

## 3 Mancais

### 3.1 Introdução

As máquinas rotativas são dotadas de dois elementos básicos, entre outros importantes, para a execução de seu objetivo: **rotor e mancais**, (que suportam o rotor e os esforços a ele impostos). Os mancais transmitem os esforços estáticos e dinâmicos para a estrutura da máquina que por sua vez repassa-os às fundações.

Qual é a importância da Teoria dos Mancais em relação ao problema industrial apresentado?

Os mancais de escora normalmente utilizados em máquinas de grande porte como compressores e turbinas são mancais hidrodinâmicos.

### 3.2 Classificação de Mancais

São quatro categorias básicas de mancais, quanto ao tipo de força de sustentação da carga do eixo, a saber:

- **Mancais de Rolamentos**, cujas cargas são suportadas por roletes e esferas;
- **Mancais Hidrostáticos**, cujas cargas são suportadas por alta pressão de fluido injetada no mancal;
- **Mancais Hidrodinâmicos**, cujas cargas são suportadas por filme de óleo, criado pelo movimento relativo entre o rotor e o mancal, decorrente de propriedades do óleo (viscosidade) e geométricas do mancal; Os mancais hidrodinâmicos podem ser também de suportaçoão de esforços radiais e de escora. Os mancais hidrodinâmicos podem ser classificados como **verticais** ou **horizontais** de acordo com a

orientação do eixo. Podem ser sólidos (montado na ponta do eixo) ou bipartidos (para montagem ao redor do eixo).

- **Mancais Magnéticos**, cujas cargas são suportadas por campo magnético.

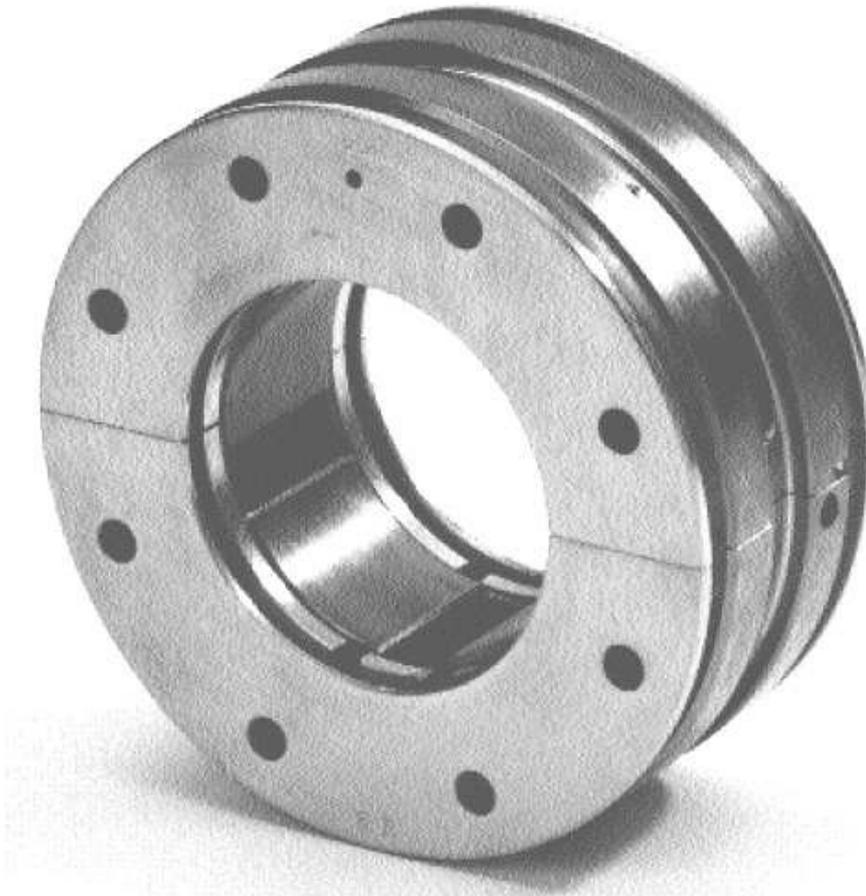


Figura 3.1: Mancal Radial Hidrodinâmico de Sapatas Oscilantes

### **Componentes Principais dos Mancais Hidrodinâmicos Radiais e axial Tipo Sapata Oscilante - Tipo mais Comum**

1. **Colar** rotativo, solidário ao munhão, transmite o empuxo axial às sapatas através do filme de óleo. Sua construção pode permitir sua montagem por interferência no munhão, roscado e enchavetado ou integral com o munhão (construção mais antiga). O desalinhamento (perpendicularismo) permitido na face do colar é no máximo de  $25\mu\text{m}$ , e a superfície do colar deve ter rugosidade compatível com a espessura do filme de óleo, mas suficiente para reter o óleo em sua rugosidade;

