



## Recomendações básicas para projeto mecânico

### Disciplinas: Elementos de Máquinas III - Projeto Mecânico

Profs. Jonas, de Carvalho e Zilda de C. Silveira

**Dica 1.** Ao iniciar um projeto mecânico consulte sempre projetos similares (inclusive base de patentes: [www.wipo.int](http://www.wipo.int); [www.inpi.gov.br](http://www.inpi.gov.br); [www.uspto.gov.br](http://www.uspto.gov.br); utilizando palavras-chave)

Se não existir solução anterior satisfatória para o problema, podem ser utilizadas técnicas de metodologia de projeto, para busca e solução de problemas (Ex: métodos intuitivos – Brainstorming, Brainwriting); métodos discursivos – Diagrama M-E-S; análise morfológica; TRIZ, Projeto axiomático).

**Dica 2.** Não devem ter “cantos vivos” em elementos mecânicos, com exceção de arestas de ferramentas.

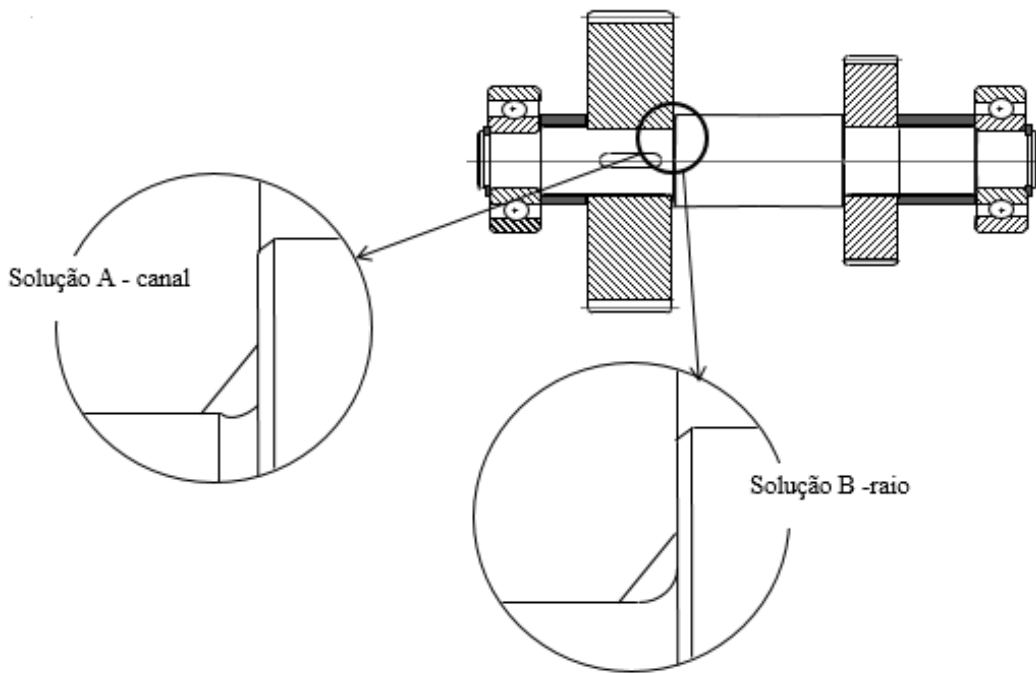
Os “cantos vivos” produzidos por processos de fabricação (usinagem) devem sempre ser modificados, por chanfros, como por exemplo: “1x45°”, que minimizam ou evitam que:

- Impactos durante a fabricação conduzam a deformações plásticas, que implicam em perda da forma cilíndrica ou circular, com alteração de forma e tolerância, podendo dificultar ou inviabilizar as montagens posteriores de componentes;
  - Regiões de batidas se tornem extremamente duras, após o tratamento térmico podendo gerar grandes desgastes de rebolos.
  - Haja acidentes com pessoas durante montagem ou manutenção
- Os cantos vindos de outros processos (fundição, laminação, trefilação) possuem algum tipo de acabamento nas arestas, devido ao próprio processo de fabricação.

**Dica 3. Cantos vivos internos.**

Os cantos vivos internos são sempre problema:

- Para montagem ou ajuste de outros componentes (como por exemplo: montagem de engrenagem ou polia sobre eixo)
- Para saída de ferramenta (Ex: rebolo).



A solução A permite saída de ferramenta.

