

## Conceitos essenciais sobre mancais de rolamento e de deslizamento

**Débora Ariana Correa da Silva**

**Érika Barbosa dos Santos**

**Prof. Dr. Ulysses de Barros Fernandes**

Tecnologia em Mecatrônica Industrial

Faculdade de Tecnologia de Garça (FATEC)

[deiaariana@hotmail.com](mailto:deiaariana@hotmail.com)

[erikamecatronica@hotmail.com](mailto:erikamecatronica@hotmail.com)

[ulyssesbfernandes@yahoo.com.br](mailto:ulyssesbfernandes@yahoo.com.br)

**Abstract:** *This article describes the functionality of the bearing and its application in various types of loads. The bearing is a machine element that has extreme importance for the mechanical systems, it is the key to the axle support. If there is some problem in bearing, accuracy of machine operation will be compromised and the production line will suffer accordingly. For this reason it is essential that the bearing is constantly evaluated and applied in a particular load it can withstand and function properly.*

**Resumo.** *Este artigo descreve a funcionalidade do mancal e sua aplicação em variados tipos de cargas. O mancal é um elemento de máquina que possui extrema importância para os sistemas mecânicos, ele é a peça fundamental para o suporte do eixo. Havendo algum problema no mancal, a exatidão do funcionamento da máquina será comprometido e a linha de produção consequentemente será prejudicada. Por esse motivo é essencial que o mancal seja constantemente avaliado e aplicado em uma determinada carga que ele possa suportar e funcionar corretamente.*

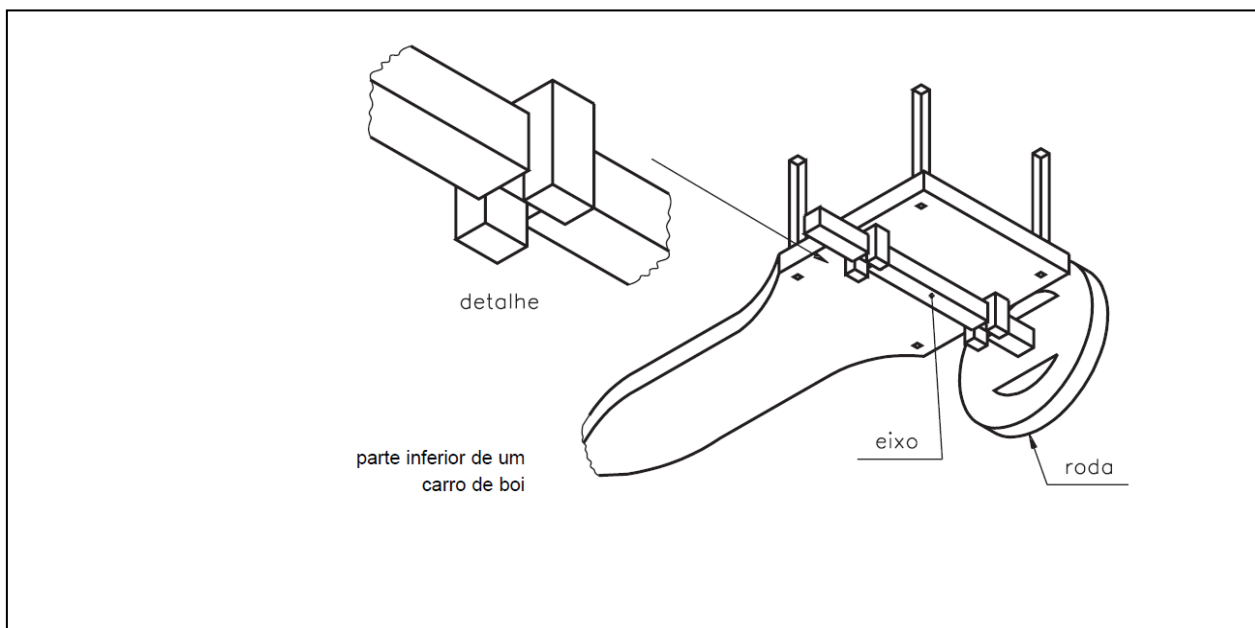
## 1.Introdução

O carro de boi é utilizado para transporte de alimentos e animais, sendo muito requisitado em algumas regiões do país. Este transporte, mesmo parecendo muito simples em sua construção e reparo, não seria útil se lhe faltasse um elemento de máquina: o mancal.