2. **Sapata**, também chamada pastilha, segmento ou bloco, é mantida livre para oscilar sobre a "castanha", vide figura 3.2. A sapata tem uma cobertura superficial em metal patente sobre uma base de aço e um ponto para oscilação, dito "pivô", (esférico ou cilíndrico). O metal patente ou "babbitt" é uma liga de material dúctil, colada a base da sapata, como o colar com características de rugosidade compatível com o filme de óleo. Por ser material mole, ele tem a capacidade de absorver contaminantes (duros) em suspensão no óleo, capaz de danificar a superfície do munhão ou colar axial (axial). Também em caso de interrupção momentânea da lubrificação, pode evitar o dano catastrófico do munhão ou colar pois o "babbitt", fundiria "lubrificando" as partes em contato até a parada da máquina; o corpo da sapata, normalmente em aço, pode ser em liga de cobre para dissipar melhor o calor gerado no "babbitt"; Os "pivôs" esféricos permitem uma oscilação livre das sapatas permitindo-se que a mesma oscile, acomodando dilatações e desalinhamentos toleráveis no eixo;
3. **Contra-mancal** ou anéis de base ou anéis de ajuste, são responsáveis por conter as sapatas e ajustá-las na correta posição de operação, além de suportar e transmitir a estrutura da máquina os esforços radiais e axiais da operação das mesmas;
4. **Castanhas** são peças utilizadas nos mancais de escora, em contato com os "pivôs", que permitem a mobilidade das sapatas na direção axial do eixo;
5. O **lubrificante** é um dos "elementos" indispensáveis ao funcionamento do mancal uma vez que transmite as forças atuantes entre a parte rotativa e a estacionária da máquina pela sua característica de viscosidade. É sua função arrefecer o mancal e lavar as superfícies de depósitos decorrentes do desgaste da máquina e que poderiam depositar-se sobre as superfícies deslizantes;

### 3.2.1

#### Ação da Cunha Convergente

Em todo par de superfícies lubrificadas forma-se a **cunha convergente** de lubrificação, conjuntamente com a **velocidade** e a **viscosidade** que geram a pressão do filme de óleo.

