

**PMR 3103**

**FIXAÇÃO EIXO-EIXO**

**(ACOPLAMENTOS)**

# ACOPLAMENTOS

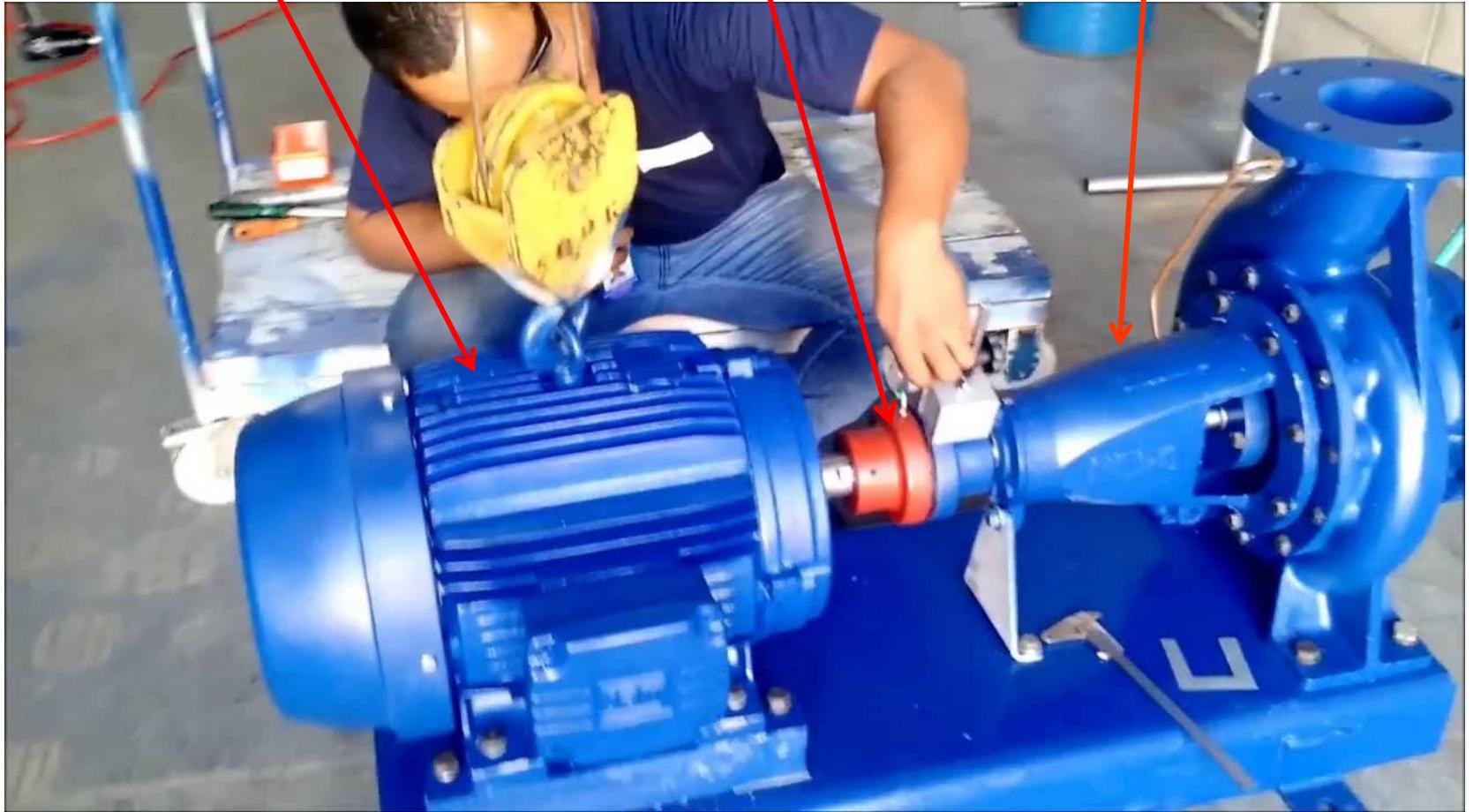
## 1. FUNÇÕES:

- Permitir a montagem, desmontagem e/ou manutenção de equipamentos
- Compensar e/ou absorver desalinhamentos entre eixos
- Absorver ou isolar vibrações e choques
- Permitir a movimentação angular entre eixos

