uma temperatura constante superior a 70 °C.

O limite inferior da temperatura de trabalho não deve ser inferior à -20 °C.

Obs.: Para casos onde sejam necessárias temperaturas de operação maiores ou menores que as especificadas em catálogo, o corpo técnico BRM deverá ser consultado.

8.3 - Período de Relubrificação

Sob condições normais de operação, a graxa deve se encontrar em conformidade com a vida útil dos rolamentos.

A relubrificação deverá se encontrar em conformidade com o modelo do rolamento e sua periodicidade garantirá uma vida útil prolongada.

A periodicidade de relubrificação esta ligada diretamente com a velocidade de trabalho, temperatura de trabalho e condições de operação. A tabela 19 abaixo demonstra a periodicidade de relubrificação.

Tabela 19

Valores de dn	Limpeza	Temperatura		Intervalo de Relubrificação
		°C	°F	
40,000 e abaixo	ambiente limpo	de -15 ~ 65 acima 65 ~100	de +5 ~150 acima de 150 ~210	6 para 12 meses 2 para 6 meses
Acima de 40,000 ~ e abaixo de 70,000	ambiente limpo	de -15 ~ 65 acima 65 ~100	de +5 ~150 acima de 150 ~210	2 para 6 meses 1 mês
Qualquer valor de dn	sujo	acima de 65 abaixo de 65	acima de 150 abaixo de 150	1 semana para 1 mes 1 mês
Qualquer valor de dn	muito sujo	qualquer temp.	qualquer temp.	1 dia por semana
Qualquer valor de dn	exposto à água	qualquer temp.	qualquer temp.	todos os dias

9 - Limite de Rotação

O limite de rotação dos rolamentos de esferas são determinados principalmente através do ajuste entre o furo do rolamento e o diâmetro do eixo. Sob condições normais, os ajustes para rolamentos de fixação por parafuso ou colar excêntrico é o h7.

Ajustes h8 ou h9 são aplicados para baixa carga e baixa rotação. Enquanto que ajustes mais precisos são aplicáveis a cargas mais pesadas e altas rotações, nós utilizamos de ajustes j7. O eixo aplicado para mancais é h9, com classe de tolerância IT 5.

As instruções de velocidade para a série de rolamentos ORAE são iguais as aplicadas nos rolamentos rígidos de esferas e se encontram expressas na tabela 20. Assim como os limites de rotação para os rolamentos de esferas para diferentes tamanhos.

Tabela 20

d (mm)	Série 200				Série 300				ORAE
	Tolerância do eixo (valores em RPM)				Tolerância do eixo (valores em RPM)				
	j7 (h9/iT5)	h7	h8	h9	j7 (h9/iT5)	h7	h8	h9	
12	6700	5300	3800	1400	-	-	-	-	-
15	6700	5300	3800	1400	-	-	-	-	11000
17	6700	5300	3800	1400	-	-	-	-	10000
20	6000	4800	3400	1200	-	-	-	-	9000
25	5600	4000	3000	1000	5000	3600	2600	900	8000
30	4500	3400	2400	850	4300	3000	2200	800	6700
35	4000	3000	2000	750	3800	2800	2000	700	6000
40	3600	2600	1900	670	3400	2400	1700	630	5600
45	3200	2400	1700	600	3000	2200	1500	560	5000
50	3000	2200	1600	560	2600	2000	1400	500	4800
55	2600	2000	1400	500	2400	1800	1300	450	-
60	2400	1800	1200	450	2200	1700	1100	430	-
65	2200	1700	1100	430	2000	1500	1100	400	-
70	2200	1600	1100	400	1900	1400	1000	360	-
75	2000	1500	1000	380	1800	1300	900	340	-
80	1900	1400	950	340	1700	1200	850	320	-
85	1800	1300	900	320	1600	1100	800	300	-
90	1700	1200	800	300	1500	1100	750	280	-
95	1600	1100	750	280	1400	1000	700	260	-
100	1500	1000	700	260	1300	950	670	240	-
105	-	-	-	-	1200	900	630	220	-
110	-	-	-	-	1200	800	600	200	-
120	-	-	-	-	1100	750	530	190	-
130	-	-	-	-	1000	670	480	180	-
140	-	-	-	-	900	600	430	160	-

Nota - A coluna h9/IT5 é aplicada a rolamentos montados com bucha cônica, as demais colunas j7 ~ h9 são aplicadas a rolamentos de fixação por parafusos de fixação e colar excêntrico.

