



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA - AM.  
DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
AMAZONAS

**DANIEL DE DEUS SOUZA**

**A IMPORTÂNCIA DOS MANCAIS E ROLAMENTOS COMO  
ELEMENTOS DE APOIO PARA O PERFEITO FUNCIONAMENTO DE  
MÁQUINAS**

**MANAUS - AM**

**2016**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA - AM.  
DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
AMAZONAS

**DANIEL DE DEUS SOUSA**

**A IMPORTÂNCIA DOS MANCAIS E ROLAMENTOS COMO  
ELEMENTOS DE APOIO PARA O PERFEITO FUNCIONAMENTO DE  
MÁQUINAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Campus Manaus Centro para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob a orientação do MSc. Marcelo Martins da Gama.

**MANAUS - AM**

**2016**



**DANIEL DE DEUS SOUSA**

**A IMPORTÂNCIA DOS MANCAIS E ROLAMENTOS COMO  
ELEMENTOS DE APOIO PARA O PERFEITO FUNCIONAMENTO DE  
MÁQUINAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Campus Manaus Centro para a obtenção do título de Engenheiro Mecânico, sob a orientação do MSc. Marcelo Martins da Gama.

Aprovado em /\_/\_/

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. MSc. Marcelo Martins da Gama  
Instituto Federal do Amazonas - IFAM  
Presidente Banca Examinadora

---

Prof. MSc.  
Instituto Federal do Amazonas - IFAM  
Membro Examinador

---

Prof<sup>a</sup>. MSc. Andréa Regina L. Nascimento  
Instituto Federal do Amazonas – IFAM  
Membro Examinador



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA - AM.  
DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
AMAZONAS

## DEDICATÓRIA

*Dedico ao meu filho Heitor, à minha esposa Mayana e a meus pais que sempre estiveram do meu lado em todos os momentos da minha vida.*



## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de traçar meu caminho para alcançar meus objetivos, me dando saúde e sabedoria.

Agradeço ao professor Msc. Marcelo Martins da Gama, meu orientador.

Agradeço a meus pais por todo apoio e carinho, mesmo nos momentos mais difíceis dessa caminhada.

Agradeço à minha esposa por sempre estar do meu lado, me dando apoio e força necessários nessa trajetória, e ao meu filho pela luz que me dá todos os dias.

Aos professores do IFAM que foram parte fundamental na minha formação.



## RESUMO

Este trabalho trata da importância dos mancais e rolamentos como elementos de máquinas para o perfeito funcionamento das mesmas, e tem como objetivo descrever conceitos sobre mancais e rolamentos, falar sobre seus principais tipos, características e seu uso em cada tipo específico de cargas, abordando também métodos para seu melhor funcionamento e prolongamento da sua vida útil, sempre recomendando seu uso de acordo com as especificações de seus fabricantes. Neste trabalho, o modelo de pesquisa utilizado foi qualitativa, com pesquisas bibliográficas, abordando pesquisas já realizadas sobre o tema, tais como, catálogos específicos de fabricantes, artigos de universidades, sites de fabricantes, apostilas de universidades, livros e trabalhos de conclusão de curso. A pesquisa teve como objetivo buscar esclarecer conhecimentos técnicos sobre os mancais e rolamentos, a fim de melhorar o conhecimento científico sobre esses elementos de máquinas. Através disso foi possível observar em que ocasiões cada mancal e rolamento deve ser melhor utilizado.

Palavras-chave: Mancais; Mancais de deslizamento; Rolamentos.



## ABSTRACT

This work deals with the importance of bearings and bearings as machine elements for their perfect operation, and aims to describe concepts of bearings and bearings, to discuss their main types, characteristics and their use in each specific type of loads. Methods for its better functioning and extension of its useful life, always recommending its use according to the specifications of its manufacturers. In this work, the research model used was qualitative, with bibliographical research, addressing research already done on the subject, such as specific catalogs of manufacturers, university articles, manufacturers' websites, university handouts, books and course completion work . The research aimed to clarify technical knowledge about bearings and bearings in order to improve scientific knowledge about these elements of machines. Through this it was possible to observe on what occasions each bearing and bearing should be best used.

Keywords: Bearings; Sliding bearings; Bearings.



## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
OBJETIVOS .....	12
<b>OBJETIVO GERAL</b> .....	12
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	12
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
1.1 Definição de mancais .....	13
1.2 Tipos de mancais .....	14
1.2.1 Mancal de deslizamento .....	15
1.2.1.1 Buchas para mancais radiais:.....	18
1.2.1.2 Buchas para esforço radial e axial: .....	19
1.2.1.3 Buchas para esforço axial:.....	20
1.2.2 Mancal de rolamento.....	21
1.3 Rolamentos .....	25
1.3.1 Tipos de rolamentos .....	29
1.3.1.1 Rolamento fixo de uma carreira de esferas:.....	29
1.3.1.2 Rolamento de contato angular de uma carreira de esferas: .....	30
1.3.1.3 Rolamento autocompensador de esferas:.....	30
1.3.1.4 Rolamento de rolo cilíndrico: .....	31
1.3.1.5 Rolamento autocompensador de uma carreira de rolos: .....	31
1.3.1.6 Rolamento autocompensador de duas carreiras de rolos: .....	31
1.3.1.7 Rolamentos de rolos cônicos: .....	32
1.3.2 Seleção do tipo de rolamento .....	35
1.3.3 Cuidados com os rolamentos.....	36
1.4 Lubrificação dos rolamentos .....	37
1.4.1 Métodos de lubrificação .....	38
1.4.2 Lubrificação a graxa .....	38
1.4.3 Lubrificação a óleo .....	38
1.5 Montagem e desmontagem dos rolamentos.....	39
2 Metodologia de pesquisa.....	42
CONCLUSÃO .....	44
REFERÊNCIAS .....	45



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Parte inferior de um carro de boi.....	13
Figura 2 - Mancal.....	14
Figura 3 - Mancal de deslizamento e mancal de rolamento. ....	15
Figura 4 - Constituição de um mancal de deslizamento. ....	16
Figura 5 - Esquema de um mancal de deslizamento com bucha.....	17
Figura 6 - Bucha para esforço radial, para esforço axial e bucha cônica. ....	18
Figura 7 - Bucha para esforço radial.....	18
Figura 8 - Bucha ajustável para esforço radial. ....	19
Figura 9 - Bucha radial e axial.....	19
Figura 10 - Buchas cônicas. ....	20
Figura 11 - Bucha de encosto ou escora.....	20
Figura 12 - Exemplo de aplicação de buchas como guia de brocas.....	21
Figura 13 - Esquema de montagem de um rolamento. ....	22
Figura 14 - Esquema simplificado de um rolamento.....	22
Figura 15 - Diferentes tipos de elementos rolantes nos rolamentos. ....	23
Figura 16 - Rolamento instalado dentro de alojamento. ....	23
Figura 17 - Rolamento de esferas.....	25
Figura 18 - Rolamentos de rolos.....	26
Figura 19 - Rolamentos de esferas e de rolos.....	27
Figura 20 - Rolamentos para uso específico. ....	28
Figura 21 - Tipos de mancais em um motor. ....	29
Figura 22 - Rolamento de uma carreira de esferas.....	29
Figura 23 - rolamento angular de uma carreira de esferas. ....	30
Figura 24 - Rolamento autocompensador de esferas.....	30
Figura 25 - Rolamento de rolo cilíndrico. ....	31
Figura 26 - Rolamento de uma carreira de rolos. ....	31
Figura 27 - Rolamento de duas carreiras de rolos.....	32
Figura 28 - Rolamento de rolos cônicos.....	32
Figura 29 - Escora simples.....	33
Figura 30 - Escora dupla.....	33
Figura 31 - Rolamento axial de rolos.....	34
Figura 32 - Rolamento de agulhas.....	34
Figura 33 - Tipos de placas. ....	35
Figura 34 - Rolamentos servindo de elementos de apoio.....	35
Figura 35 - Fases do desgaste. ....	37
Figura 36 - Fadiga.....	37
Figura 37 - Saca rolamento. ....	39
Figura 38 - Extrator no anel interno.....	40
Figura 39 - Extrator no anel externo.....	40



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA - AM.  
DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
AMAZONAS



## INTRODUÇÃO

As máquinas possuem vários elementos que contribuem para seu perfeito funcionamento, sem os quais, vários problemas poderiam ocorrer durante seu uso. Um dos principais e mais importantes desses elementos é o mancal, que é a peça fundamental no suporte de apoio de eixos e rolamentos.

A principal finalidade deste trabalho é descrever as principais funcionalidades dos mancais, tendo em vista que seu uso e cuidados de maneira irregular pode acarretar na diminuição da vida útil de máquinas, já que as principais funções dos mancais são diminuir o atrito e aumentar o rendimento do sistema mecânico, entre partes que se movem entre si.

A importância deste trabalho se dá pelo fato de serem abordados todos os aspectos de funcionalidade dos mancais e seus rolamentos, para que sejam levados em conta quando seu uso for necessário e auxiliar nos cuidados precisos para que esse elemento de máquinas tenha sua vida útil sempre prolongada, auxiliando também na escolha de que mancais devem ser utilizados para cada tipo de carga de acordo com suas características.

Este trabalho abordará, através de pesquisa bibliográfica, os tipos de mancais, suas finalidades, os rolamentos e os cuidados necessários para o perfeito funcionamento dos mesmos.



## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GERAL**

Esclarecer a aplicação e a importância dos mancais no suporte e apoio de eixos de máquinas, classificar e comparar os seus principais tipos, e estabelecer em que casos cada tipo deve ser utilizado.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Comparar os tipos de mancais quanto ao seu uso em cada situação;
- Descrever os tipos de rolamentos e lubrificação dos mancais;



## 1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 1.1 Definição de mancais

Mancal é definido como um dispositivo fixo fechado, sobre o qual é apoiado um eixo. Sua função é comportar um eixo, e existem duas formas principais empregadas para esse propósito: o mancal de deslizamento, na qual há uma bucha de material macio entre a base do mancal e o eixo, tratando-se de uma solução para baixas rotações; e o mancal de rolamento, adequado para maiores rotações (ANDRADE JÚNIOR, 1994).

No ponto de contato entre a superfície do eixo e a superfície do mancal, ocorre atrito.

Um dos exemplos mais citados, o carro de boi, constitui-se de uma superfície plana, um eixo e dois mancais que estão fixados nas extremidades inferiores da superfície. O eixo se encaixa nos mancais e seu estado é estático e apenas as rodas se movimentam neste tipo de transporte.