# Acoplamento

Máquina Motora

Máquina Movida



# APLICAÇÃO DE ACOPLAMENTO

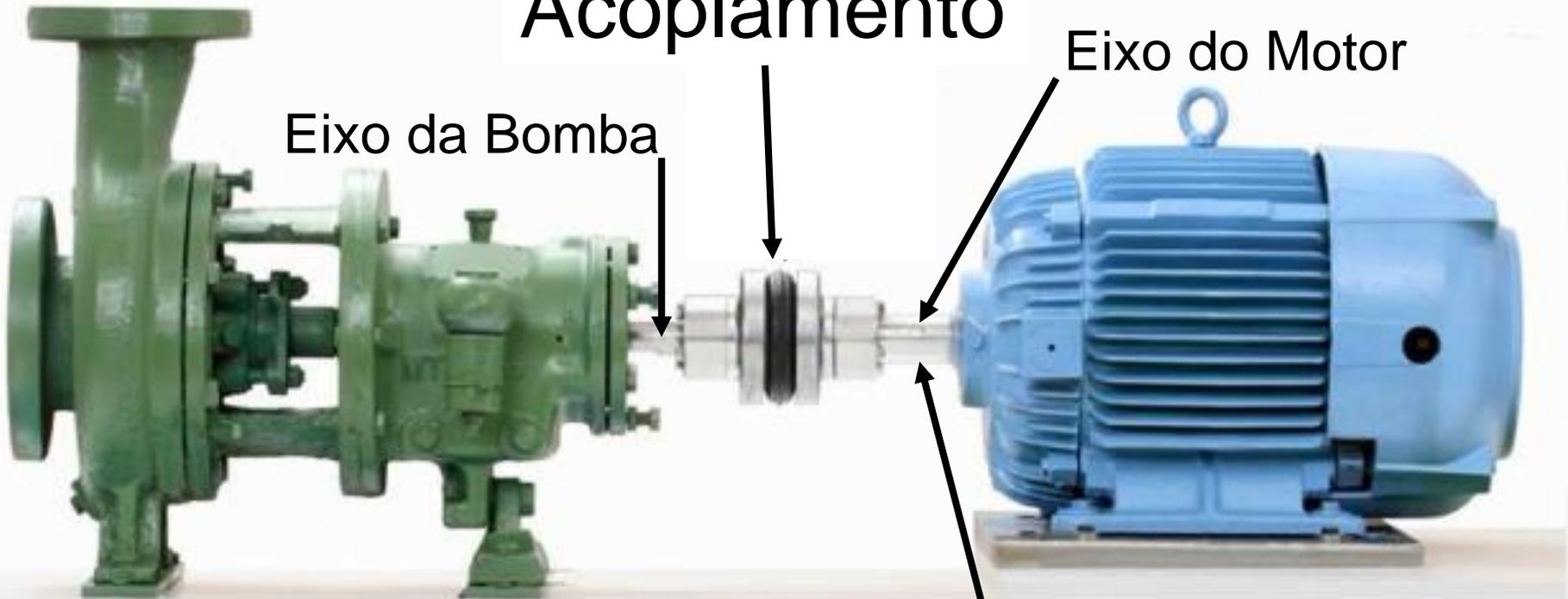
Bomba de Água

Motor Elétrico

Acoplamento

Eixo do Motor

Eixo da Bomba



# ACOPLAMENTOS

## 2. TIPOS

### 2.1 RÍGIDOS

### 2.2 FLEXÍVEIS OU ELÁSTICOS

#### 2.2.1 RÍGIDOS QUANTO À TORÇÃO

#### 2.2.2 TOTALMENTE FLEXÍVEIS OU ELÁSTICOS

#### 2.2.3 PARA GRANDES MOVIMENTAÇÕES ANGULARES

### 2.3 TIPOS ESPECIAIS

#### 2.3.1 DIRECIONAIS/ MÓVEIS

# ACOPLAMENTOS

## 2. TIPOS

### 2.1 RÍGIDOS

- Não possuem qualquer flexibilidade
- Têm sincronismo preciso entre os eixos motor e movido
- São torcionalmente rígidos
- Transmitem os choques e as vibrações
- Exigem um “perfeito” alinhamento radial, axial e angular entre eixos
- Não exigem manutenção
- São de baixo custo