10 - Projeto do Eixo

Os rolamentos de esferas são projetados com 02 parafusos sextavados internos posicionados a 120° no anel interno do rolamento. Sob condições normais de utilização, os rolamentos são montados nos eixos com ajuste com folga favorecendo a instalação. Neste caso, as tolerâncias dimensionais se encontram expressas na tabela 21.

Tabela 21 - Tolerâncias dimensionais para eixos

Diâmetro do eixo (mm)		Desvio da tolerância no eixo									
		Para baixa rotação		Para média rotação		Para alta rotação		Para rotação muito alta			
		h9		h8		h7		j6		h6	
acima de	até incl	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.
10	18	0	-43	0	-27	0	-18	8	-3	0	-11
18	30	0	-52	0	-33	0	-21	9	-4	0	-13
30	50	0	-62	0	-39	0	-25	11	-5	0	-16
50	80	0	-74	0	-46	0	-30	12	-7	0	-19
80	120	0	-87	0	-54	0	-35	13	-9	0	-22

Quando os rolamentos de esfera trabalham sob alta rotação e cargas elevadas, os ajustes de montagem devem ser mais precisos ou até mesmo interferentes, ver tabela 22 abaixo:

Tabela 22

Diâmetro do eixo (mm)		Desvio da tolerância no eixo							
		Para alta velocidade		Para cargas pesadas		Para velocidades muito altas		Para cargas muito altas	
		m6		m7		n6		n7	
acima de	até incl	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.
10	18	18	7	25	7	23	12	30	12
18	30	21	8	29	8	28	15	36	15
30	50	25	9	34	9	33	17	42	17
50	80	30	11	41	11	39	20	50	20
80	120	35	13	48	13	45	23	58	23

Alguns rolamentos podem ser instalados com buchas de fixação. Para este método, o corpo do rolamento conta com uma conicidade de 1:12. Este é um método conveniente que podemos utilizar para rolamentos intermediários para eixos longos.

Neste caso, as tolerâncias dimensionais dos eixos se encontram expressas na tabela 22.

Tabela 23 - Tolerância dimensional para eixos de rolamentos de fixação por bucha cônica

Diâmetro do eixo (mm)		Desvio da tolerância no eixo			
		Para eixo curto		Para eixo longo	
		h9		h10	
acima de	até incl	màx	min	màx	min
10	18	0	-43	0	-70
18	30	0	-52	0	-84
30	50	0	-62	0	-100
50	80	0	-74	0	-120
80	120	0	-87	0	-140
120	180	0	-100	0	-160

A maioria dos ventiladores opera em alta velocidade assim sendo, os ajustes dos rolamentos para esta aplicação devem seguir a seguinte tabela 24.

Tabela 24 - Tolerância dimensional para eixos utilizados em alta rotação (ex.: ventiladores).

Diâmetro do eixo (mm)		Desvio da tolerância no eixo			
		h5		j5	
acima de	até incl	màx	min	màx	min
18	30	0	-9	5	-4
30	50	0	-11	6	-5
50	80	0	-13	6	-7
80	120	0	-15	6	-9

11 - Alojamento de rolamentos - Estimativa de vida para diferentes velocidades e rotações