Veja na figura:

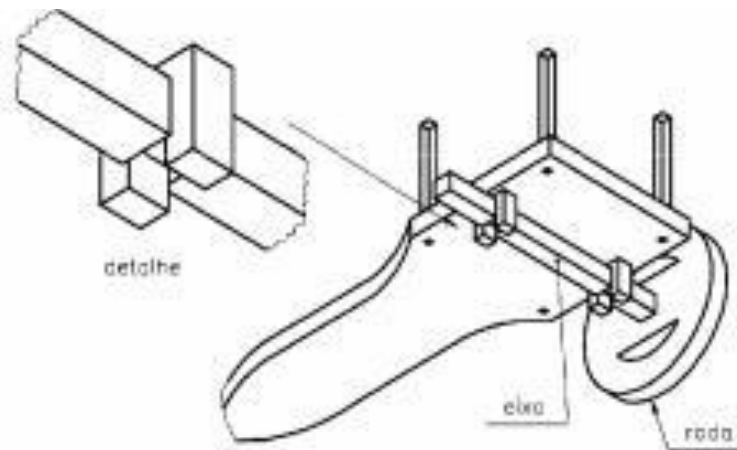


Figura 1 - Parte inferior de um carro de boi.

Fonte: FERNANDES, 2013.

Os mancais têm extrema relevância no que se trata ao perfeito funcionamento das máquinas, caso ocorram falhas nos mancais, enormes prejuízos serão percebidos na produção, eles devem ser montados dentro de um alinhamento preciso, para não trabalhar em um regime forçado e, conseqüentemente, não causar danos ao equipamento.

De forma geral, os mancais são feitos para que se possa substituir uma das partes, quando o conjunto apresentar vários sinais de desgaste. As superfícies de contato das partes



substituíveis são de metal menos resistente do que a dos elementos apoiados, para estabelecerem menor atrito, bem como proteção contra desgaste dos elementos mais difíceis de se substituir.

Um mancal é constituído de duas partes principais: o munhão, que é a parte interna, cilíndrica, usualmente com movimento de rotação ou oscilação, e o mancal propriamente dito ou superfície de apoio, que pode ser estacionário, como os mancais de uma árvore, ou pode ser imóvel, como no caso de um sistema biela-manivela (NETO, 2005).



Figura 2 - Mancal.

Fonte: NETO, 2005.

## 1.2 Tipos de mancais

Segundo Cruz (2008), os mancais são elementos de máquinas usados para os eixos e árvores. A parte do eixo que é introduzida no mancal é denominada de munhão. Devido ao atrito existente entre as superfícies de contato existe no mancal um elemento que tem como função reduzir o atrito e também facilitar a manutenção. Este elemento pode ser uma bucha ou um rolamento.

Quando o mancal possui uma bucha é denominado de mancal de deslizamento devido ao tipo de atrito que neste caso é de deslizamento (fricção). E quando o mancal possui



um rolamento, é denominado mancal de rolamento devido ao atrito de rolamento (CRUZ, 2008).

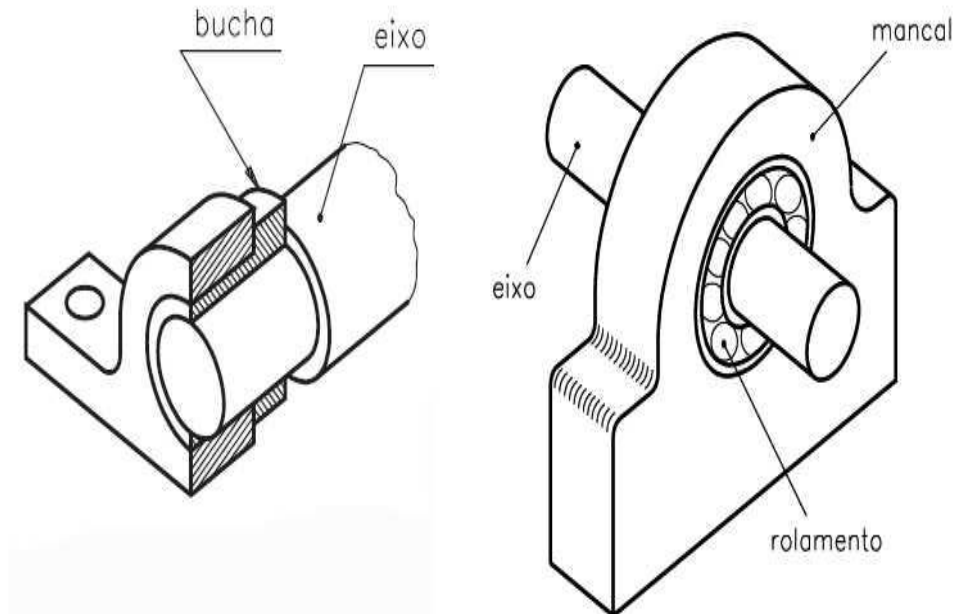


Figura 3 - Mancal de deslizamento e mancal de rolamento.

Fonte: FERNANDES, 2013.

### 1.2.1 Mancal de deslizamento

Estes mancais referem-se a concavidades nas quais as pontas de um eixo se apoiam. As principais funções dos mancais de deslizamento, é servir de apoio e guia para os eixos girantes. Eles são considerados como elementos de máquinas sujeitos às forças de atrito. Estas forças surgem devido à rotação dos eixos, exercendo cargas nos alojamentos dos mancais que os contêm. A vida útil dos mancais de deslizamento pode ser prolongada, desde que, alguns parâmetros de construção sejam observados. Os materiais de construção dos mancais de deslizamento devem ser bem selecionados e apropriados a partir da concepção do projeto de fabricação. Geralmente, os mancais de deslizamento são constituídos por uma bucha fixada num suporte. Esses mancais são usados em máquinas pesadas ou em equipamentos de baixa rotação, porque a baixa velocidade evita o superaquecimento dos componentes expostos ao atrito (FRANCESCHI e ANTONELLO, 2014).

Abaixo a figura de um mancal de deslizamento:

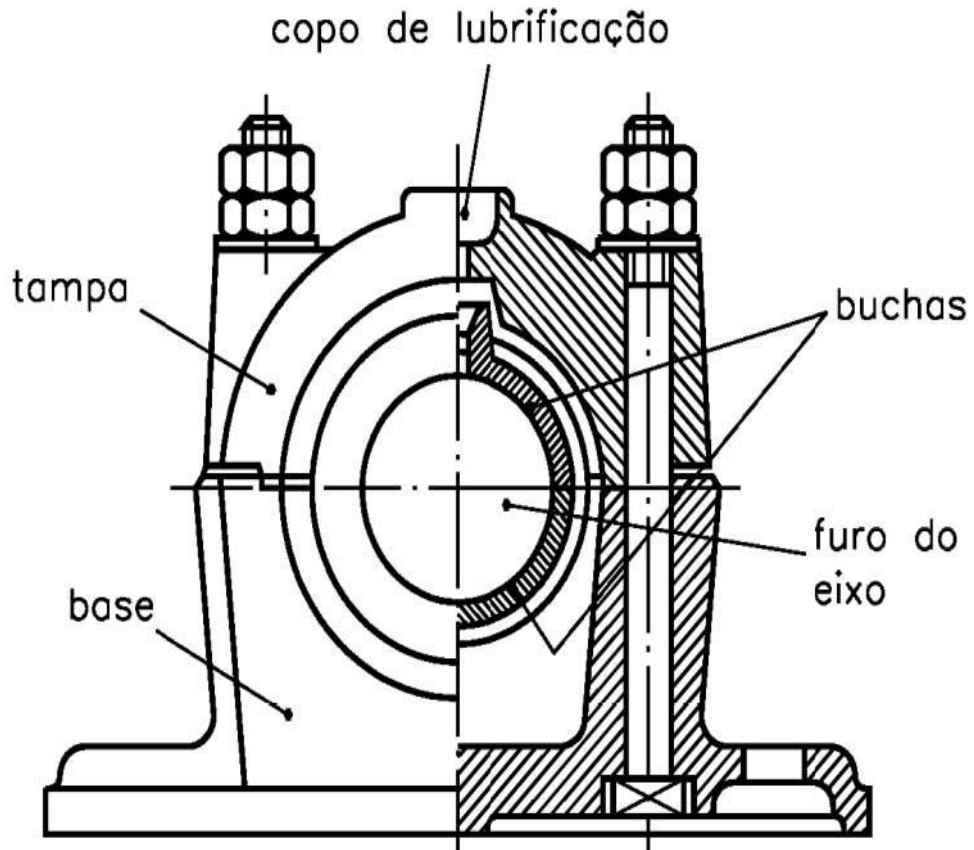


Figura 4 - Constituição de um mancal de deslizamento.

Fonte: FERNANDES, 2013.

O uso de lubrificantes nas buchas permite reduzir esse atrito e melhorar a rotação do eixo. As buchas são, em geral, corpos cilíndricos ocos que envolvem os eixos, permitindo-lhes uma melhor rotação. São feitas de materiais macios, como o bronze e ligas de metais leves (BARBOSA, 2011).

Historicamente, as buchas surgiram mais tarde, como uma evolução dos mancais de deslizamento. As buchas são consideradas o material de sacrifício do conjunto, uma vez que durante a manutenção dos mancais, as buchas é que são substituídas ao invés do eixo todo, que possui custo consideravelmente mais elevado. Desta forma, diz-se que as buchas facilitam a manutenção dos mancais (PENTEADO, 2012).

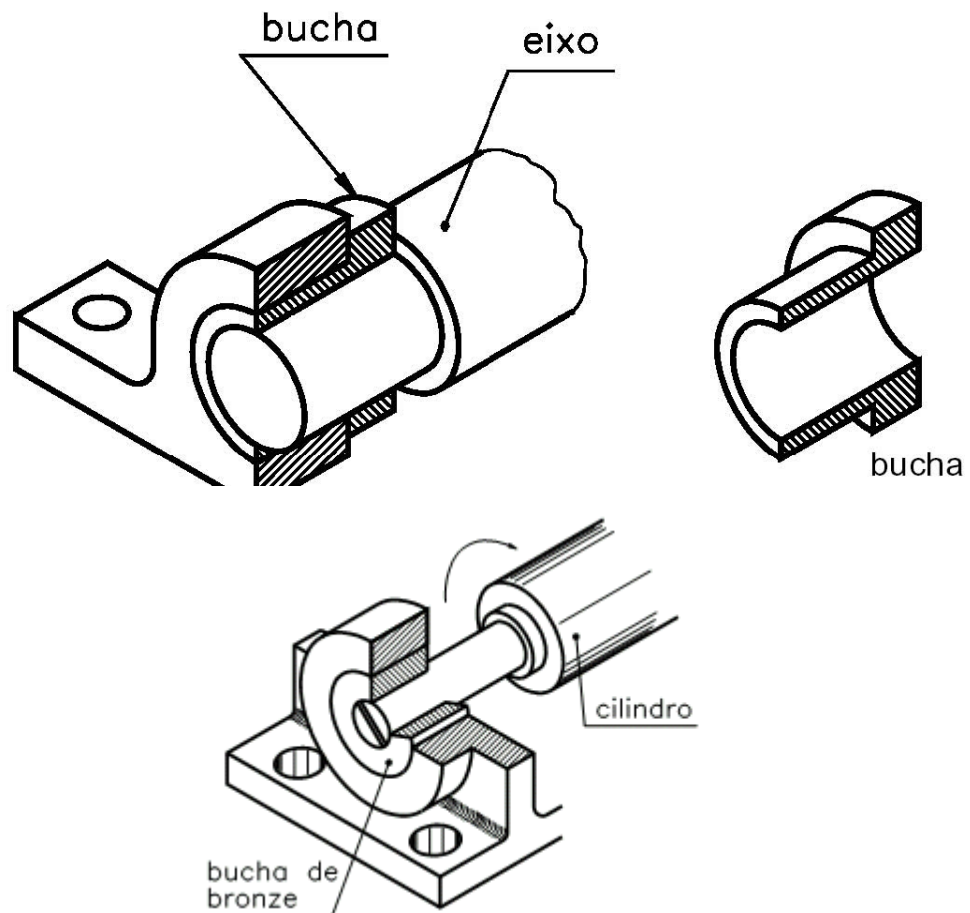


Figura 5 - Esquema de um mancal de deslizamento com bucha.