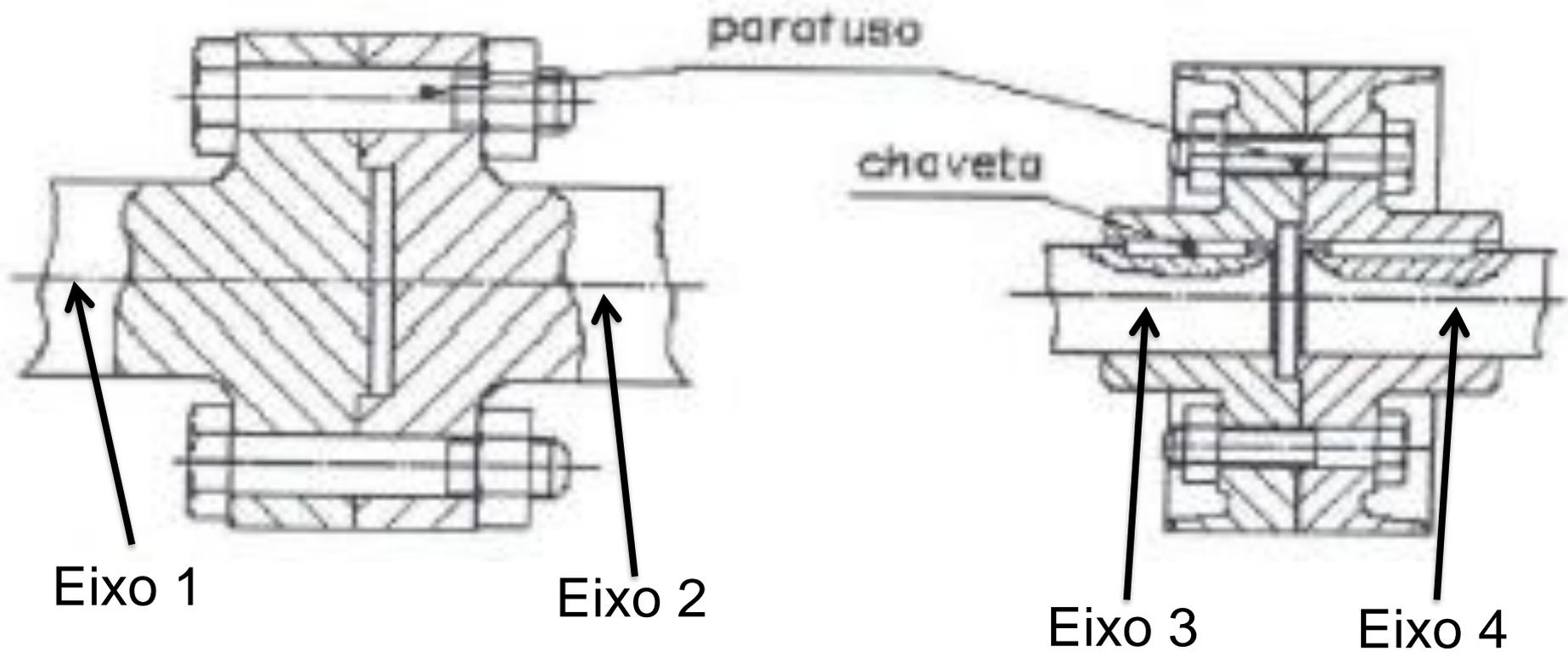
# ACOPLAMENTOS

## 2. TIPOS

### 2.1 RÍGIDOS



# ACOPLAMENTOS RÍGIDOS



Eixo 1

Eixo 2

Eixo 3

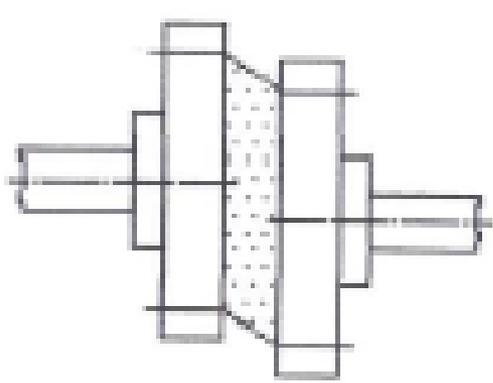
Eixo 4

**EIXOS 1 E EIXO 2  
ESTÃO ALINHADOS**

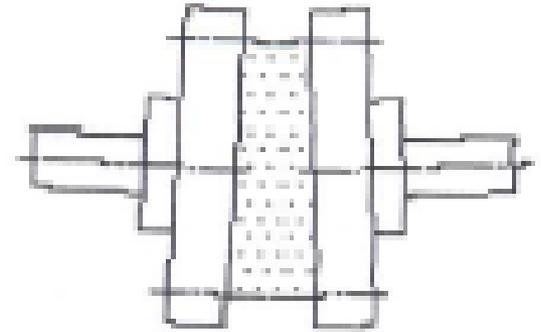
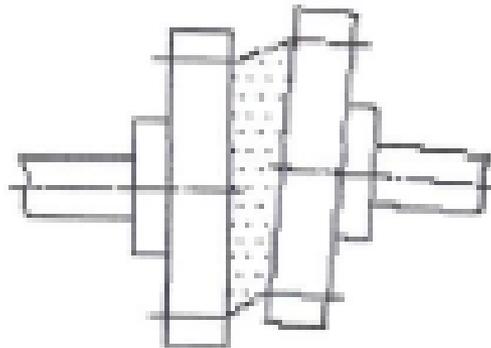
**EIXOS 3 E EIXO 4  
ESTÃO ALINHADOS**

# POSSÍVEIS DESALINHAMENTOS DOS EIXOS

**Causas:** Deslocamento Radial e Angular



Deslocamento Radial



Deslocamento Angular

**NESTES CASOS DE DESALINHAMENTO É IMPOSSÍVEL  
A UTILIZAÇÃO DE ACOPLAMENTOS RÍGIDOS**

# ACOPLAMENTOS

## 2. TIPOS

### 2.2 FLEXÍVEIS OU ELÁSTICOS

#### Características:

- Possuem grande flexibilidade
- Não têm sincronismo preciso entre os eixos motor e movido
- **Podem ser torcionalmente rígidos ou flexíveis**
- Absorvem/isolam os choques e as vibrações
- Permitem um certo desalinhamento radial, axial e angular entre eixos
- Exigem manutenção
- São de custo médio a elevado