$$\frac{C_r}{P_r}$$

Tabela 25

L _{10h} (horas)	Cr/Pr Quando velocidade n = (r/mim)															
	50	100	200	300	500	750	900	1000	1500	1800	2000	2500	3000	4000	5000	6000
500	1.14	1.45	1.82	2.08	2.47	2.82	3.00	3.11	3.56	3.78	3.91	4.22	4.48	4.93	5.32	5.65
1000	1.44	1.82	2.29	2.62	3.11	3.56	3.78	3.91	4.48	4.76	4.93	5.31	5.65	6.21	6.70	7.11
1500	1.65	2.08	2.62	3.00	3.56	4.08	4.31	4.48	5.13	5.45	5.65	6.10	6.46	7.11	7.65	8.15
2000	1.82	2.29	2.88	3.30	3.91	4.48	4.76	4.93	5.65	6.00	6.21	6.69	7.11	7.81	8.43	8.96
3000	2.08	2.62	3.30	3.78	4.48	5.13	4.42	5.65	6.46	6.85	7.11	7.66	8.14	8.96	9.65	10.3
5000	2.47	3.11	3.91	4.48	5.32	6.08	6.46	6.70	7.66	8.14	8.43	9.09	9.65	10.6	11.5	12.2
7500	2.82	3.56	4.48	5.13	6.06	6.96	7.37	7.66	8.77	9.32	9.65	10.4	11.1	12.2	13.1	13.9
10000	3.11	3.91	4.93	5.65	6.70	7.66	8.14	8.43	9.65	10.3	10.6	11.4	12.2	13.4	14.5	15.3
15000	3.56	4.48	5.65	6.46	7.66	8.77	9.28	9.65	11.1	11.7	12.2	13.1	13.9	15.3	16.5	17.5
20000	3.91	4.93	6.21	7.11	8.43	9.65	10.3	10.6	12.2	12.9	13.4	14.4	15.3	16.8	18.2	19.3
30000	4.48	5.65	7.11	8.14	9.65	11.1	11.7	12.2	13.9	14.8	15.3	16.5	17.5	19.3	20.8	22.1
40000	4.93	6.21	7.81	8.96	10.6	12.2	12.9	13.4	15.3	16.3	16.8	18.2	19.3	21.2	22.9	24.3
60000	5.65	7.11	8.96	10.3	12.2	13.9	14.8	15.3	17.5	18.6	19.3	20.8	22.1	24.3	26.2	27.8
80000	6.21	7.81	9.83	11.3	13.4	15.3	16.3	16.8	19.3	20.5	21.2	22.9	24.3	26.7	28.8	30.7

Estimativa de vida para UC212 com carga constante de $F_r = 3250$ N e velocidade de 1500 r/min

A carga dinâmica C_r para o rolamento UC 212 verificado em catálogo é de 47800 N.

Uma vez que o rolamento não está sujeito a cargas axiais, a carga equivalente é igual a:

$$P_r = F_r \times f_d = 3250 \text{ N} \times 1.2 = 3900 \text{ N}$$

(Exemplo: quando o rolamento não está sujeito a impactos, ou impactos de baixa relevância $f_d = 1 \sim 1.2$)

Usando a tabela de relação das cargas, a vida aproximada do rolamento C_r/P_r será obtida na coluna r/min.

Entretanto para

$$C_r/P_r = \frac{47800}{3900} = 12.256$$

Abaixo de $n = 1500$ r/min, o valor aproximado para C_r/P_r é 1.2 o que nos arremete a uma vida útil de 20.000 horas

12 - Montagem de Rolamentos

12.1 - Rolamento de fixação por Parafusos de trava

Este rolamento conta com dois parafusos sextavados internos localizados no anel interno posicionados a uma distância de 120° para travamento no eixo.

Quando montamos os rolamentos no eixo, um torque é recomendado, variando de acordo com o diâmetro do parafuso de trava. O mesmo pode ser obtido através da tabela 26 a seguir:

Tabela 26

Número do Rolamento			Parafuso de Travamento	Torque de aperto N.m. (máx.)	Parafuso de Travamento	Torque de aperto lbf.in (máx.)
UC201-UC203		SB201-SB203	M5X0.8	3.9	10-32UNF	32
UC204-UC206	UC305-UC306	SB204-SB207	M6X1	4.9	1/4-28UNF	43
UC207-UC209	UC307	SB208-SB211	M8X1	8.0	5/16-24UNF	70.5
UC210-UC212	UC308-UC309	SB212	M10X1.25	16.8	3/8-24UNF	148
UC213			M12X1.25	27.1	3/8-24UNF	148
UC214-UC217	UC310-UC314		M12X1.25	27.1	7/16-20UNF	235
UC218			M12X1.25	29.4	1/2-20UNF	260
	UC315-UC316		M14X1.5	34.3	1/2-20UNF	300
	UC317-UC319		M16X1.5	54.2	5/8-18UNF	478
	UC320-UC324		M18X1.5	58.0	5/8-18UNF	496
	UC326-UC328		M20X1.5	78.0		