Segundo, ANDRADE JÚNIOR (1994), 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.

O carro de boi se constitui 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.

Conforme mostra figura abaixo:



**Figura1:** Parte inferior de um carro de boi.

Os mancais são de grande relevância para o perfeito funcionamento das máquinas, caso ocorram falhas nos mancais grandes prejuízos podem ser percebidos na produção. Existem dois tipos de mancais mais utilizados :

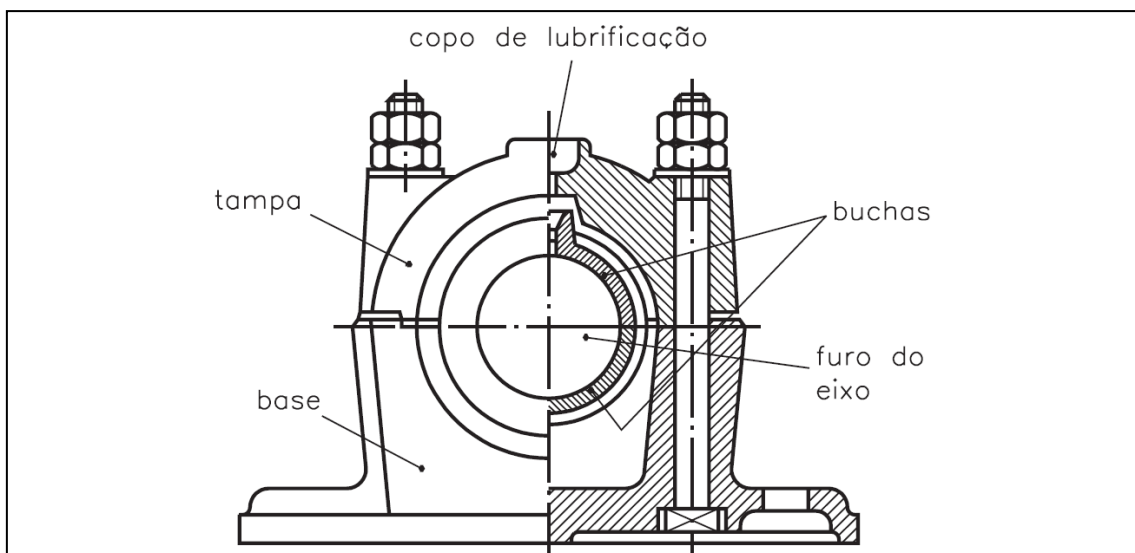
- Deslizamento e ;
- Rolamento.

### 1.1 Mancal de deslizamento

A função do mancal de deslizamento é servir de apoio para eixos girantes. Estes mancais estão sujeitos às forças de atrito devido a rotação do eixo, ou seja, o atrito ocorre devido ao contato da superfície do eixo com o mancal.

Os mancais são constituídos de uma bucha fixada em um suporte e são utilizados em máquinas pesadas e em equipamentos de baixa rotação, porque a baixa velocidade evita o superaquecimento dos equipamentos expostos ao atrito. São simples de montar e desmontar. A vida útil dos mancais de deslizamento poderá ser prolongada seguindo alguns parâmetros: os materiais necessitam ser muito bem escolhidos e apropriados a partir do desenvolvimento do projeto de fabricação. O projeto de fabricação deverá prever os modos para os trabalhos de manutenção, conservação, limpeza, lubrificação, alinhamento e reposição, mas no caso de possíveis danos faz-se importante considerar as principais funções dos mancais de deslizamento, que são: apoiar e guiar os eixos.

Abaixo figura de um mancal de deslizamento:



**Figura 2** :Constituição de um mancal de deslizamento

## 1.2 Mancal de rolamento

Este tipo de mancal é utilizado quando é necessário maior velocidade e menor atrito.