Fonte: BARBOSA, 2011.

De acordo com o tipo de esforço, podemos classificar os mancais de deslizamento em:

- Mancais para cargas radiais;
- Mancais para cargas axiais (mancal de encosto ou escora);
- Mancais para cargas radiais e axiais.

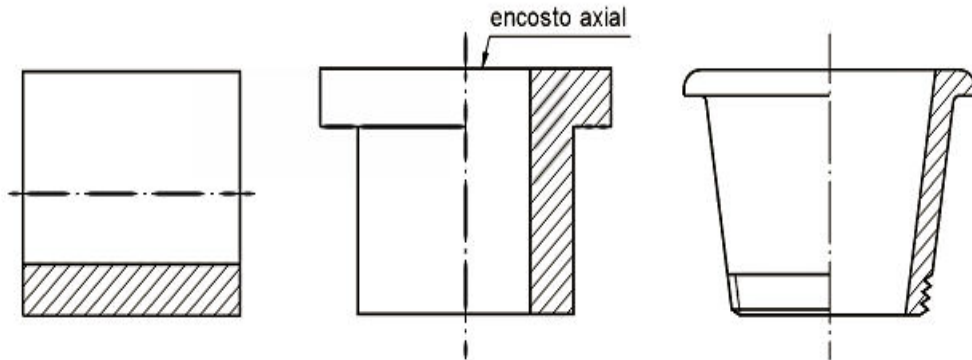


Figura 6 - Bucha para esforço radial, para esforço axial e bucha cônica.

Fonte: BARBOSA, 2011

#### 1.2.1.1 Buchas para mancais radiais:

Segundo Cruz (2008), estas buchas são geralmente cilíndricas e possuem um furo para possibilitar a passagem do lubrificante. Podem possuir também rasgos para melhorar a passagem do lubrificante.

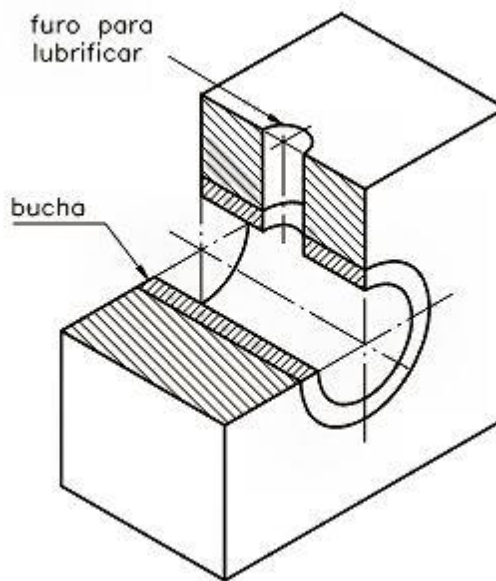


Figura 7 - Bucha para esforço radial.

Fonte: BARBOSA, 2011.

Um tipo interessante de buchas para mancais radiais é a que vemos na figura abaixo. Ela possui uma superfície externa cônica e seu corpo possui rasgos longitudinais. Suas extremidades são roscadas, o que permite reajustar a folga quando ela sofrer desgaste.

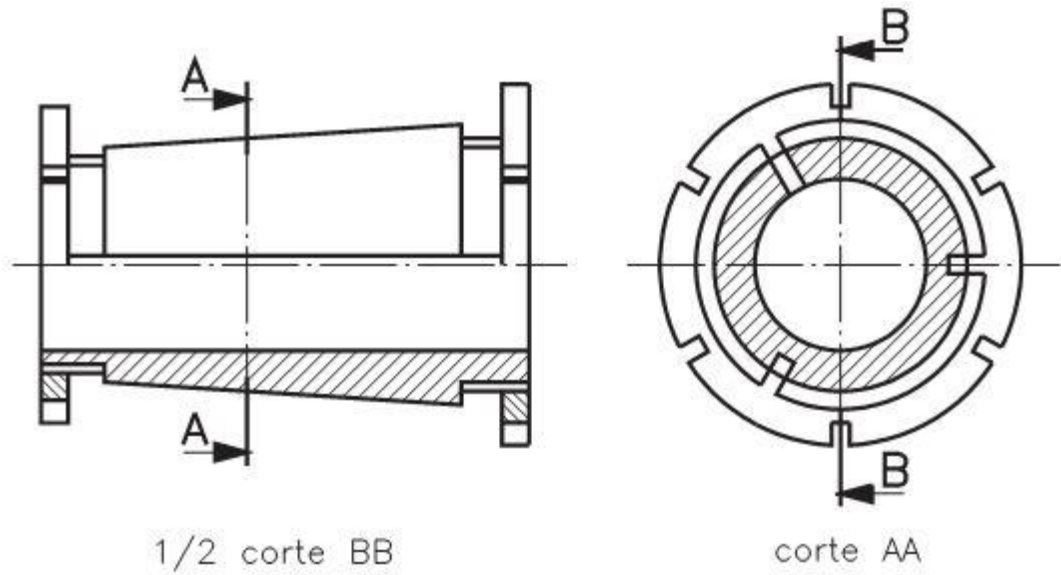


Figura 8 - Bucha ajustável para esforço radial.

Fonte: BARBOSA, 2011.

#### 1.2.1.2 Buchas para esforço radial e axial:

Esse tipo de bucha é usado para suportar um eixo do qual se exigem esforços radiais e axiais. Quase sempre essas buchas requerem um dispositivo de fixação e, por isso, são pouco empregadas.

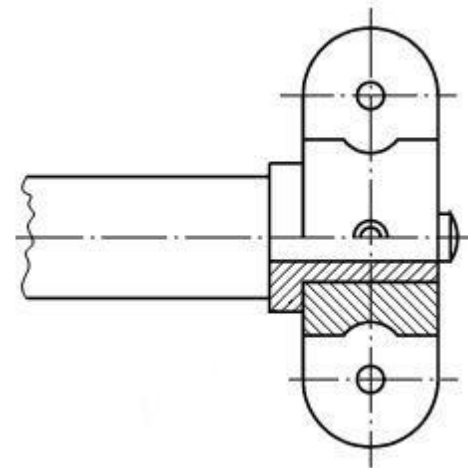


Figura 9 - Bucha radial e axial.

Fonte: BARBOSA, 2011.



Figura 10 - Buchas cônicas.

Fonte: BARBOSA, 2011.

#### 1.2.1.3 Buchas para esforço axial:

Essa bucha é usada para suportar o esforço de um eixo em posição vertical.

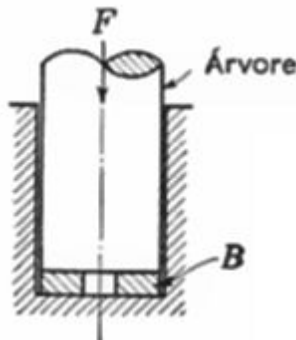


Figura 11 - Bucha de encosto ou escora.

Fonte: CRUZ, 2008.

A aplicação das buchas não se limita apenas a mancais de deslizamento. Elas servem também para guiar brocas e alargadores. Nos dispositivos para furação, a bucha-guia orienta e possibilita auto posicionamento da ferramenta em ação na peça. Dessa forma, obtém-se a posição correta das superfícies usinadas (NEIS, 2014).

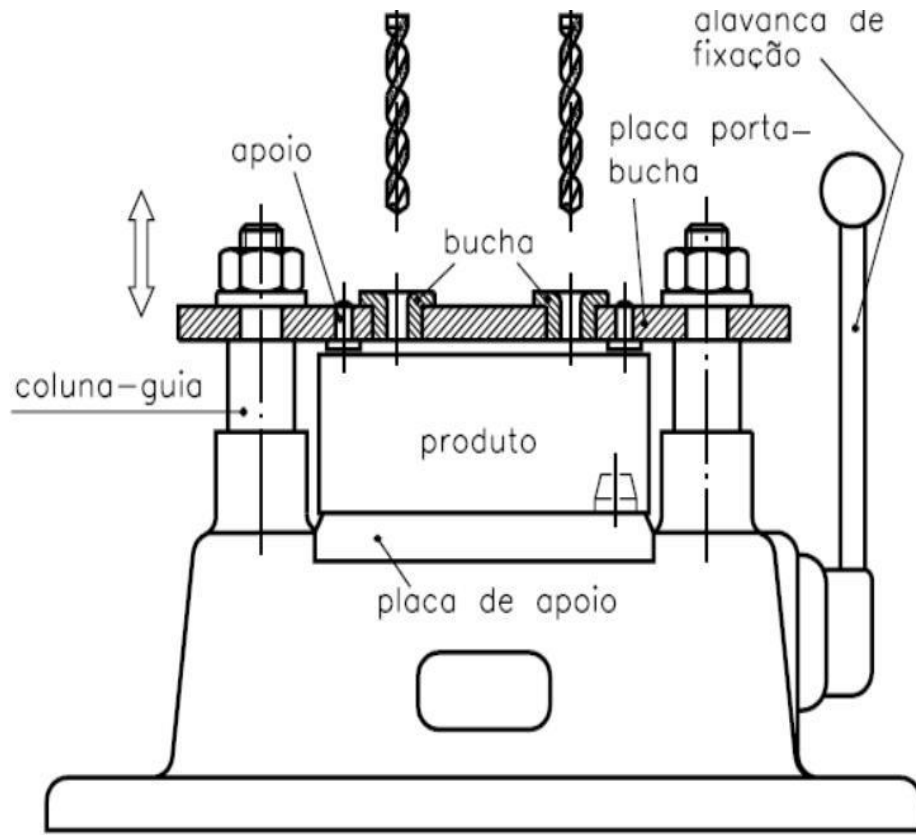


Figura 12 - Exemplo de aplicação de buchas como guia de brocas.

Fonte: BARBOSA, 2011.

### 1.2.2 Mancal de rolamento

Este tipo de mancal é utilizado quando é necessário maior velocidade e menor atrito. Quando o eixo gira dentro do furo, é produzido o atrito denominado de escorregamento. Para reduzir esse atrito utiliza-se o rolamento: que é um elemento de máquina que permite o movimento relativo controlado entre duas ou mais partes. Eles limitam as perdas de energia produzidas pelo atrito (FERNANDES, 20013).