# ACOPLAMENTOS

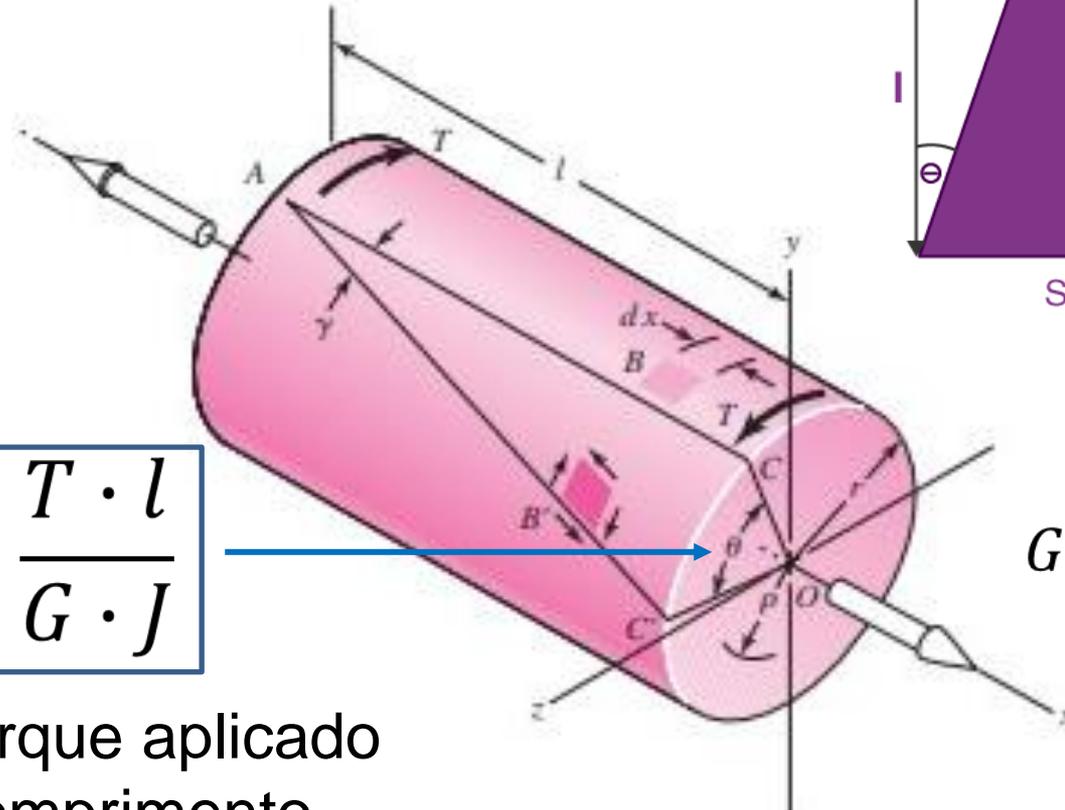
## 2.2 FLEXÍVEIS OU ELÁSTICOS

### 2.2.1 RÍGIDOS QUANTO À TORÇÃO

#### Características:

- Possuem grande flexibilidade angular
- Têm bom sincronismo entre os eixos motor e movido
- Absorvem/isolam pouco os choques e as vibrações
- Permitem um certo desalinhamento axial e angular entre eixos
- Exigem lubrificação
- São de custo médio (lamelas) a elevado (engrenagens)

# Rigidez à Torção



Shear Modulus

$$\theta = \frac{T \cdot l}{G \cdot J}$$

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

T = Torque aplicado

l = Comprimento

J = Momento Polar de Inércia

G = Módulo de Rigidez (Elasticidade Transversal)

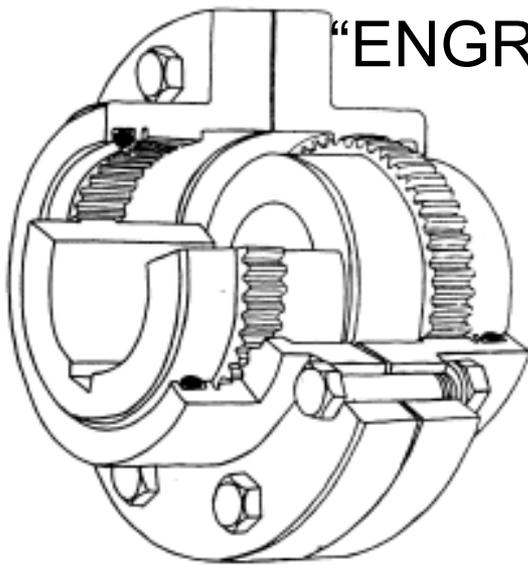