No caso da presença de vibração no eixo, as possíveis causas são:

- 1 - Desalinhamento do eixo;
- 2 - Excesso de carga aplicada ao rolamento;
- 3 - Excesso de rotação no eixo. É indicado uma pequena concavidade no eixo para melhor fixação dos parafusos, ver figuras 02 e 03 abaixo:

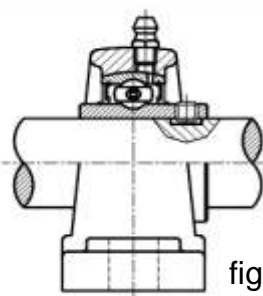


figura 02

Marque o local onde o parafuso de fixação será posicionado

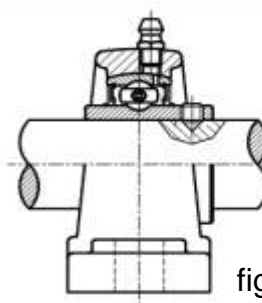


figura 03

Faça uma seção côncava na região marcada para uma melhor fixação

12.2 - Rolamentos de fixação por bucha cônica

O corpo interno da capa interna do rolamento tem uma inclinação de 1:12. As buchas são instaladas em posições pré definidas.

Posiciona-se a bucha, em seguida, do lado oposto é posicionada a arruela de travamento e a porca de travamento. O aperto necessário pode ser obtido com a mão e posteriormente com uma chave girando de 2/5 a 3/5 de volta.

Após as arruelas apertadas, é necessário dobrar as hastes nos alojamentos da bucha, prevenindo o afrouxamento da porca.

Isto é necessário para garantir que a fixação não perca seu aperto, ver figura 04.

12.3 - Rolamentos de fixação por colar excêntrico

A parte excêntrica do colar é montada alojando-se com a parte excêntrica do anel interno do rolamento.

Quando travada com as mãos na direção do eixo de rotação, o excêntrico do colar trava automaticamente, assim, aplica-se um pequeno torque e o giro do rolamento gera uma força radial que auxilia em sua fixação. Em seguida travar os parafusos do colar no eixo.

12.4 - Método de montagem nos mancais

À princípio os rolamentos podem ser facilmente instalados em qualquer lugar.

No entanto, para garantia de uma vida longa do rolamento, é indicado que a base seja rígida e plana.

Para os mancais pillow blocks e flangeados, é necessário que, entre a face e o eixo o ângulo de divergência não seja superior a $\pm 2^\circ$, conforme expresso na figura 05 abaixo.

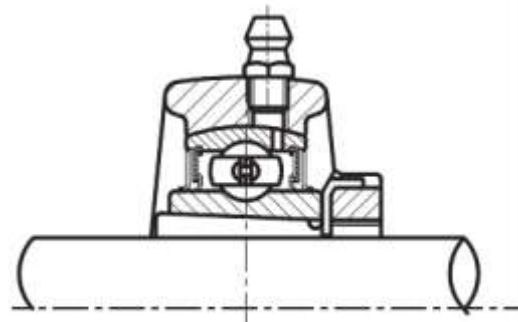


figura 04

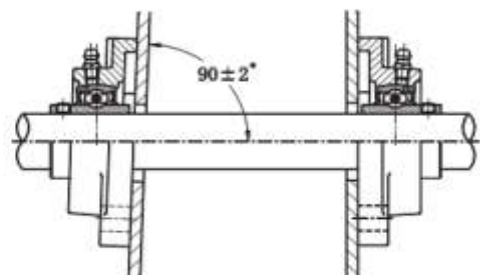
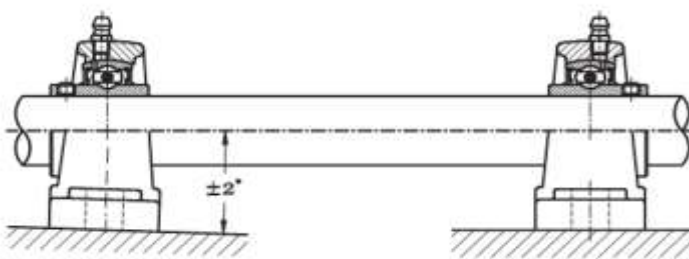


figura 05

12.5 - Método de montagem para Mancais tensores (modelos T e RTU)

Mancais tensores são montados entre duas faces paralelas. Seus centros são ajustados através de parafusos de ajuste. As dimensões relevantes se encontram demonstradas na figura 06 e suas tolerâncias de montagem se encontram expressas na tabela 27 e 28 abaixo.