O comportamento do mancal de rolamento pode ser verificado através do tato e da audição. No entanto, para fazer a avaliação do processo de giro, é necessário girar o rolamento lentamente através do tato, isso permite constatar se o movimento está tendo dificuldades para girar ou não. Já na avaliação pela audição é necessário que o rolamento gire através de rotações reduzidas, levando em consideração o ruído emitido que se classificam como: raspantes, estrepitoso ou metálico; se isto ocorrer é porque as pistas estão sujas, descascadas, com folga ou com falta de lubrificação (FERNANDES, 2013).



Segundo Neis (2014), um mancal de rolamento em geral, é um tipo de mancal em que a carga principal é transferida por meio de elementos de contato por rolamento em vez de deslizamento. É importante observar que desde os primeiros projetos os mancais de rolos e de esferas foram padronizados mundialmente. Isso significa que é possível substituir um mancal de um automóvel fabricado em 1920 por modelos atuais.

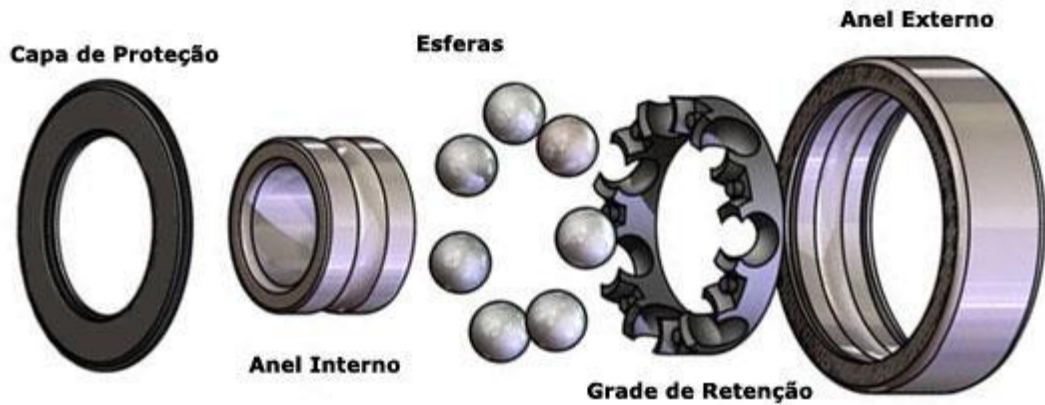


Figura 13 - Esquema de montagem de um rolamento.

Fonte: NEIS, 2014.

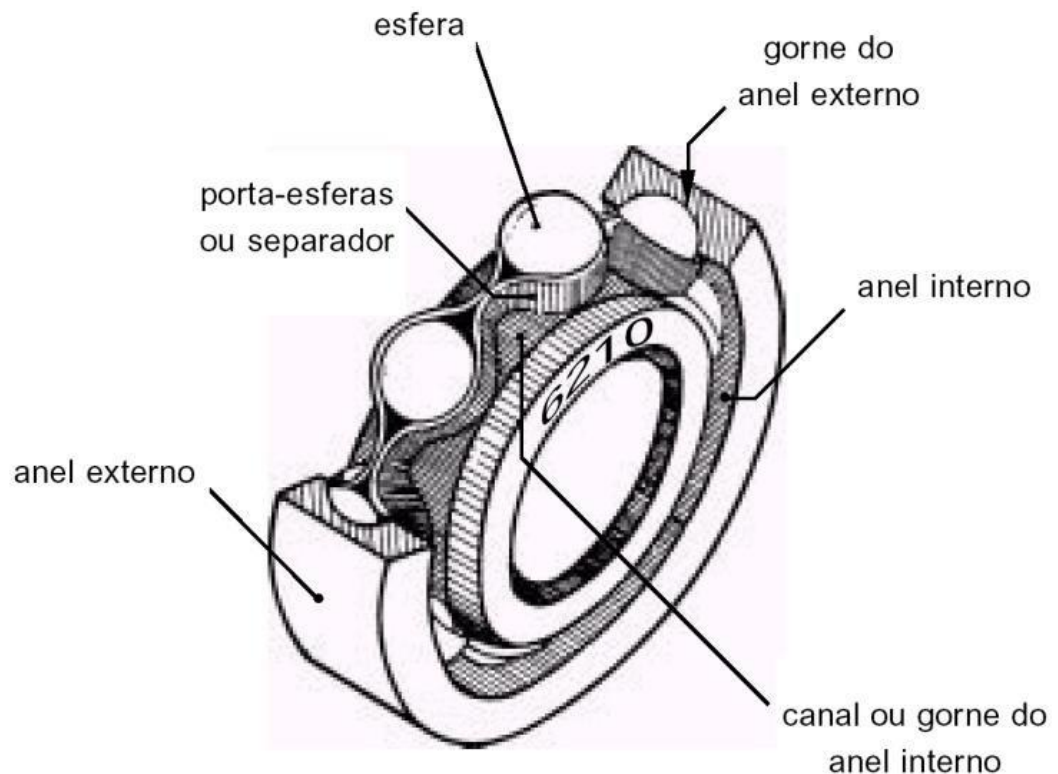


Figura 14 - Esquema simplificado de um rolamento.



Fonte: NEIS, 2014.

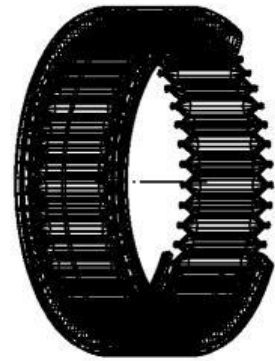
Quanto ao tipo de elemento rolante de um rolamento, estes podem ser basicamente de esferas, roletes ou agulhas:



rolamento de esfera



rolamento de rolo



rolamento de agulha

Figura 15 - Diferentes tipos de elementos rolantes nos rolamentos.

Fonte: FERNANDES, 2013.

O anel externo é fixado no mancal, enquanto o anel interno é fixado diretamente ao eixo.

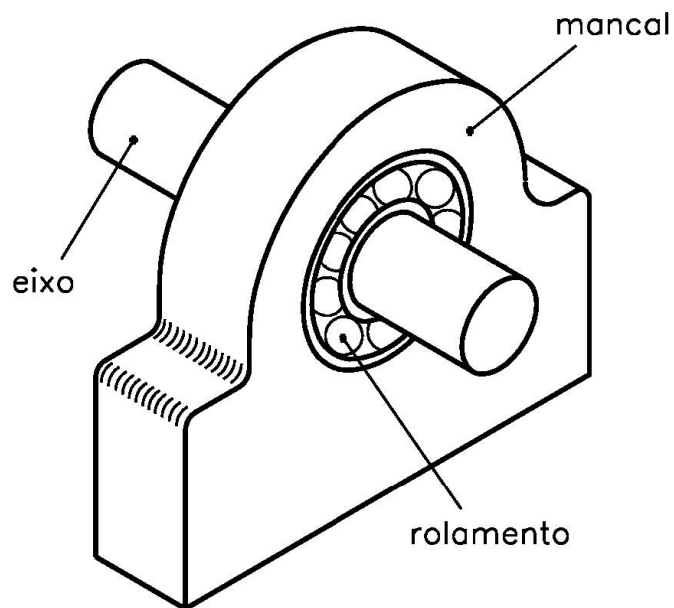
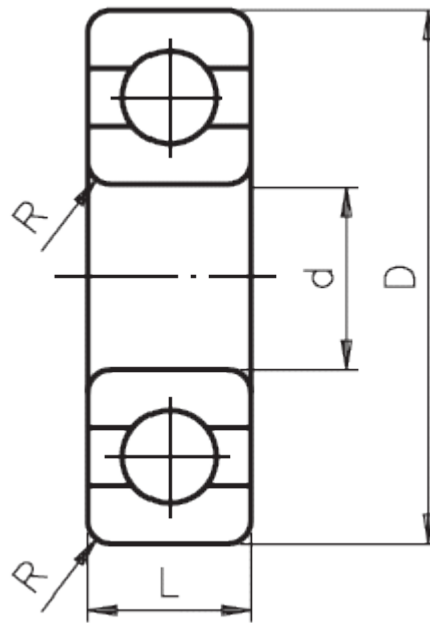


Figura 16 - Rolamento instalado dentro de alojamento.

Fonte: NEIS, 2014.



Segundo Barbosa (2011), as dimensões e características dos rolamentos são indicadas nas diferentes normas técnicas e nos catálogos de fabricantes. Ao examinar um catálogo de rolamentos, ou uma norma específica, iremos encontrar informações sobre as seguintes características:



Características do rolamento:

D: diâmetro externo;

d: diâmetro interno;

R: raio de arredondamento;

L: largura.

Vantagens:

- Menor atrito e aquecimento;
- Baixa exigência de lubrificação;
- Coeficiente de atrito de partida (estático) não superior ao de operação (dinâmico);
- Intercambialidade internacional;
- Mantém a forma de eixo;
- Pequeno aumento da folga durante a vida útil;
- Fácil inspeção e manutenção;
- Utilizado em altas temperaturas.

Desvantagens:



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

### 1.3 Rolamentos

Os rolamentos podem ser de diversos tipos: fixos de uma carreira de esferas, de contato angular de uma carreira de esferas, autocompensador de esferas, de rolo cilíndrico, autocompensador de uma carreira de rolos, autocompensador de duas carreiras de rolos, de rolos cônicos, axial de esfera, axial autocompensador de rolos, de agulha e com proteção (BARBOSA, 2011).

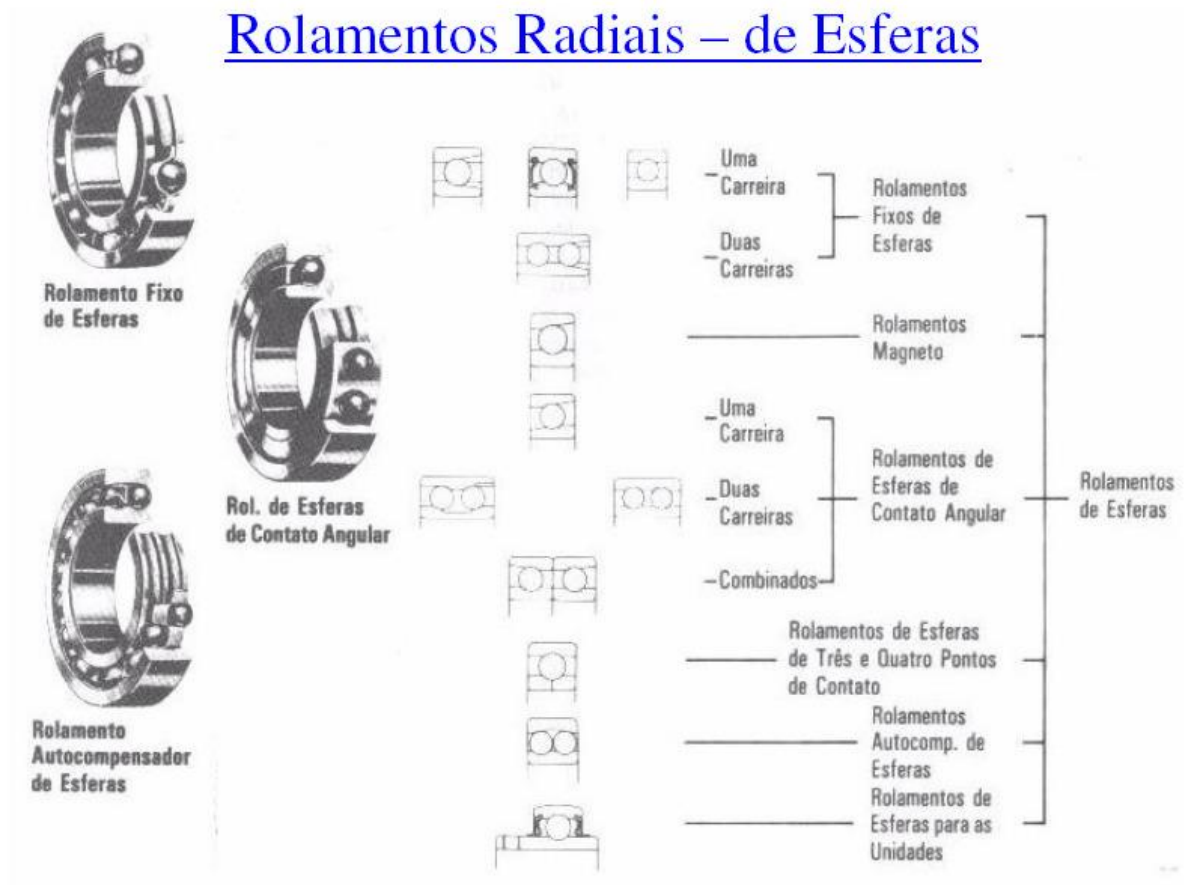


Figura 17 - Rolamento de esferas.