A formação da pressão do filme de óleo pode ser pensada da seguinte

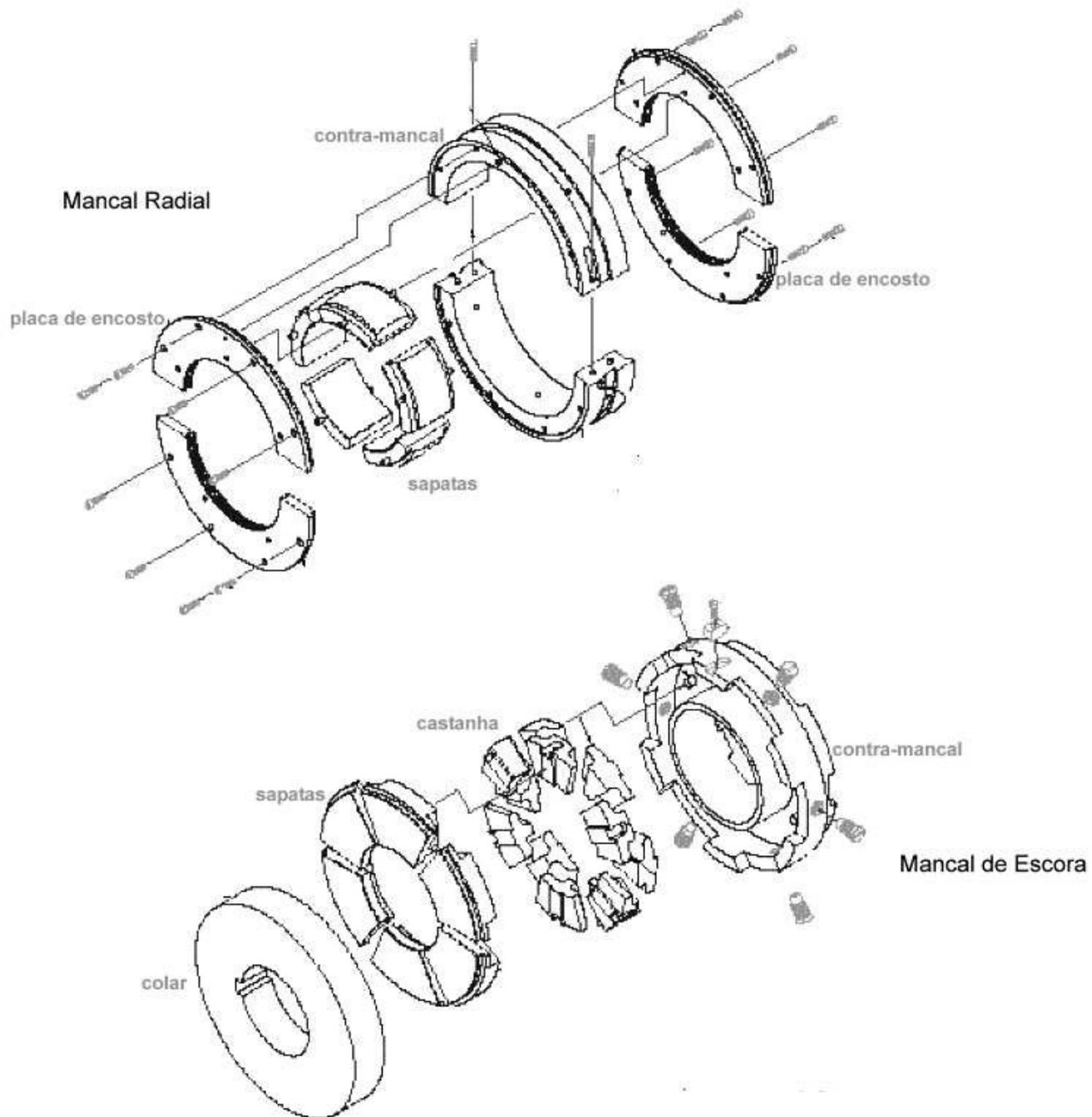


Figura 3.2: Esquema de Mancal Radial e de Escora

forma: uma superfície move-se e arrasta o fluido viscoso para dentro da folga entre as superfícies (normalmente uma delas fixa). Conforme a figura 3.3, a superfície inferior arrasta óleo para dentro da folga. O óleo flui para dentro da folga de maneira progressiva e o volume disponível para fluir se reduz. O óleo, considerado incompressível (para efeitos práticos de Engenharia),

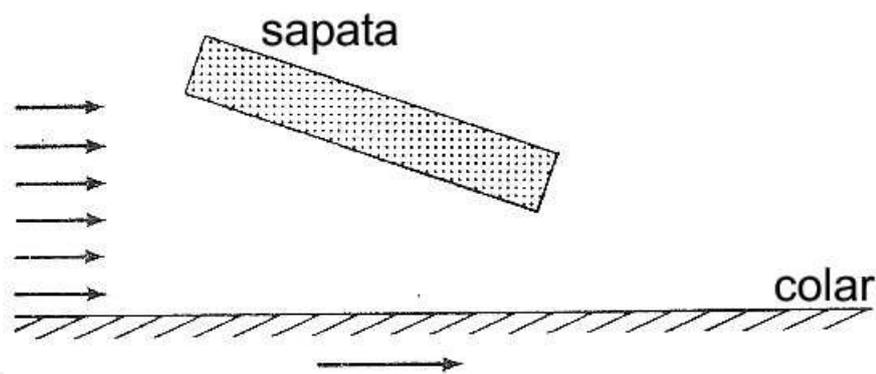


Figura 3.3: Cunha de Óleo

tem sua pressão aumentada ao passar pelas seções mais estreitas da cunha. O óleo que entra na folga da cunha enfrenta um crescimento na pressão a medida que flui para o ponto de menor folga da cunha. O aumento da pressão impele o óleo para fora da cunha, ao fim da convergência da sapata. A expressão matemática deste processo é fundamental para toda a teoria de lubrificação. A aplicação em mancais de escora baseia-se nesta expressão matemática, assim como em mancais radiais.