Tabela 27 (mm)

Mancal Nº	± 0.5	A'	d	D	N
T204	77	11	16	28	12
T205	77	11	16	28	12
T206	90	11	18	32	12
T207	90	11	18	32	12
T208	103	15	24	42	14
T209	103	15	24	42	14
T210	103	15	24	42	14
T211	131	20	30	56	20
T212	131	20	30	56	26
T213	152	24	36	60	26
T214	152	24	36	60	26
T215	152	24	36	60	26
T216	167	24	36	60	26
T217	175	28	42	65	30

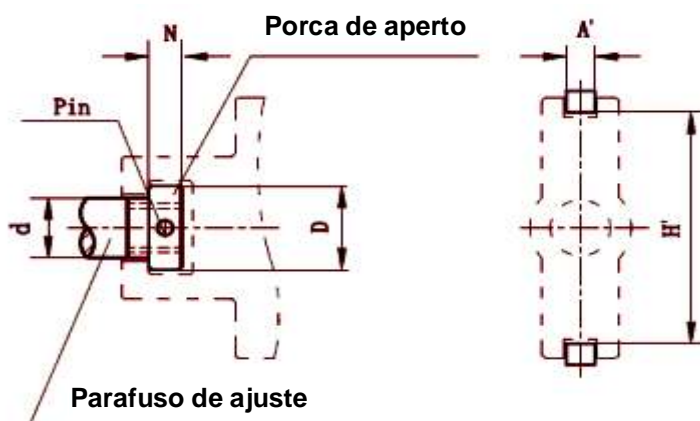
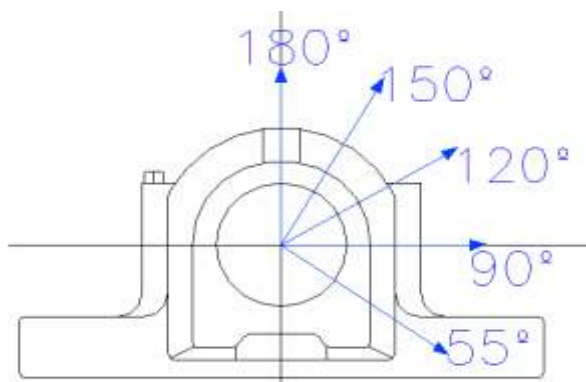


figura 06

Tabela 28 (mm)

Mancal Nº	± 0.5	A'	d	D	N
RTU204	77	13	16	28	12
RTU205	77	13	16	28	12
RTU206	90	13	18	32	12
RTU207	90	13	18	32	12
RTU208	103	17	24	42	14
RTU209	103	17	24	42	14
RTU210	103	17	24	42	14
RTU211	131	25	30	56	20
RTU212	131	25	30	56	26

13 - Tabela de Resistência



Resistência das caixas com base SNH

Carga de Ruptura de acordo com o sentido e direção do esforço (medidas em KN)

Caixa	55°	90°	120°	150°	180°
SNH 505	130	80	60	50	65
SNH 506	140	85	65	55	70
SNH 507	160	95	70	65	80
SNH 508	180	110	80	70	90
SNH 509	190	115	85	75	95
SNH 510	220	130	100	90	110
SNH 511	230	140	105	95	115
SNH 512	250	150	110	100	125
SNH 513	280	170	125	110	140
SNH 515	340	205	155	135	170
SNH 516	360	215	160	145	180
SNH 517	400	240	180	160	200
SNH 518	460	280	210	180	230
SNH 519	480	290	220	190	240
SNH 520	520	310	230	210	260
SNH 522	620	370	280	250	310
SNH 524	720	430	320	290	360
SNH 526	820	490	370	330	410
SNH 528	960	570	430	390	480
SNH 530	1100	660	490	440	550
SNH 532	1300	780	580	520	650