Fonte: BARBOSA, 2011.

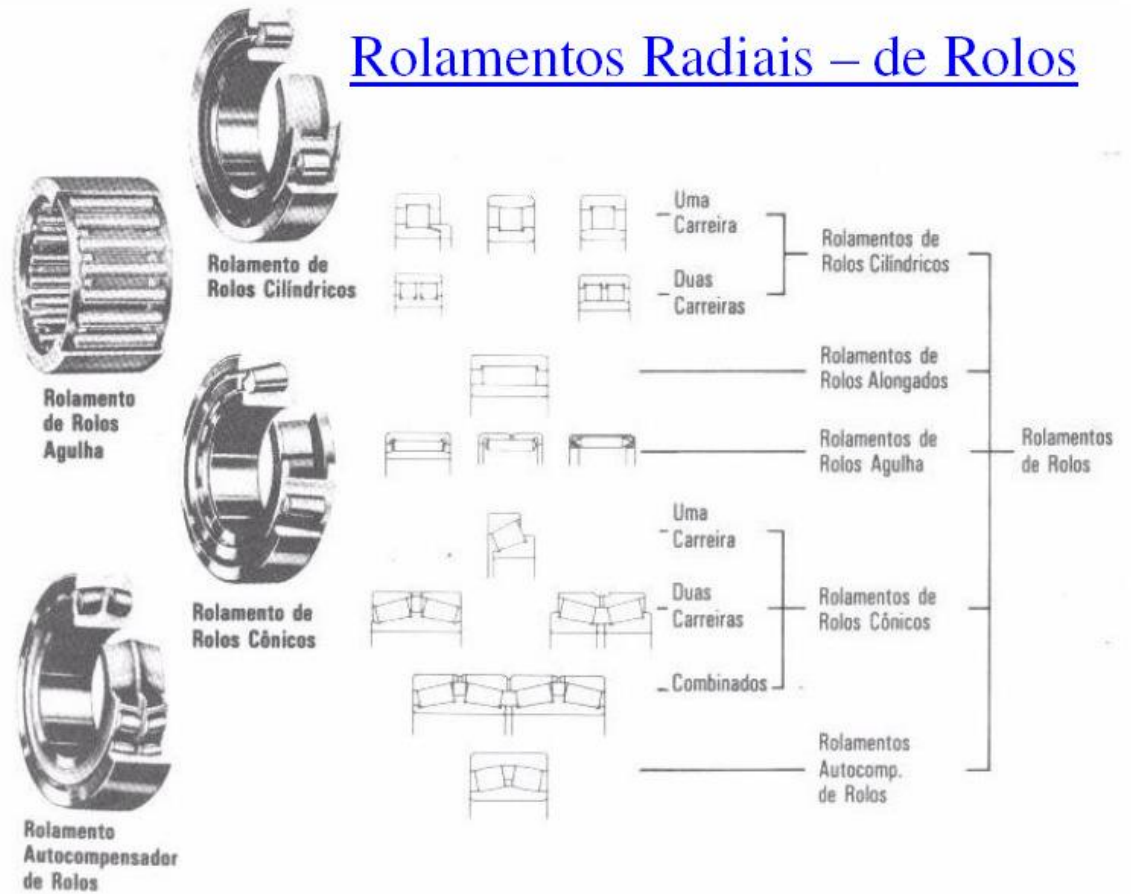


Figura 18 - Rolamentos de rolos.

Fonte: BARBOSA, 2011.



## Rolamentos Axiais – de Esferas e de Rolos

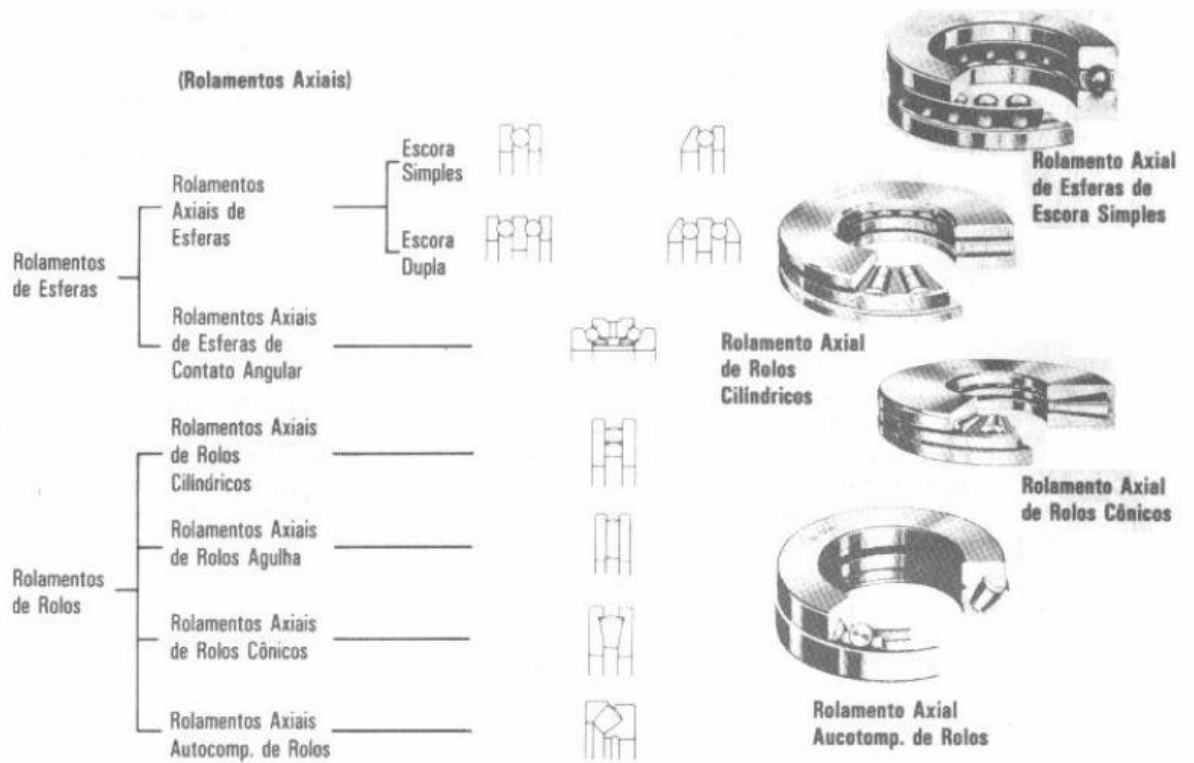


Figura 19 - Rolamentos de esferas e de rolos.

Fonte: BARBOSA, 2011.



## Rolamentos para Usos Específicos

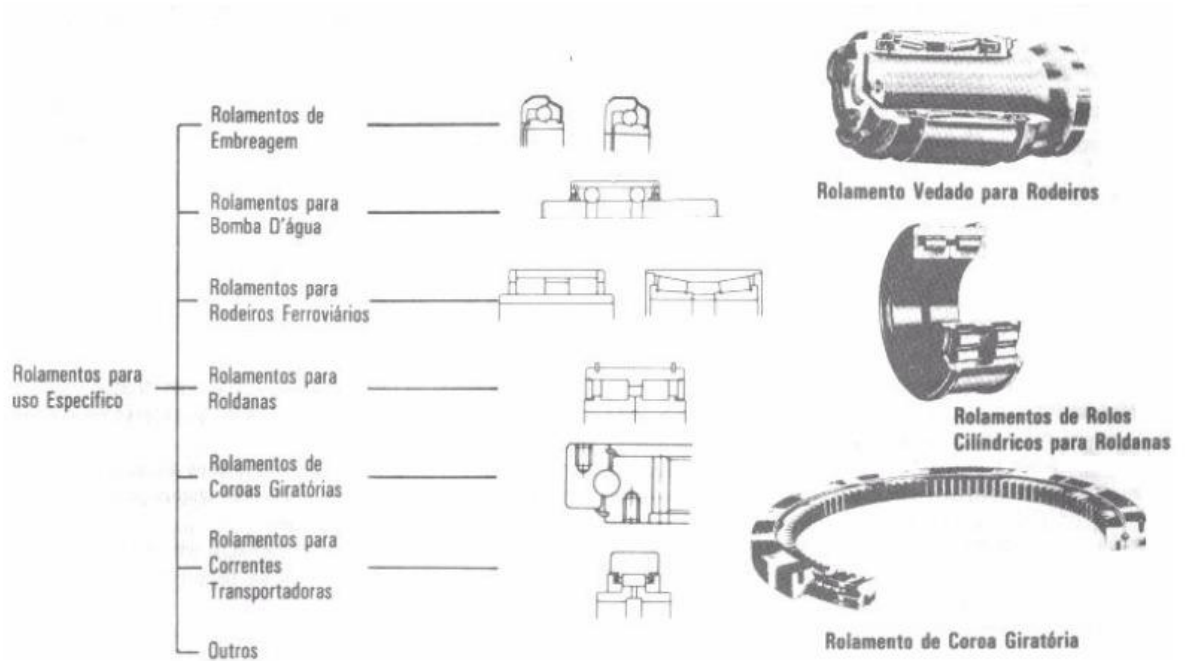


Figura 20 - Rolamentos para uso específico.

Fonte: BARBOSA, 2011.