E = Módulo de Elasticidade

$\nu$  = Coeficiente de Poisson

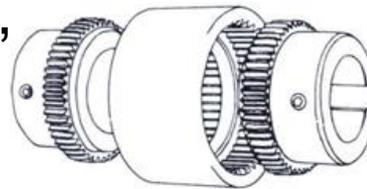
# ACOPLAMENTOS

## 2.2 FLEXÍVEIS OU ELÁSTICOS

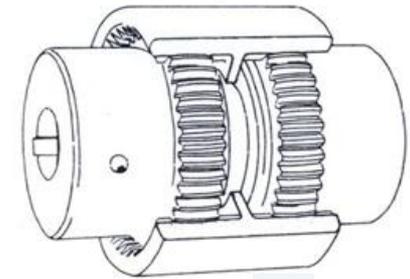
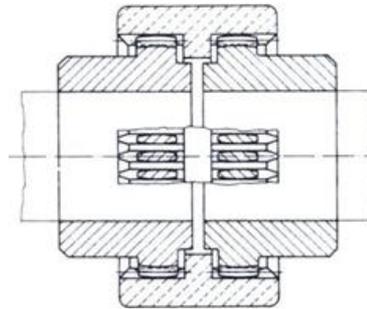
### 2.2.1 RÍGIDOS QUANTO À TORÇÃO



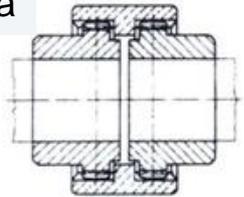
“ENGRENAGENS”



A fig. mostra as três partes que compõem uma junta BOWEX: os dois cubos com denteadura externa, a luva com denteadura interna. Como se pode notar os dentes dos cubos são arqueados. Além da versão normal, que prevê cubos de aço e luva de poliamida, existe uma versão júnior, na qual, cubos e luva são de resina. Neste caso os parafusos para fixação nos eixos são feitos em um inserto de latão.