13.1 - Especificações Técnicas

- Furos de lubrificação nos 03 pontos da tampa, centralizado, a direita ou a esquerda (opcional)
- Contém furos para saída de graxa na face lateral (região inferior)
- Travamento do rolamento realizado com anéis de bloqueio. O assentamento central suporta a variação das larguras dos rolamentos e os anéis são fornecidos sob medida (informar rolamento no ato da compra).
- Vários modelos de vedações - TA, TG, TC,
- Montagem - Rolamentos de fixação com bucha cônica ou furo cilíndrico,

Obs.: No caso de dúvidas para montagem de rolamentos, consultar corpo técnico BRM.

14 - Ficha Técnica Vedações Bi-Partidos

TSNH-C (TC)

São Vedações compostas por tiras de feltro alojadas em um estojo de alumínio bipartido. Em sua outra extremidade aloja-se um anel o'ring, que ajuda no travamento da vedação na ranhura do mancal.

Características: pode ser aplicada em temperaturas de -40 a +100°C; suporta uma velocidade periférica de até 4 m/s; são ideais para lubrificação à graxa; o desalinhamento permitido do eixo é de até 0,5°.

Condições externas: excelente para atuar em ambientes contendo pó, partículas, objetos pontiagudos (estilhaços), líquidos borrifados e excelente para conter luz solar direta.

TSNH-G (TG)

São Vedações compostas por lábios duplos de borracha nitrílica (NBR) bipartidas, com ótimas propriedades elásticas e resistência ao desgaste.

Na montagem recomenda-se que os espaços entre os lábios sejam totalmente preenchidos com graxa.

Características: pode ser aplicada em temperaturas de -40 a +100°C; suporta uma velocidade periférica de até 8 m/s; são ideais para lubrificação à graxa e fluídos em geral, com ou sem pressão.

Condições externas: excelente para atuar em ambientes contendo pó, areia, partículas, objetos pontiagudos (estilhaços), líquidos borrifados e luz solar direta.

TSNH-A (TA)

Trata-se de uma vedação de anel metálico em aço laminado anticorrosivo, com borracha vulcanizada em sua extremidade, para perfeita montagem na ranhura do mancal.

O anel v'ring, é montado no eixo, onde gira junto com o mesmo, e trabalha encostado no anel metálico, vedando de forma axial com o anel metálico.

O anel v'ring é confeccionado em borracha nitrílica (NBR) de alta flexibilidade. Características: pode ser aplicada em temperaturas de -40 a +100°C; suporta uma velocidade periférica de até 7 m/s, ou acima dessa velocidade com suporte axial para os anéis v'ring; é de baixo atrito; são ideais para lubrificação à graxa ou a óleo.

Condições externas: excelente para atuar em ambientes contendo pó, areia, partículas e líquidos borrifados.

TSNH-S (TS)

São vedações de aço, em forma de labirinto, que possuem um anel o'ring na parte interna, que faz o travamento da vedação no eixo, girando, assim, solidário a ele.

Características: são ideais para altas temperaturas de -50 a +200°C (quando usado com o'ring em viton ou silicone); também são excelentes para altas velocidades; é de baixo atrito; excelente em caso de deslocamento axial do eixo; somente montado em mancais bipartidos próprios para lubrificação à graxa ou óleo; o desalinhamento permitido do eixo é de até 0,25°.

Condições externas: excelente para atuar em ambientes contendo pó, areia, partículas, excelente para conter objetos pontiagudos (estilhaços) e luz solar direta.



TSNH-L (TL)

São vedações de lábios quádruplos, de borracha nitrílica (NBR), perfeitas para ambientes muito úmidos. Fabricação bipartida Características: pode ser aplicada em altas temperaturas se fabricado em viton ou silicone; suporta uma velocidade periférica de até 8 m/s; são ideais para lubrificação à graxa ou óleo. Condições externas: excelente para atuar em ambientes contendo pó, areia, partículas, objetos pontiagudos (estilhaços), líquidos borrifados e luz solar direta.