**Dica 4. Configuração de eixos: os eixos devem ser preferencialmente escalonados e bi-apoiados.**

- Bi-escalonados = os “degraus” do eixo descem a partir do centro para as duas extremidades. Nos degraus normalmente os diâmetro variam de 20% a 40%.
- A construção bi escalonada permite montagem dos elementos (polias, engrenagens, rolamentos) a partir dos dois lados do eixo o que é mais prático.
- O percurso de montagem deve ser o menor possível.
- Notar que a engrenagem menor (pinhão) **na figura acima**, tem seu cubo unido ao eixo **por interferência, usando o princípio físico de atrito**. Foi criado um pequeno degrau no eixo (por exemplo de 0,1 mm, a fim de diminuir o percurso de montagem).

**Dica 5. Fixação axial de polias e engrenagens em eixos**

Mesmo que não haja força axial na engrenagem ou polia, estas devem ser fixadas axialmente:

- Por anel elástico (preferível)
- Por porca
- Por anel ou bucha de separação + anel ou porca **(ver figuras)**

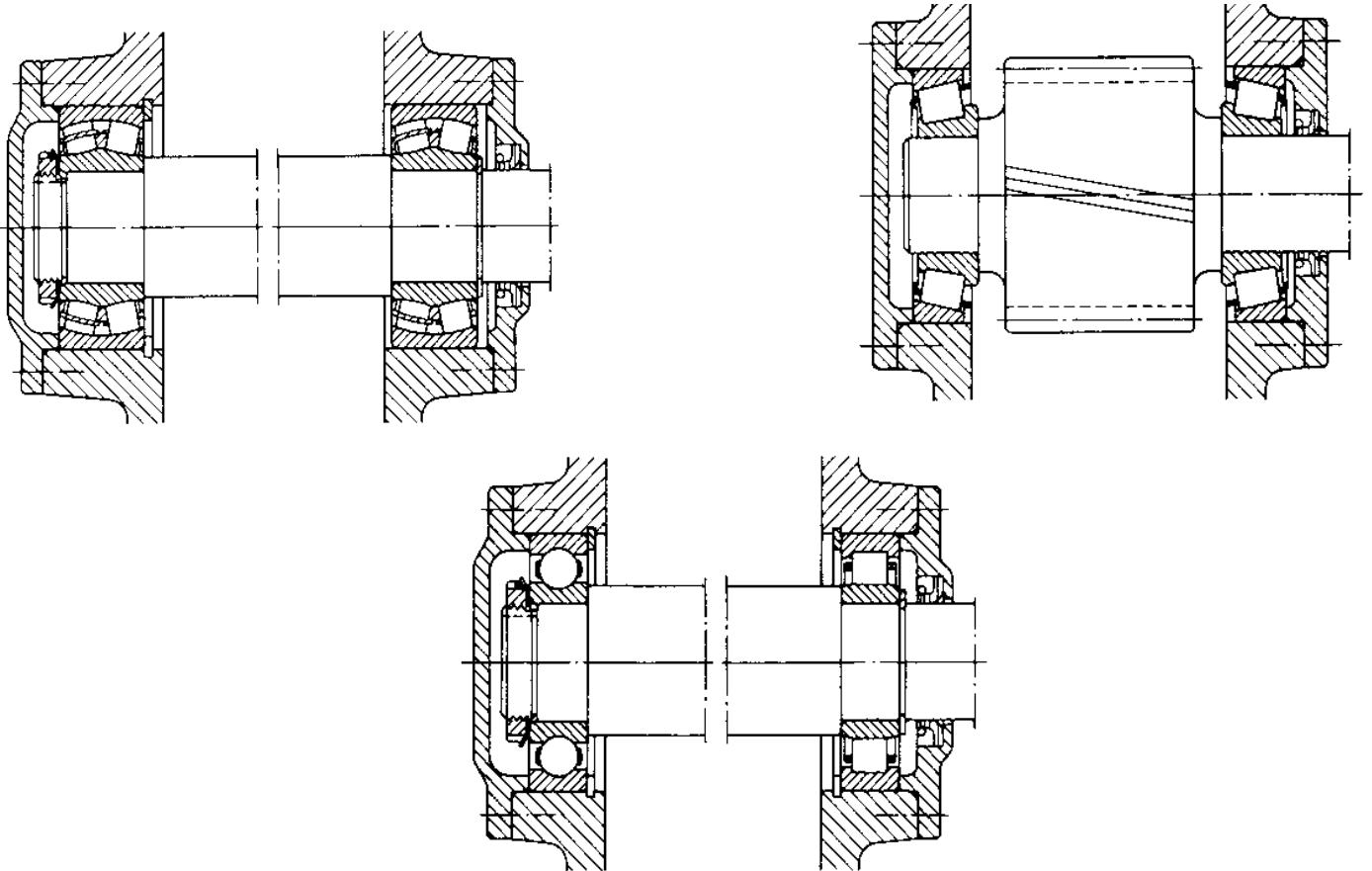
**Dica 6. Fixação axial de rolamentos em eixos e caixas**