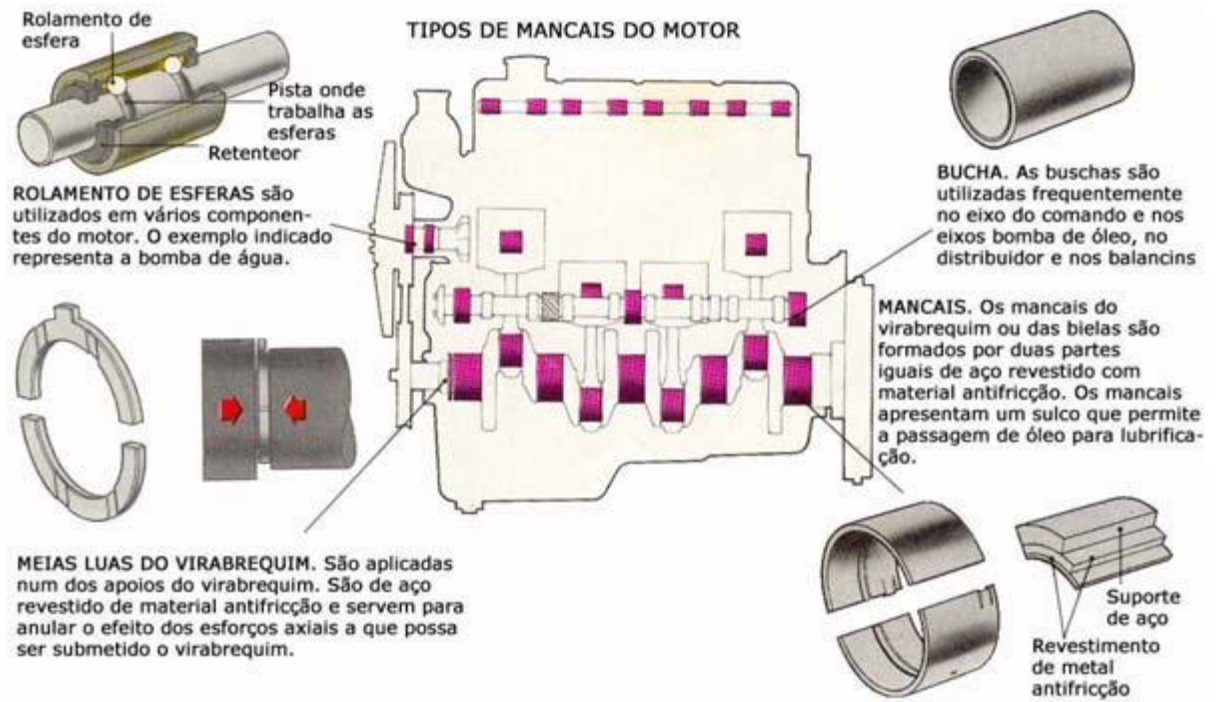


Figura 21 - Tipos de mancais em um motor.

Fonte: BARBOSA, 2011.

### 1.3.1 Tipos de rolamentos

#### 1.3.1.1 Rolamento fixo de uma carreira de esferas:

Segundo Barbosa (2011), é o mais comum dos rolamentos. Suporta cargas radiais e é apropriado para rotações mais elevadas. Sua capacidade de ajustagem angular é limitada. É necessário um perfeito alinhamento entre o eixo e os furos da caixa.

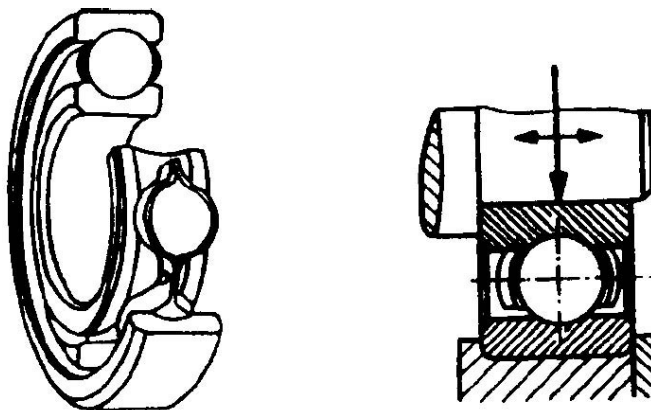


Figura 22 - Rolamento de uma carreira de esferas.

Fonte: BARBOSA, 2011.

### 1.3.1.2 Rolamento de contato angular de uma carreira de esferas:

Admite cargas axiais somente em um sentido, e deve sempre ser montado contra outro rolamento que possa receber a carga axial no sentido contrário.

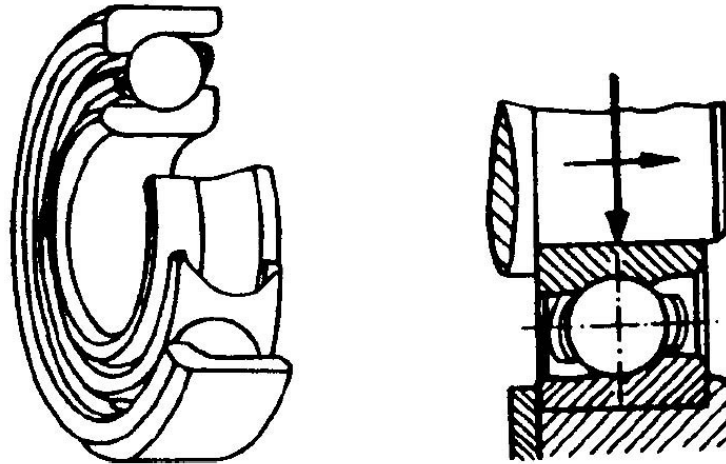


Figura 23 - rolamento angular de uma carreira de esferas.

Fonte: BARBOSA, 2011.

### 1.3.1.3 Rolamento autocompensador de esferas:

Segundo o site NSK (2013), o anel interno possui duas pistas e a pista do anel externo é esférica. O centro do raio que forma essa superfície esférica é coincidente ao centro do rolamento, conseqüentemente, o anel interno, as esferas e a gaiola iniciam-se livremente em relação ao anel externo.

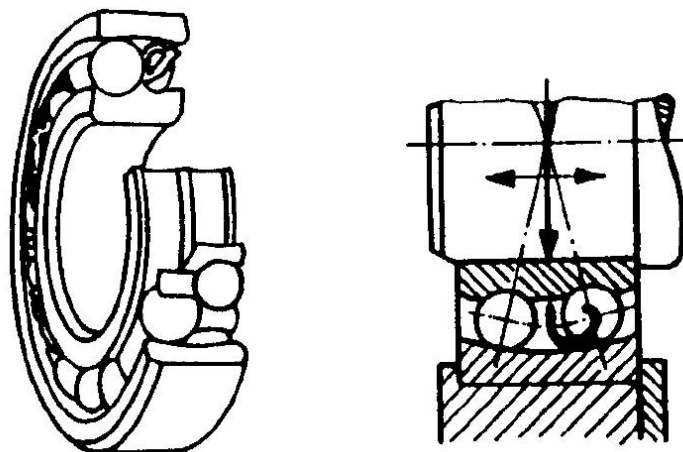


Figura 24 - Rolamento autocompensador de esferas.



Fonte: BARBOSA, 2011.

#### 1.3.1.4 Rolamento de rolo cilíndrico:

É apropriado para cargas radiais elevadas. Seus componentes são separáveis, o que facilita a montagem e desmontagem.

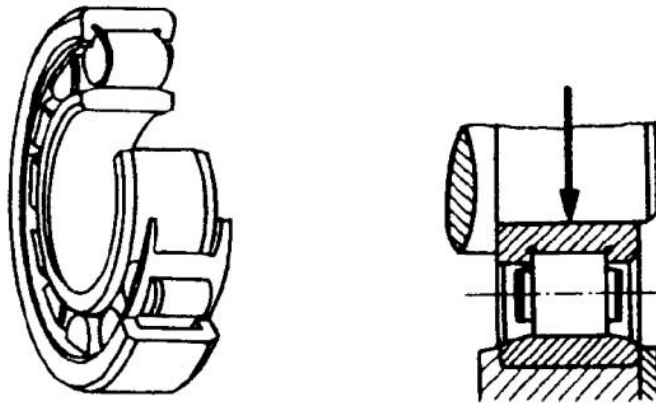


Figura 25 - Rolamento de rolo cilíndrico.

Fonte: BARBOSA, 2011.

#### 1.3.1.5 Rolamento autocompensador de uma carreira de rolos:

Seu emprego é particularmente indicado para construções em que se exige uma grande capacidade para suportar carga radial e a compensação de falhas de alinhamento.

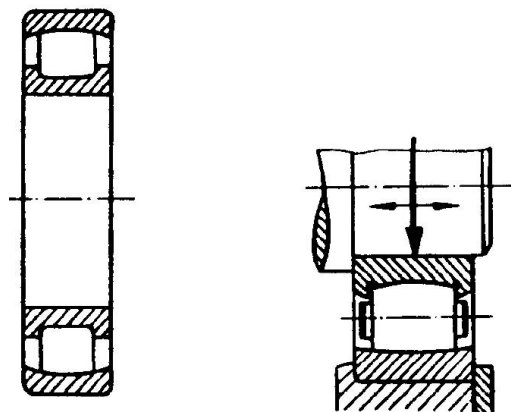


Figura 26 - Rolamento de uma carreira de rolos.

Fonte: BARBOSA, 2011.

#### 1.3.1.6 Rolamento autocompensador de duas carreiras de rolos:



É um rolamento adequado aos mais pesados serviços. Os rolos são de grande diâmetro e comprimento. Devido ao alto grau de oscilação entre rolos e pistas, existe uma distribuição uniforme de carga.

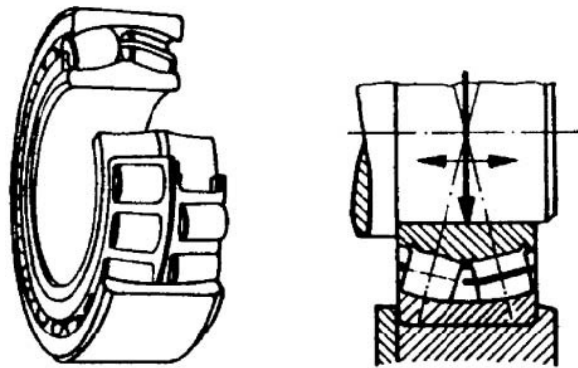


Figura 27 - Rolamento de duas carreiras de rolos.

Fonte: BARBOSA, 2011.

#### 1.3.1.7 Rolamentos de rolos cônicos:

Além de cargas radiais, os rolamentos de rolos cônicos também suportam cargas axiais em um sentido. Os anéis são separáveis. O anel interno e o externo podem ser montados separadamente. Como só admitem cargas axiais em um sentido, torna-se necessário montar os anéis nos pares, um contra o outro (BARBOSA, 2011).

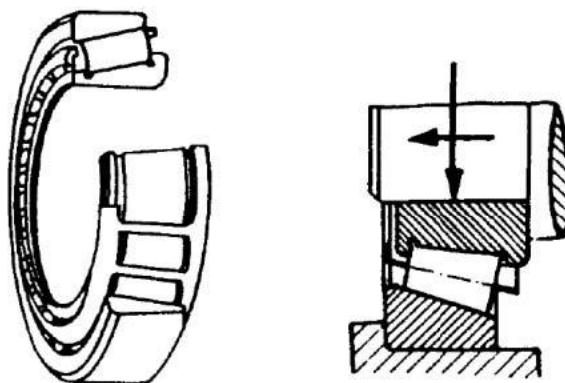


Figura 28 - Rolamento de rolos cônicos.