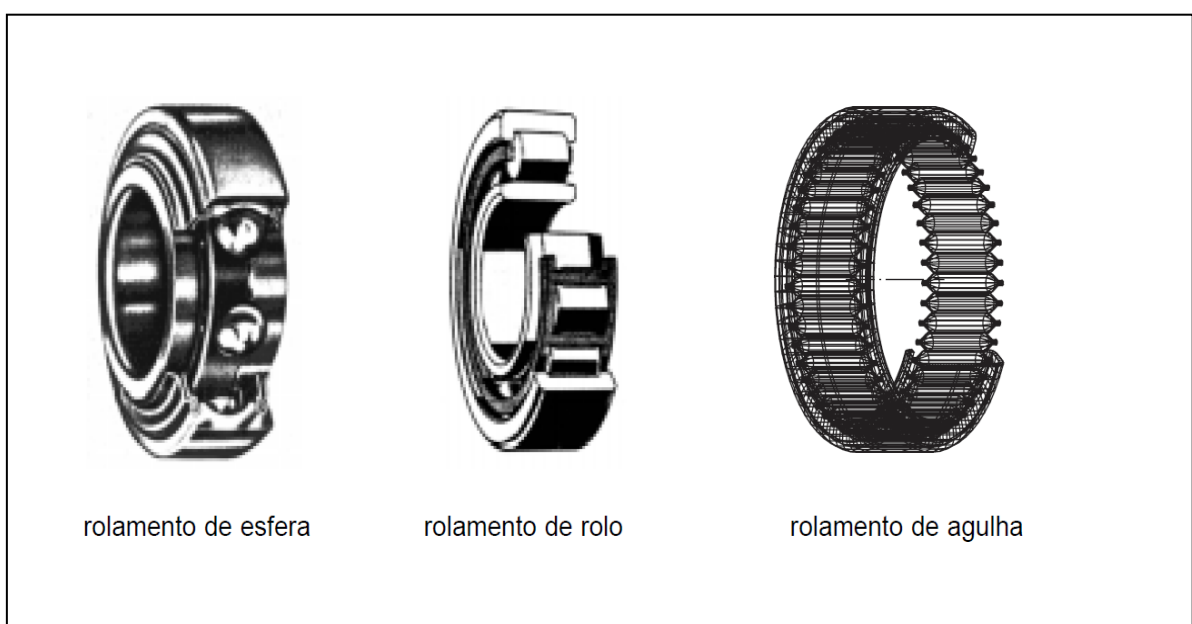
Quando o eixo gira dentro do furo é produzido o atrito denominado de escorregamento. Para reduzir esse atrito utiliza-se o rolamento: que é um elemento de máquina que permite o movimento relativo controlado entre duas ou mais partes. Eles limitam as perdas de energia produzidas pelo atrito.

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 folgas ou com falta de lubrificação.

O mancal de rolamento é constituído de dois anéis concêntricos e entre esse anéis são colocados elementos rolantes como:

- Esfera, Rolete e Agulha.

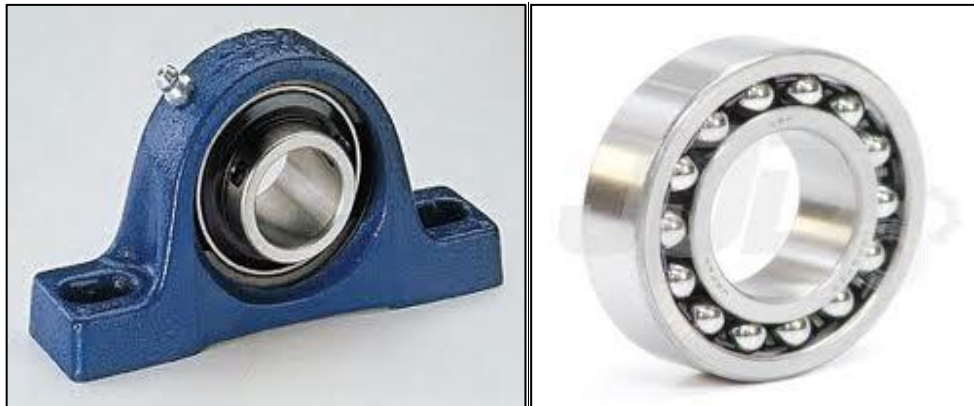
As figuras abaixo representam os três tipos de mancais : esfera, rolete e agulha:



**Figura 3:**Tipos de mancal de rolamento

### 1.2.1.Esferas

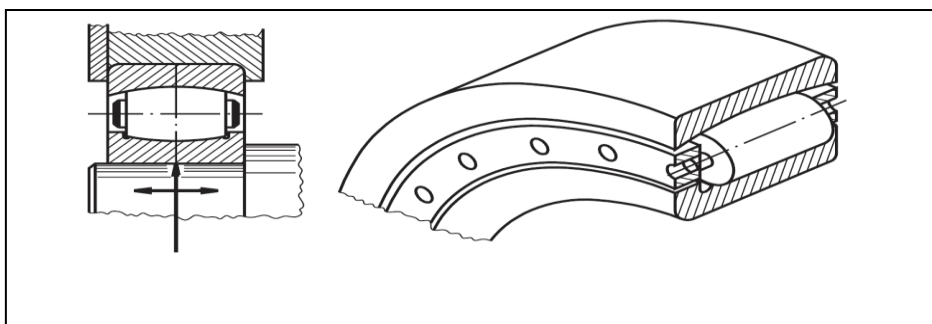
Mancal de rolamento esfera é apropriado para rotações mais elevadas. A transmissão do anel com a esfera é precisa e desse modo a lubrificação é essencial, pois as esferas fazem seu movimento em um único caminho entre os anéis, permitindo o livre movimento do eixo.



**Figura 4:**Mancais de rolamento esfera

### 1.2.2.Roletes

São elementos de máquinas com o formato de rolos cônicos, cilíndricos ou barriletes espalhados por todo centro entre os dois anéis como as esferas, mas somente permitem que os rolos fiquem fixos e utilizados quando se precisa de velocidades menores e cargas maiores.

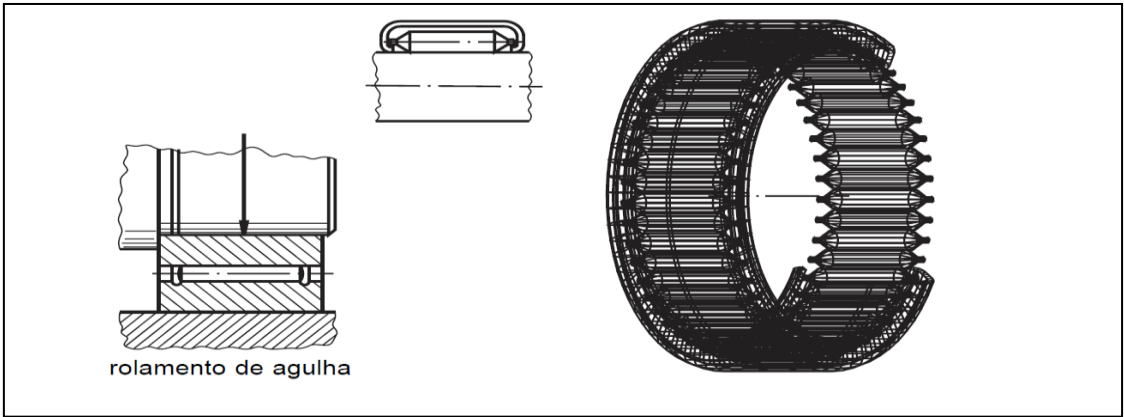


**Figura 5:**Mancal de rolamento Rolete

### 1.2.3.Agulha

Os corpos rolantes que estão entre os anéis são de pequenos diâmetros de no máximo 5mm e comprimento 3 a 10 vezes maior que o diâmetro. Estes são utilizados para

mecanismos oscilantes em razão dos rolamentos de agulha terem alta rigidez, onde o espaço radial é limitado e a carga não é constante.