Regra básica: normalmente há um rolamento fixo (isto é, ambos os anéis presos) e um livre (normalmente anel externo livre e anel interno preso). Mais conceitos teóricos de

fixação radial de rolamentos encontram-se nas Notas de Aula de SEM-241 Elemaq, item 9.5.1. Os anéis podem ser presos:

- Pela tampa
- Por ressalto na carcaça
- Por porca
- Por anel elástico

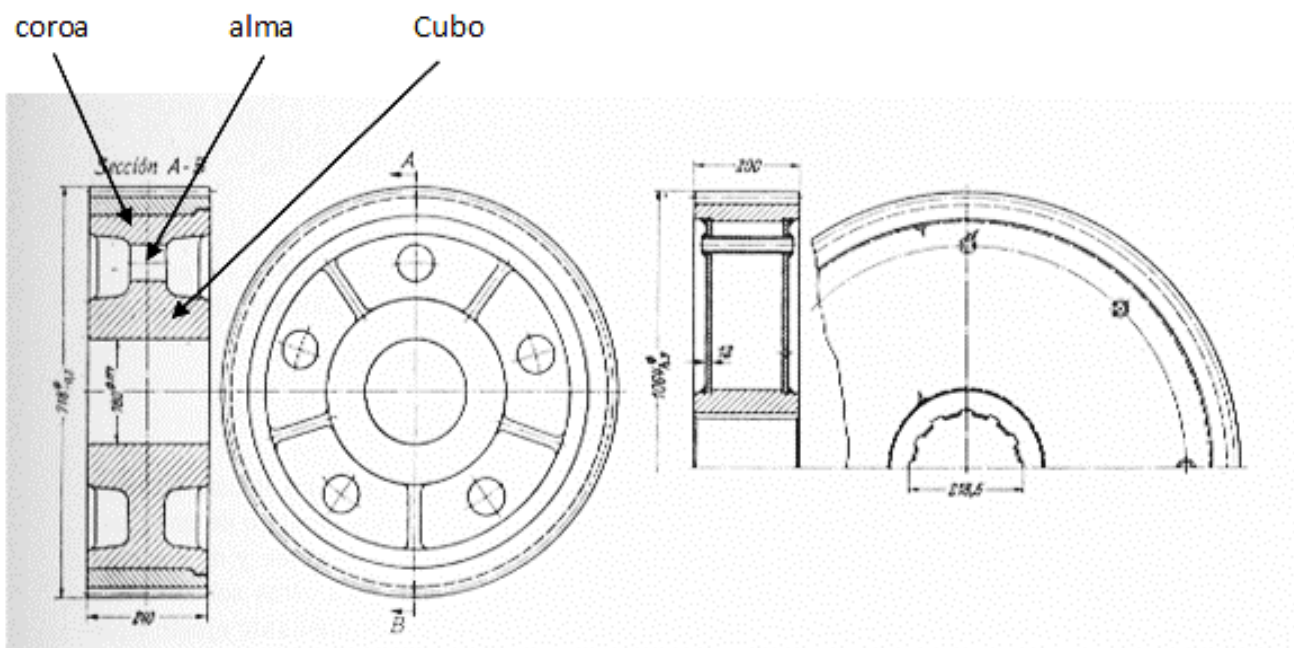
Exceção: rolamentos cônicos: ambos travados.