RETENTOR – R/R2

São vedações tipo retentor, com armação interna em aço, revestida com borracha nitrílica (NBR), com mola flexível e guarda pó. Pode ser montado no mancal de ambos os lados, de modo a não permitir a entrada de contaminantes ou a saída de lubrificantes da caixa.

Podem ser fabricadas conforme código específico ou por amostra, e também conforme a necessidade do equipamento.

Características: pode ser aplicada em temperaturas de -40 a 100°C; suporta uma velocidade periférica de até 20 m/s; são ideais para lubrificação à graxa ou óleo; o desalinhamento permitido do eixo é de até 1°; e podem ser usados em todos os tipos de mancais e em outros equipamentos industriais.

Condições externas: excelente para atuar em ambientes contendo pó, areia, partículas, objetos pontiagudos (estilhaços), líquidos borrifados e luz solar direta.

GRAXETA – ZF / GS

São vedações de borracha nitrílica (NBR) de alta flexibilidade, que podem ser usadas em todos os tipos de mancais e em outros equipamentos.

Podem ser confeccionadas em vários tamanhos, conforme necessidade do equipamento.

Características: pode ser aplicada em temperaturas de -40 a 100°C; suporta uma velocidade periférica de até 8 m/s; o desalinhamento permitido do eixo é de até 1°.

TAMPAS – ASNH / ASNA

São fabricadas em aço laminado anticorrosivo, com borracha vulcanizada na extremidade, vedando de forma eficaz, e protegendo o rolamento de contaminantes.

ANEL – FRB

Trata-se de um anel de aço, que bloqueia o deslocamento axial do rolamento, geralmente usado no lado do acionamento da máquina.

Aplicações especiais favor consultar nosso departamento de engenharia

15 - Características dos Ferros Fundidos

15.1 - Ferro fundido cinzento

Assim denominado devido ao aspecto da superfície recém-cortada. Isso ocorre em função da existência de veios de grafita sobre matriz de perlita ou de ferrita (também pode ser uma combinação de ambas).

Os veios de grafita exercem considerável influência no comportamento mecânico. Eles produzem aumentos localizados de tensões, que podem iniciar pequenas deformações plásticas sob tensões relativamente baixas na peça e trincas sob esforços maiores.

Como resultado, uma peça de ferro fundido cinzento não tem, na prática, comportamento elástico, mas dispõe de um elevado fator de amortecimento de vibrações, característica importante no caso de máquinas operatrizes. A figura 07 dá uma comparação gráfica aproximada.

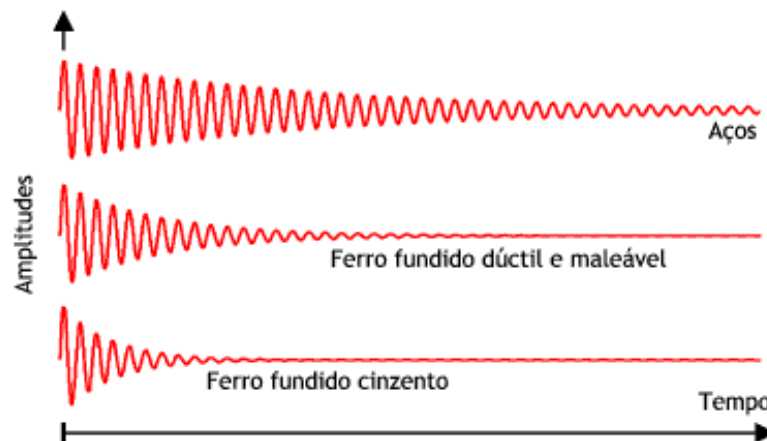


figura 07

Pode-se resumir algumas das vantagens do ferro fundido cinzento:

- elevada capacidade de amortecimento de vibrações.
- usinagem facilitada pelos veios de grafita, que favorecem a quebra de cavacos e a durabilidade das ferramentas.
- razoavelmente resistente à corrosão de vários ambientes comuns (superior aos aços-carbono).
- boa fluidez, facilitando a fundição de peças complexas.
- boas características de deslizamento a seco devido à presença da grafita.
- baixo custo de produção.