**Figura 6:**Mancal rolamento agulha

Nesta tabela abaixo são apresentados alguns tipos de rolamentos agulha:

| Tabela 1.9 Principais tipos de rolamentos de agulhas |                                            |              |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------|
| Construção                                           | Tipo                                       |              |
|                                                      | Rolamento de agulha com gaiola             |              |
|                                                      |                                            |              |
|                                                      | Rolamento de agulha com pista retificada   |              |
|                                                      |                                            |              |
|                                                      | Rolamento de agulhas tipo bucha de agulhas |              |
|                                                      |                                            |              |
|                                                      | Rolo de apoio                              | Rolo de leva |
|                                                      |                                            |              |

**Figura 7:**Principais tipos de rolamentos agulha

### 2.1 Dimensionamento do rolamento

O dimensionamento do rolamento passa por três etapas.

**A. etapa: escolha do tipo do rolamento:** Para a escolha do tipo de rolamento, leva-se em conta o tipo de solicitação à qual o mesmo estará submetido.

**B. etapa: escolha do tamanho do rolamento:** Após ter escolhido o tipo de rolamento, o próximo passo é a escolha do tamanho do rolamento, através de catálogos de fabricantes, baseando-se no diâmetro externo do eixo sobre o qual será montado o rolamento, que é denominado igual ao diâmetro interno do rolamento.

**C. etapa: verificações:** Após as etapas 1 e 2, retira-se do catálogo do fabricante as capacidades do rolamento, que são:

C.1 **rotação máxima de trabalho:**  $n_{\max}$  é a máxima rotação onde o rolamento pode trabalhar para carga estática ( $n < 10$  rpm) e para carga dinâmica ( $n \geq 10$  rpm).

C.2 **capacidade de carga estática:**  $C_0$  - é a carga estática que provoca no elemento rolante ou na pista uma deformação plástica permanente da ordem de 1/10000 vezes o diâmetro do elemento girante.

C.3 **capacidade de carga dinâmica:**  $C$  - é a carga sob a qual 90% dos rolamentos experimentados, alcança para uma vida de um milhão de rotações, sem apresentar sinais de fadiga.

As verificações realizadas são:

(a) Rotação máxima de trabalho

$$N_{\text{trab}} \leq N_{\max}$$

(b) Capacidade de carga estática

$$C_0 \min \leq C_0$$

$$\text{Com: } C_0 \min = s_0 \cdot P_0 \quad e$$

$$P_0 = X_0 \cdot P_r + Y_0 \cdot P_a$$

O coeficiente de segurança  $s_0$  é dado na tabela abaixo, em função da aplicação do rolamento

| <b>Aplicação</b>                                                                                       | <b><math>s_0</math></b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| <b>Rolamentos que não giram</b>                                                                        |                         |
| Pás de hélice de passo variável para aviões                                                            | $\geq 0,5$              |
| Instalações de comportas de barragens, aliviadores e eclusas                                           | $\geq 1$                |
| Pontes móveis                                                                                          | $\geq 1,5$              |
| Ganchos de grandes guindastes sem forças dinâmicas adicionais significativas                           | $\geq 1$                |
| Ganchos de pequenos guindastes para mercadorias a granel com forças dinâmicas adicionais consideráveis | $\geq 1,6$              |
| <b>Rolamentos em rotação</b>                                                                           |                         |
| onde o serviço é suave e sem vibrações                                                                 | 0,5                     |
| onde o serviço e as condições de vibração são normais                                                  | 1                       |
| onde atuam intensas cargas de choque                                                                   | 1,5 a 2                 |

Coeficiente de Segurança para Cálculo de Mancais de Rolamento Capacidade de Carga Estática

Os valores dos coeficientes  $X_0$  e  $Y_0$  são função do tipo de rolamento considerado e da relação entre as forças radiais e axiais que solicitam o rolamento. Para cada caso, são dadas nos catálogos dos fabricantes.

### (c) Capacidade de carga dinâmica - Vida do rolamento

$$L_{esp} \geq L_{des}$$

$$\text{Com : } L_{esp} = \frac{1.000.000}{60.n} \left( \frac{C}{P} \right)^p$$

$$\text{Com: } P = X \cdot P_r + Y \cdot P_a$$

onde X e Y têm as mesmas considerações feitas para de  $X_0$  e  $Y_0$ .

p é função do tipo de rolamento, e vale: 3, para rolamentos de esferas  
10/3, para rolamentos de rolos.