### Dica 7. Configuração de engrenagens e polias

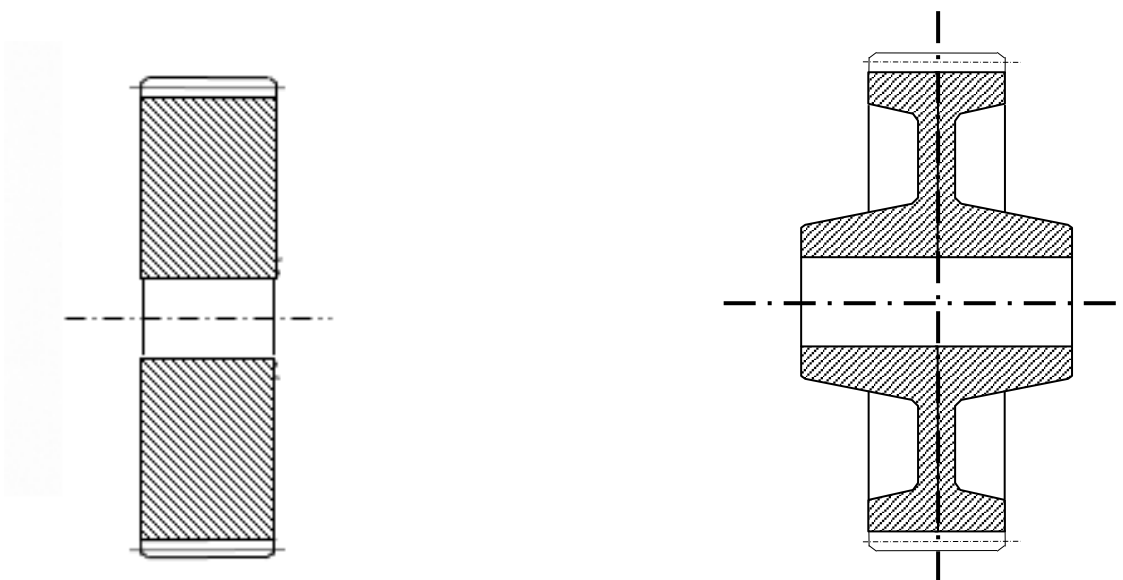
A configuração depende basicamente do material e do processo de fabricação:

- Quando feitas de barras trefiladas ou chapas de aço, são cheias (sem alívio de peso) e se prestam a engrenagens pequenas.
- Quando feitas de ferro ou aço fundido, tem alívio de peso (configuração coroa / alma / cubo). Não esquecer o ângulo de desmolde, raios de arredondamento e espessuras máximos e mínimos aconselhados. Servem para engrenagens pequenas e médias (digamos até 500 mm de diâmetro).
- Quando forjadas também tem configuração coroa / alma / cubo, ângulo de saída da matriz e raios de arredondamento. Também servem para engrenagens pequenas e médias.
- Para engrenagens com maiores dimensões utiliza-se configuração soldada e alívio.