Algumas desvantagens são:

- estruturalmente, os veios de grafita atuam como espaços vazios, reduzindo a resistência mecânica. Normalmente, tensão máxima de trabalho recomendada cerca de 1/4 da tensão de ruptura. Carga máxima de fadiga cerca de 1/3 da resistência à fadiga.
- é quebradiço, pouco resistente a impactos.
- características de usinagem variam com as dimensões da seção da peça.

Faixas típicas de composições: 2,5-4% C, 1-3% Si, 0,3-1% Mn, 0,05-0,25% S, 0,1-1% P. Limites de resistência à tração variam de 140 a 410 MPa. Pode receber elementos de liga e ser tratado termicamente para melhores propriedades mecânicas, térmicas ou químicas (corrosão).

Características dos Ferros Fundidos

A tabela abaixo contém dados resumidos de algumas classes segundo ASTM.

Classe	C%	S %	Mn %	S %	P %	Resist traç Mpa
20	3,1-3,8	2,2-2,6	0,5-0,8	0,08-0,13	0,2-0,8	138
25	3,0-3,5	1,9-2,4	0,5-0,8	0,08-0,13	0,1-0,5	172
30	2,9-3,4	1,7-2,3	0,4-0,8	0,08-0,12	0,1-0,3	207
35	2,8-3,3	1,6-2,2	0,4-0,7	0,06-0,12	0,1-0,3	241
40	2,7-3,2	1,5-2,2	0,4-0,7	0,05-0,12	0,1-0,2	276
50	2,5-3,1	1,4-2,1	0,5-0,8	0,06-0,12	0,1-0,2	344
60	2,5-3,0	1,2-2,2	0,5-1,0	0,05-0,12	0,1-0,2	414

Ferros fundidos cinzentos são empregados em estruturas de máquinas e peças fundidas diversas, sem grandes exigências de resistência mecânica.

15.2 - Ferro fundido dúctil (ou nodular)

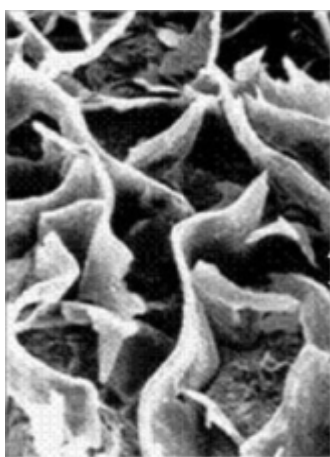
O ferro fundido dúctil é amplamente empregado por apresentar um bom compromisso entre custos e propriedades mecânicas, algumas delas próximas dos aços. A ductilidade é claramente vista pelos valores de alongamento, que podem chegar a 18% ou mais (25% por exemplo). Limites de resistência à tração podem ser tão altos quanto 800 MPa. Outra característica importante é a baixa contração na solidificação, o que facilita a produção e reduz o custo de peças fundidas.

Faixas típicas de composições são: 3,2-4% C, 1,8-3% Si, 0,1-1% Mn, 0,005-0,02% S, 0,01-0,1% P.

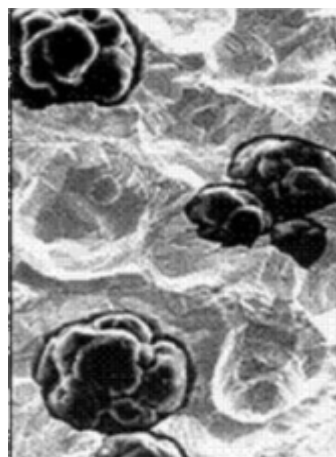
Tratamentos térmicos podem ser aplicados (alívio de tensões, recozimento, normalização, têmpera e revenido, têmpera superficial, austêmpera). Elementos de liga como níquel, molibdênio ou cromo podem ser usados para aumentar dureza e outras propriedades.

Algumas aplicações: válvulas para vapor e produtos químicos, cilindros para papel, virabrequins, engrenagens, mancais etc.

Microestrutura dos Ferros Fundidos



Microestrutura FºFº Cinzeto



Microestrutura FºFº Nodular