A tabela abaixo sugere valores de vidas desejadas para rolamentos, em função da aplicação.

| Guia para valores de vida nominal requerida $L_{10h}$ em diferentes classes de máquinas                                                                                                                                                                                                      |                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Classe de máquina                                                                                                                                                                                                                                                                            | $L_{10h}$<br>horas de trabalho |
| Eletrodomésticos, máquinas agrícolas, instrumentos, aparelhos técnicos para uso médico                                                                                                                                                                                                       | 300 a 3 000                    |
| Máquinas utilizadas em curtos períodos ou intermitentemente:<br>Máquinas ferramentas manuais, dispositivos de elevação em oficinas, máquinas para construções                                                                                                                                | 3 000 a 8 000                  |
| Máquinas para trabalhar com alta confiabilidade durante períodos curtos ou intermitentemente:<br>Elevadores, guindastes para produtos embalados, ou amarras de tambores, fardos, etc.                                                                                                        | 8 000 a 12 000                 |
| Máquinas para 8 horas de trabalho, não totalmente utilizadas:<br>Transmissões de engrenagens para uso geral, motores elétricos para uso industrial, trituradores rotativos, etc.                                                                                                             | 10 000 a 25 000                |
| Máquinas para 8 horas de trabalho diário, totalmente utilizadas:<br>Máquinas ferramentas, máquinas para trabalhar madeira, máquinas para indústria mecânica em geral, guas para materiais a granel, ventiladores, correias transportadoras, máquinas de impressão, centrifugas e separadores | 20 000 a 30 000                |
| Máquinas para trabalho contínuo, 24 horas por dia:<br>Caixas de pinhões para laminadores, maquinário elétrico de porte médio, compressores, elevadores de minas, bombas, máquinas têxteis                                                                                                    | 40 000 a 50 000                |
| Equipamentos de abastecimento de água, fornos rotativos, torcedoras de cabos, máquinas propulsoras de navios                                                                                                                                                                                 | 60 000 a 100 000               |
| Máquinas para fabricação de celulose e papel, máquinas elétricas de grande porte, centrais de energia, bombas e ventiladores para minas, mancais de eixos propulsores de navios                                                                                                              | $\approx$ 100 000              |

**Figura 8:**Tabela de vida útil do mancal

### **Vida útil do Rolamento**

Para escolher o material e adotar o tamanho do mancal, são utilizadas as tabelas práticas, como a tabela acima para maior desempenho do mancal a ser empregado.

### **Funcionamento perfeito de um mancal:**

Para que a funcionalidade do mancal seja perfeita é necessário seguir todas as recomendações do fabricante, fazer a manutenção periódica e verificar sempre se há pequenos danos, para que assim providências preventivas sejam tomadas.

### **3.Considerações finais**

O presente trabalho abordou como escolher o mancal adequado para uma determinada função, levando-se em consideração a carga instalada e o atrito que se produzirá entre o mancal e a carga. Também foram apresentadas as vantagens e desvantagens entre os tipos de mancais nomeados e a vida útil de acordo com cada tipo de aplicação, além de seu dimensionamento. Tais informações permitem avaliar os diversos tipos de aplicações e a importância que esse mecanismo possui no perfeito funcionamento das máquinas. Por exemplo, ocorrendo qualquer tipo de irregularidade no mancal, será comprometido o perfeito funcionamento da máquina, ocasionando grandes prejuízos para uma linha de produção. Foram citados os tipos de mancais mais utilizados no âmbito da produção industrial e a sua estrutura de acordo com os tipos apresentados.

### **Referências**

**ELEMENTOS de máquinas.** Belo Horizonte: Polimig/Vital Brasil, 2009.

**ELEMENTOS de Máquinas.** Tele Curso 2000.

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

Prof.Dr. Francisco José de Almeida, (2003) **Elementos de maquinas**,p.8. Apostila

**Wikipedia.** Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/>>. Acesso em: 10 Setembro 2012.