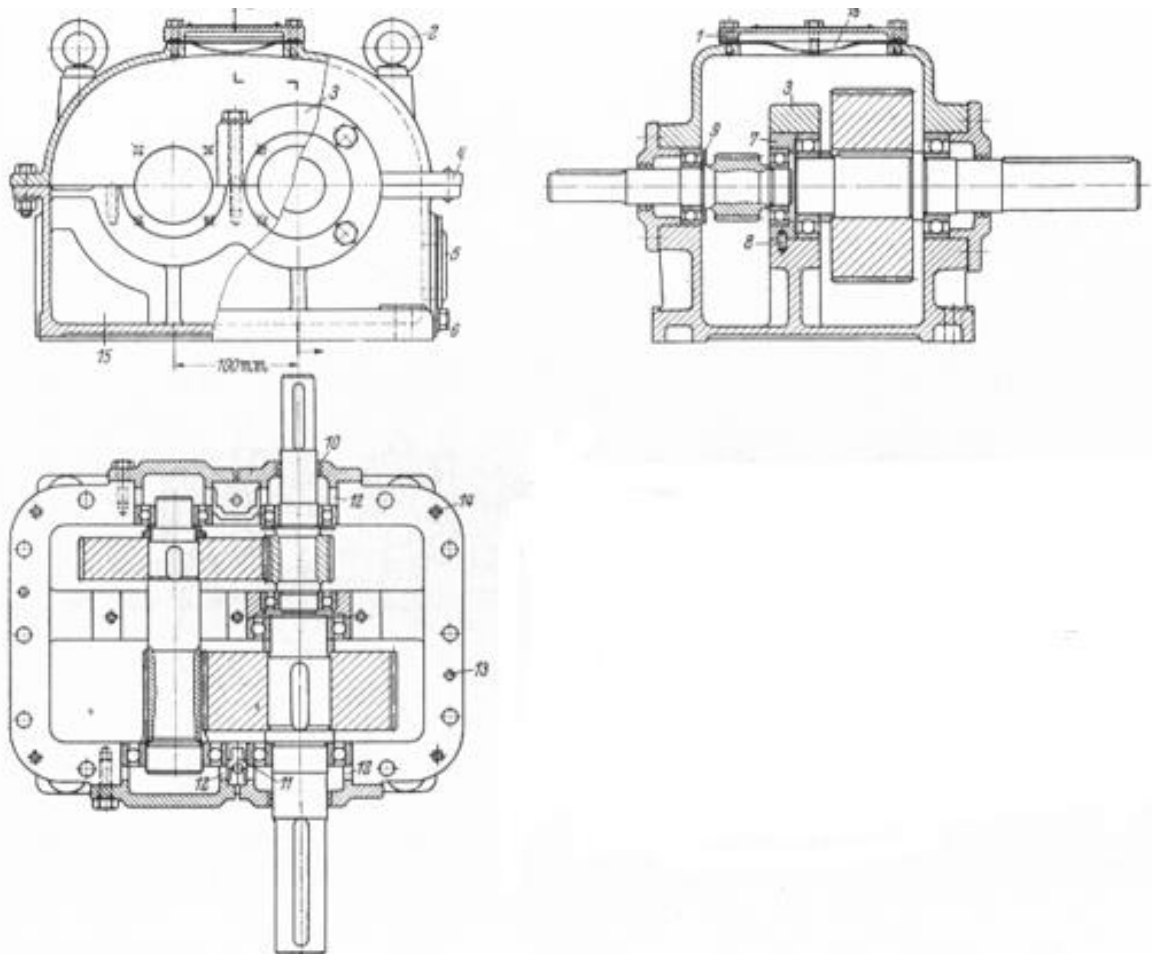
**Dica 8. Largura de cubos**

A largura de cubos de engrenagem pode variar de uma até três vezes a largura da engrenagem.



**Dica 9. Configuração carcaça**

- As carcaças normalmente são feitas de ferro fundido. Somente as maiores são feitas em chapa soldada.
- A configuração bipartida é a mais convencional e simples, os eixos são montados alinhados.
- Montagens não alinhadas dos eixos podem economizar espaço e volume da caixa, mas exigem tampas laterais com alojamento de mancais e montagem mais sofisticada com pinos-guia.
- Detalhes da carcaça tais como flange, pés, gancho de levantamento, janela de inspeção do óleo, entre outros podem ser vistos na Fig. abaixo.



#### **Dica 10. Cotagem dos desenhos técnicos de detalhes**

- Os eixos normalmente são representados em uma única vista. A necessidade é de outra vista implica em distribuição de cotas. Se não há cota em uma vista, esta provavelmente não será necessária.
- O sistema de cotagem de eixos deve ser feito através de uma face de referência;
- Não se cota linhas tracejadas (por isso são utilizados planos de cortes);