Fonte: BARBOSA, 2011.



### 1.3.1.8 Rolamento axial de esfera

Ambos os tipos de rolamento axial de esfera (escora simples e escora dupla) admitem elevadas cargas axiais, porém, não podem ser submetidos a cargas radiais. Para que as esferas sejam guiadas firmemente em suas pistas, é necessária a atuação permanente de uma determinada carga axial mínima (SENAI-ES, 1996).

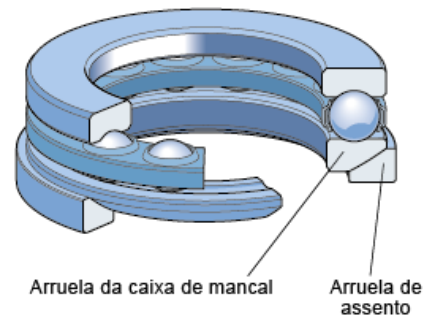


Figura 29 - Escora simples.

Fonte: SKF, 2013.

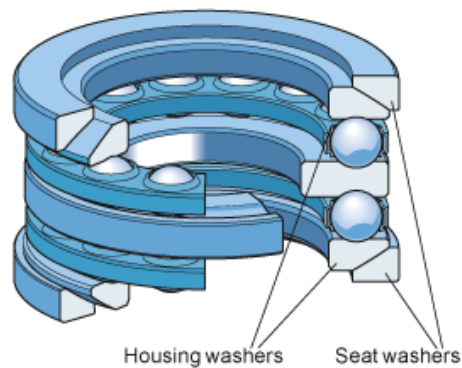


Figura 30 - Escora dupla.

Fonte: SKF, 2013.

### 1.3.1.9 Rolamento axial autocompensador de rolos

Possui grande capacidade de carga axial e, devido à disposição inclinada dos rolos, também pode suportar consideráveis cargas radiais. A pista esférica do anel da caixa confere ao rolamento a propriedade de alinhamento angular, compensando possíveis desalinhamentos ou flexões do eixo (SENAI-ES, 1996).

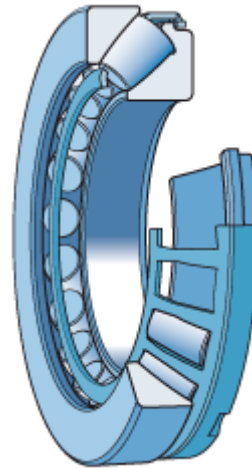


Figura 31 - Rolamento axial de rolos.

Fonte: SKF, 2013.

#### 1.3.1.11 Rolamento de agulha

Segundo Barbosa (2011), possui uma seção transversal muito fina em comparação com os rolamentos de rolos comuns. É utilizado especialmente quando o espaço radial é limitado.

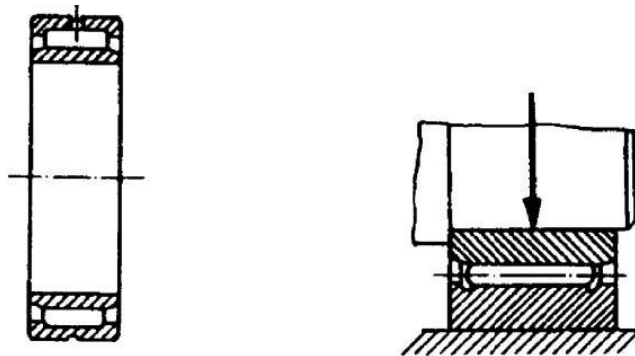


Figura 32 - Rolamento de agulhas.

Fonte: BARBOSA, 2011.

#### 1.3.1.12 Rolamentos com proteção

São assim chamados os rolamentos que, em função das características de trabalho, precisam ser protegidos ou vedados. A vedação é feita por blindagem (placa). Existem vários tipos, os principais tipos de placas são:

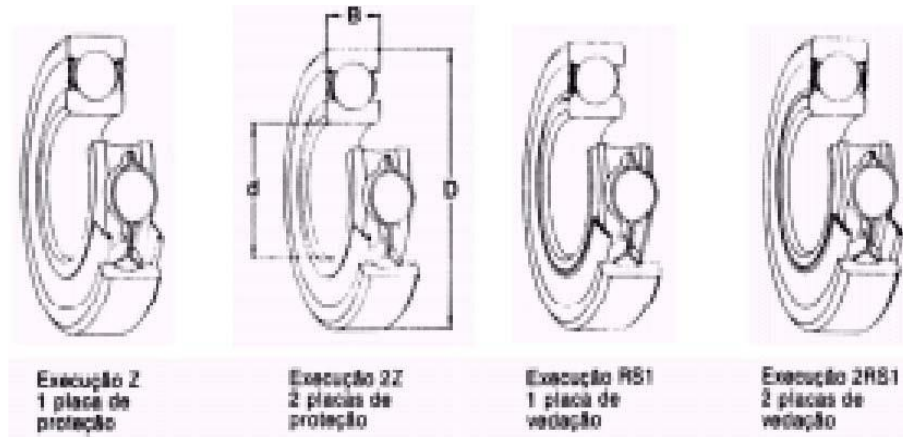


Figura 33 - Tipos de placas.

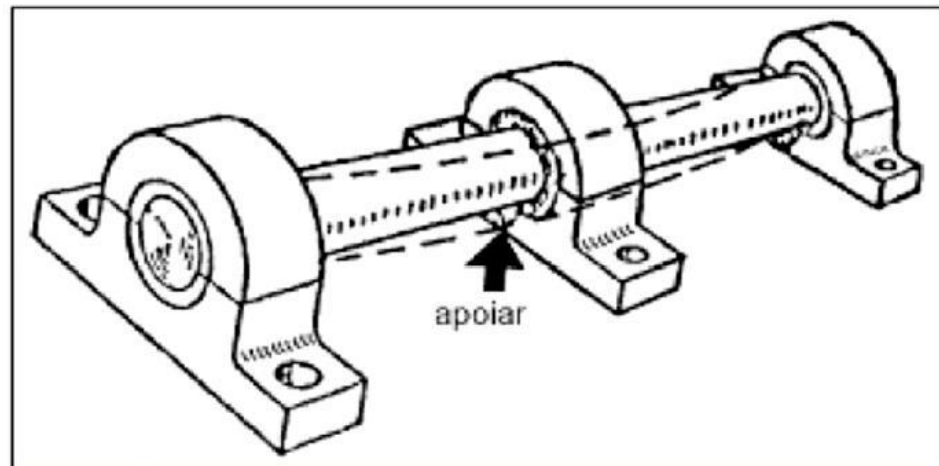


Figura 34 - Rolamentos servindo de elementos de apoio.

Fonte: NEIS, 2014.

### 1.3.2 Seleção do tipo de rolamento

O desempenho requerido nos mecanismos das mais diversas máquinas, nos aparelhos e em outros locais que utilizam os rolamentos, cada vez mais se torna severo; conseqüentemente, as condições e o desempenho exigidos aos rolamentos aumentam e diversificam-se continuamente.

Geralmente, quando da seleção do rolamento, de princípio define-se o tipo, considerando a disposição do rolamento a partir do projeto do eixo, a facilidade na instalação e na remoção, o espaço permissível, as dimensões, a disponibilidade do rolamento, etc. Em seguida, as dimensões dos rolamentos são definidas, analisando-se comparativamente, a vida



de projeto das diversas máquinas que irão utilizar os rolamentos e os vários limites de durabilidade dos rolamentos. Às vezes, somente a vida de fadiga do rolamento é considerada, no entanto, há casos que requerem um suficiente estudo quanto aos itens como o da vida de graxa em função da deterioração da graxa, de desgaste e de ruído (NSK, 2013).

Segundo Franceschi e Antonello (2014), os rolamentos são selecionados conforme:

- As medidas do eixo;
- O diâmetro interno;
- O diâmetro externo;
- A largura;
- O tipo de solicitação;
- O tipo de carga;
- O número de rotação.

Contudo, não há processo ou regras definidas para a seleção do rolamento, o mais prático é atribuir a preferência do estudo, no item de maior relação para com as condições e desempenho requeridos ao rolamento.

### 1.3.3 Cuidados com os rolamentos

Quando for necessário fazer a troca de um rolamento, deve-se tomar muito cuidado, verificando sua procedência e seu código correto.

Antes da instalação, é necessário verificar os catálogos dos fabricantes e das máquinas, sempre seguindo as especificações recomendadas.

Segundo Barbosa (2011), na montagem, devem ser tomados os seguintes cuidados:

- Verificar se as dimensões do eixo e dos cubos estão corretas;
- Usar o lubrificante recomendado pelo fabricante;
- Remover rebarbas;
- No caso de reaproveitamento do rolamento, deve-se lavá-lo e lubrificá-lo imediatamente para evitar oxidação;
- Não usar estopas nas operações de limpeza;
- Trabalhar em ambiente livre de pó e umidade.



Os defeitos mais comuns nos rolamentos ocorrem por alguns fatores:

Desgaste: pode ser causado por:

- Deficiência de lubrificação;
- Presença de partículas abrasivas;
- Oxidação (ferrugem);
- Desgaste por patinação (girar em falso).



Figura 35 - Fases do desgaste.

Fonte: BARBOSA, 2011.

Fadiga: Segundo Barbosa (2011), a origem da fadiga está no deslocamento da peça, ao girar em falso. A peça se descasca, principalmente nos casos de carga excessiva. Descascamento parcial revela fadiga por desalinhamento, ovalização ou por conificação do alojamento.

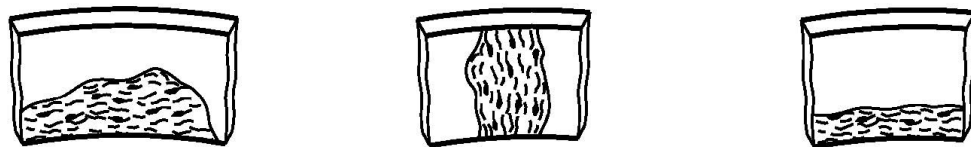


Figura 36 - Fadiga.

Fonte: BARBOSA, 2011.

#### 1.4 Lubrificação dos rolamentos

Segundo a NSK (2013), a lubrificação dos rolamentos tem como objetivo a redução do atrito e do desgaste interno para evitar o superaquecimento. Os efeitos da lubrificação são os seguintes:

- Redução do atrito e desgaste: O contato metálico entre os anéis, corpos rolantes e a gaiola, que são os componentes básicos, é evitado por uma película de óleo que reduz o atrito e o desgaste.



- Prolongamento da vida de fadiga: A vida de fadiga dos rolamentos é prolongada, quando estiverem lubrificadas suficientemente nas superfícies de contato rotativo durante o giro. Inversamente, a baixa viscosidade do óleo implicará na ineficiência da película lubrificante diminuindo a vida.
- Dissipação do calor de atrito, resfriamento: Evita a deterioração do óleo lubrificante e previne o aquecimento do rolamento, resfriando e dissipando através do óleo, o calor originado no atrito ou o calor de origem externa.