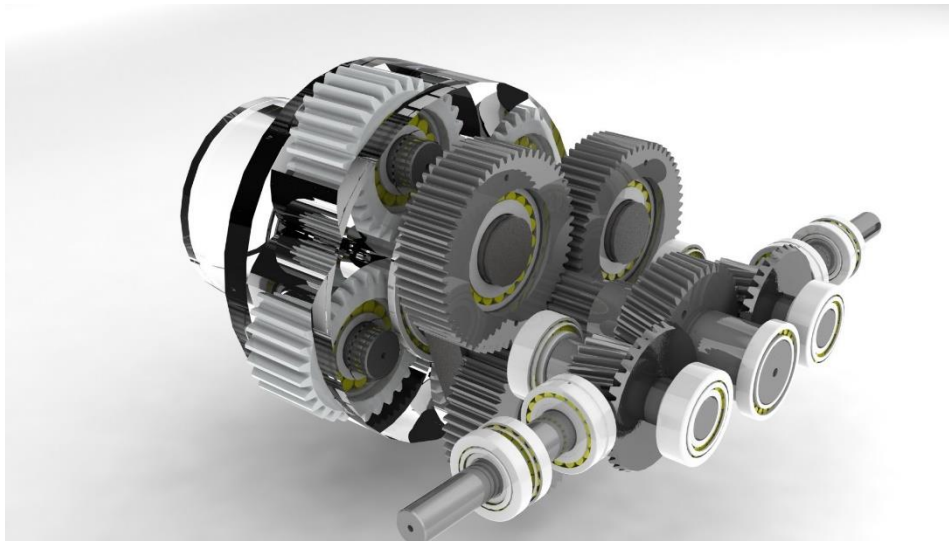




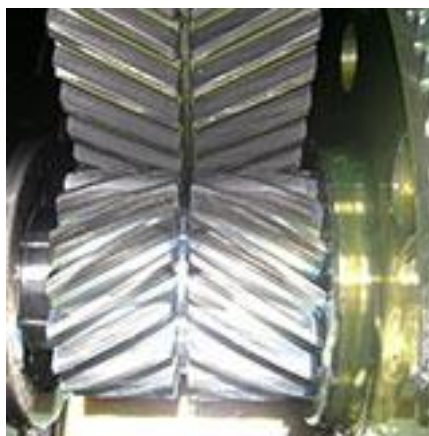


Fonte: [www.zaninirenk.com.br](http://www.zaninirenk.com.br) (acesso: 27/02/2016)

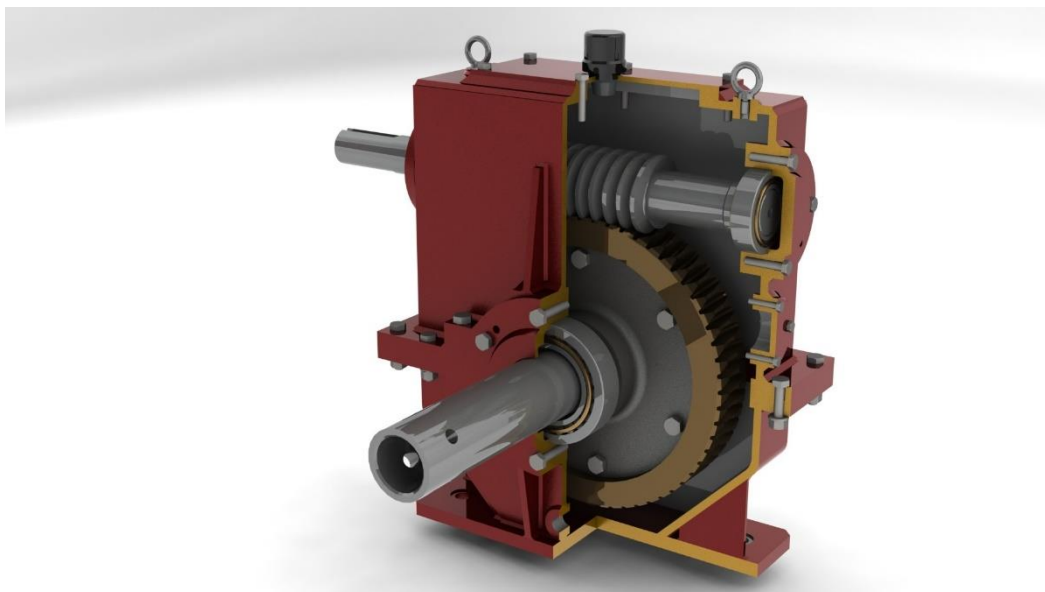




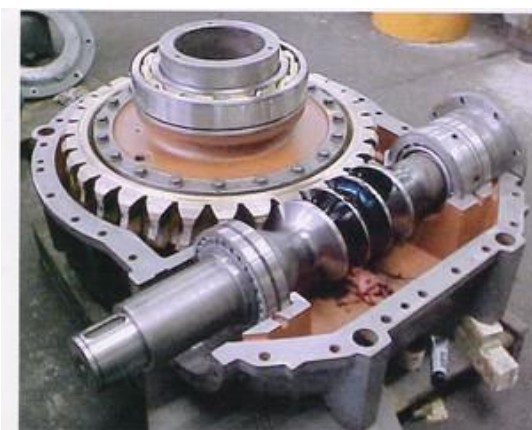
**Conjunto redutor, com par de engrenagens planetárias. Fonte:**  
<http://www.fresadorasantana.com.br/engrenagens-planetarias.php> (acesso: 27/02/2016)



**Par de engrenagens bi-helicoidal (caldeiras, óleos viscosos\*\*), com par de engrenagens planetárias.**  
<http://www.fresadorasantana.com.br> ((acesso: 27/02/2016)



**Redutor tipo “coroa-parafuso sem fim”.**  
<http://www.fresadorasantana.com.br>. (acesso: 27/02/2016)



**Redutor tipo “coroa-parafuso sem fim”.**  
<http://www.fresadorasantana.com.br>. (acesso: 27/02/2016)