A lubrificação de maneira adequada também evita que partículas estranhas penetrem no interior do rolamento, além de prevenir a oxidação e a corrosão.

#### 1.4.1 Métodos de lubrificação

De acordo com a NSK (2013), os métodos de lubrificação dos rolamentos são divididos em lubrificação a graxa ou a óleo. O primeiro passo para obter o suficiente desempenho da capacidade do rolamento, é a adoção de um método de lubrificação que seja o mais adequado para a aplicação proposta e as condições de operação. Ao considerarmos somente a lubrificação, é superior a lubrificação com o óleo, no entanto, a lubrificação a graxa tem a particularidade de permitir a simplificação da configuração dos conjugados ao rolamento.

#### 1.4.2 Lubrificação a graxa

A lubrificação deve seguir as especificações do fabricante da máquina ou equipamento. Na troca de graxa, é preciso limpar a engraxadeira antes de colocar graxa nova. As tampas devem ser retiradas para limpeza. Se as caixas dos rolamentos tiverem engraxadeiras, deve-se retirar toda a graxa e lavar todos os componentes (GORDO e FERREIRA, [200-?]).

#### 1.4.3 Lubrificação a óleo



Olhar o nível do óleo e completa-lo quando for necessário. Verificar se o respiro está limpo. Sempre que for trocar o óleo, o óleo velho deve ser completamente drenado e todo o conjunto lavado com o óleo novo. Na lubrificação em banho, geralmente se faz a troca a cada ano quando a temperatura atinge, no máximo, 50 graus e sem contaminação; acima de 100 graus, quatro vezes ao ano; acima de 120 graus, uma vez ao mês; acima de 130 graus, uma vez por semana, ou a critério do fabricante (GORDO e FERREIRA, [200-?]).

### 1.5 Montagem e desmontagem dos rolamentos

A remoção de um rolamento é feita por meio de uma ferramenta chamada saca rolamento ou saca polia, ou simplesmente extrator, as garras devem ser postas preferencialmente sobre o anel interno. Caso não seja possível colocar as garras sobre o anel interno, deve ser colocado no anel externo. Neste caso, o rolamento deve ser constantemente girado para evitar danificar as esferas e a pista (NEIS, 2014).



Figura 37 - Saca rolamento.

Fonte: NEIS, 2014.



Figura 38 - Extrator no anel interno.

Fonte: NEIS, 2014.



Figura 39 - Extrator no anel externo.

Fonte: NEIS, 2014.

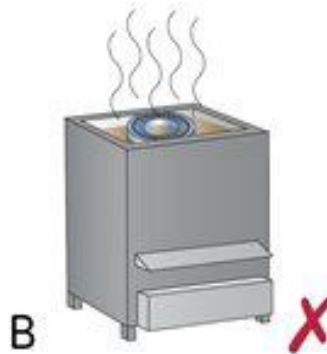
Na falta de uma ferramenta extratora, pode-se empregar uma punção. Deve-se escolher uma punção feita de material mole e bater sobre o anel interno de maneira suave.

A montagem do rolamento classifica-se em montagem a frio e a quente:

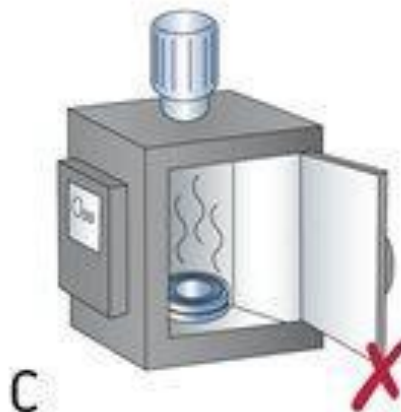
Segundo Neis (2014), na montagem a frio deve-se bater sempre no anel interno usando uma ferramenta em forma de anel, uma punção ou uma prensa hidráulica. Na montagem a quente os tipos de aquecimento para a montagem podem ser: aquecimento por chama, aquecimento por banho de óleo, aquecimento em fornos e aquecimento por indução eletromagnética.



O uso de uma chama aberta para aquecer um rolamento não é apenas ineficiente e sem controle, mas também leva a danos no rolamento. Esse método não deve ser usado.

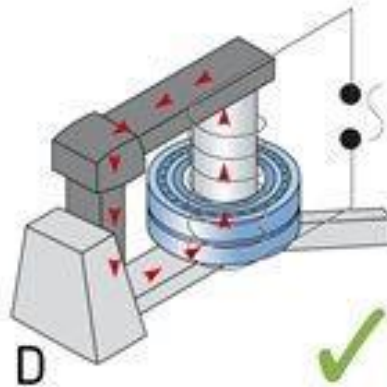


Banhos de óleo, às vezes, são usados para aquecer rolamentos. A temperatura do banho gira em torno de 100 ou 120 graus antes de montá-lo sobre seu eixo. Este tipo de montagem não se aplica a rolamentos blindados ou velados. Os banhos de óleo demoram para atingir a temperatura necessária, além disso, é difícil controlar a temperatura real do rolamento. O consumo de energia de um banho de óleo também é significativamente maior do que usar um aquecedor por indução. O risco de contaminação do rolamento devido ao óleo sujo é grande e pode levar à falha prematura do rolamento (NEIS, 2014).





Fornos e chapas quentes são normalmente usados para o aquecimento em lote de pequenos rolamentos e é uma técnica aceitável. Entretanto, para rolamentos maiores, o uso de fornos e chapas quentes é bastante ineficiente e demorado (NEIS, 2008).



Aquecedores de indução são a forma moderna, eficiente e segura de aquecer rolamentos. Em operação, eles são normalmente mais rápidos, limpos, confortáveis e fáceis de usar do que outros métodos de aquecimento.

## 2 Metodologia de pesquisa

A metodologia escolhida para o desenvolvimento deste trabalho foi a pesquisa bibliográfica em diversas fontes relevantes publicadas anteriormente. O trabalho foi realizado a partir de publicações de materiais tais como, catálogos específicos de fabricantes, artigos de universidades, sites de fabricantes, apostilas de universidades, livros e trabalhos de conclusão de curso. A pesquisa teve como objetivo buscar esclarecer conhecimentos técnicos sobre os mancais e rolamentos, a fim de melhorar o conhecimento científico sobre esses elementos de máquinas.

Inicialmente, foram apresentadas as definições fundamentais sobre os mancais, tais como conceitos sobre mancais, a sua extrema relevância para o perfeito funcionamento de máquinas e os seus principais tipos.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA - AM.  
DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
AMAZONAS

Este trabalho teve como objetivo explicar o funcionamento dos mancais, os tipos de mancais, seu uso em cada tipo de máquina, seus rolamentos e suas características e sua lubrificação que é de alta relevância para o prolongamento da sua vida útil.



## CONCLUSÃO

Como pode ser visto no decorrer do trabalho, o objetivo principal foi alcançado, uma vez que o estudo e as pesquisas feitas mostraram a grande importância do uso dos mancais e rolamentos nas máquinas de diversas áreas, dando ênfase aos seus principais tipos e métodos para prolongar sua vida útil.

A presente pesquisa mostrou também as vantagens e desvantagens dos tipos de mancais referidos e sua vida útil levando-se em consideração sua aplicação em tipos diferentes de cargas e os cuidados tomados para o prolongamento dessa vida útil.

As informações dadas permitem avaliar as diversas aplicações e a extrema importância desse elemento de máquina que contribui para um perfeito funcionamento de máquinas diversas. Foram citados também os diversos tipos de rolamentos e seus modos de lubrificação para a redução do atrito e do seu desgaste interno, evitando assim o seu superaquecimento.

Fica como proposta para trabalhos futuros o estudo dos mancais magnéticos, que tem como maior vantagem, o fato de não ser necessário o uso de lubrificantes pois não há atrito entre as peças.



## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Julio César. **Mancais de deslizamento**. Universidade Federal do Paraná. 200?. 88 p. Disponível em: <[http://www.ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/EngMec\\_NOTURNO/TM356/Prof\\_Jorge\\_Erthal/Aulas/10-Mancais%20de%20Deslizamento.pdf](http://www.ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/EngMec_NOTURNO/TM356/Prof_Jorge_Erthal/Aulas/10-Mancais%20de%20Deslizamento.pdf)> Acesso em: 9 Nov. 2016.

ANDRADE JÚNIOR, Irajá Gaspar. **Tecnologia de Rolamento**. São Paulo: Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel, 1994 32p.

BARBOSA, João Paulo. **Elementos de máquinas**. Instituto Federal do Espírito Santo – Campus São Mateus. 2011. 212 p. Disponível em: <[http://www.ftp.cefetes.br/Campus/SaoMateus/Coordenadorias/Mecanica/Professores/joaopb/Apostila\\_Elementos\\_2011.pdf](http://www.ftp.cefetes.br/Campus/SaoMateus/Coordenadorias/Mecanica/Professores/joaopb/Apostila_Elementos_2011.pdf)> Acesso em: 9 Nov. 2016.

CRUZ, A. J. R. S. **Elementos de máquinas**. 104 p. 2 Mar. 2008.

FERNANDES, Ulysses de Barros. **Conceitos essenciais sobre mancais de rolamento e deslizamento**. Faculdade de Tecnologia de Garça (FATEC). 2013. 10 p. Disponível em: <[http://www.fatecgarca.edu.br/revista/Volume/Artigo\\_8\\_Volume\\_2.pdf](http://www.fatecgarca.edu.br/revista/Volume/Artigo_8_Volume_2.pdf)> Acesso em: 8 Nov. 2016.

FRANCESCHI, Alessandro; ANTONELLO, Miguel G. **Elementos de máquinas**. Colégio Técnico Industrial da Universidade Federal de Santa Maria. 2014. 151 p. Disponível em: <[http://www.estudio01.proj.ufsm.br/cadernos\\_mecanica/primeira\\_etapa/elementos\\_maquina.pdf](http://www.estudio01.proj.ufsm.br/cadernos_mecanica/primeira_etapa/elementos_maquina.pdf)> Acesso em: 9 Nov. 2016.

NEIS, Patric Daniel. **Mecânica aplicada: Apostila de mancais**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2014. 27 p. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br>> Acesso em: 10 Nov. 2016.

NETO, P. S. **Fundamentos para o projeto de componentes de máquinas**. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. MG, 2005. 430 p.

Noções Básicas de Elementos de Máquinas – Mecânica – SENAI – ES. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/arquivos/72/72.pdf>> Acesso em: 11 Nov. 2016.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA - AM.  
DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
AMAZONAS

NSK Rolamentos. **Catálogo Geral**. Disponível em: <[http://www.nsk.com.br/upload/file/flipbook/Catalogo\\_Geral\\_NSK/Catalogo\\_Geral\\_NSK/Catálogo%20Geral%20NSK.html#p=7](http://www.nsk.com.br/upload/file/flipbook/Catalogo_Geral_NSK/Catalogo_Geral_NSK/Catálogo%20Geral%20NSK.html#p=7)> Acesso em: 10 Nov. 2016.