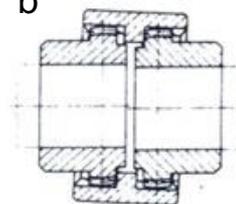


a

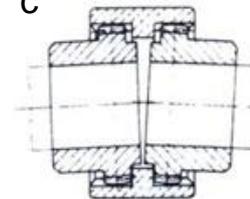


O comportamento das articulações BOWEX pode se tornar regular mesmo em presença de condições diversas: a) as linhas de centro dos eixos são alinhadas; b) deslocamento radial entre os eixos; c) as linhas de centro dos eixos estão deslocadas angularmente; d) deslocamento radial e angular.

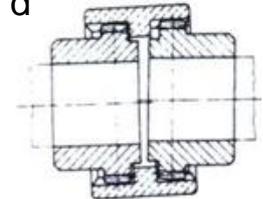
b



c



d

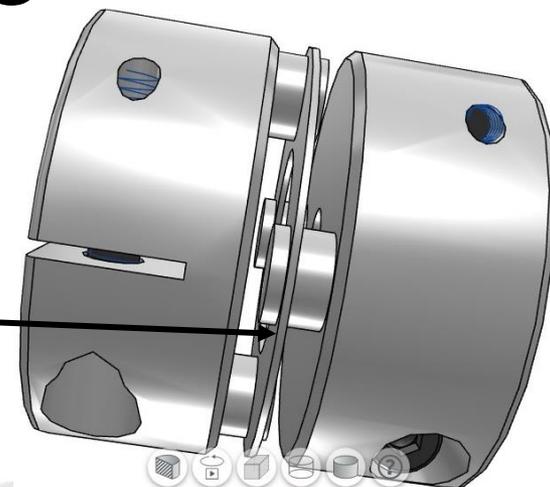


# ACOPLAMENTOS

## 2.2 FLEXÍVEIS OU ELÁSTICOS

### 2.2.1 RÍGIDOS QUANTO À TORÇÃO

“LAMELAS OU LÂMINAS”



# ACOPLAMENTOS

## 2.2 FLEXÍVEIS OU ELÁSTICOS

### 2.2.2 TOTALMENTE FLEXÍVEIS OU ELÁSTICOS

#### Características:

- Possuem grande flexibilidade
- Não têm sincronismo preciso entre os eixos motor e movido
- Absorvem/isolam os choques e as vibrações
- Permitem um certo desalinhamento radial, axial e angular entre eixos
- Exigem manutenção e ou lubrificação
- São de custo médio a elevado

# ACOPLAMENTOS

## 2.2 FLEXÍVEIS OU ELÁSTICOS

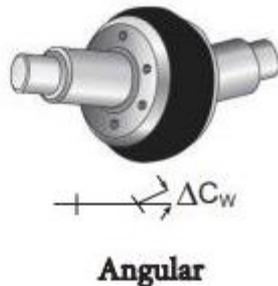
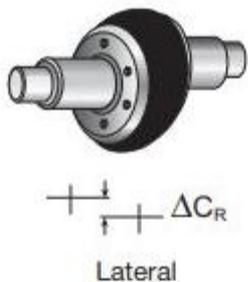
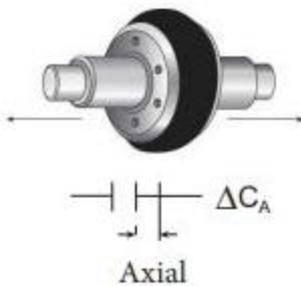
### 2.2.2 TOTALMENTE FLEXÍVEIS OU ELÁSTICOS

Com elemento flexível em elastômero



# Junta Elástica (Tyre Coupling)

Com elemento flexível em elastômero



# ACOPLAMENTOS

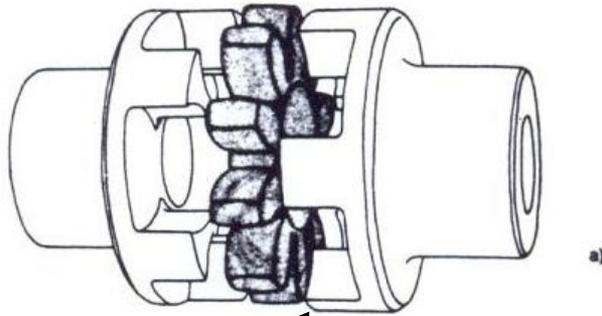
## 2.2.2 TOTALMENTE FLEXÍVEIS OU ELÁSTICOS

Com elemento flexível em elastômero



# Junta Elástica ROTEX (Torcionalmente Flexível)

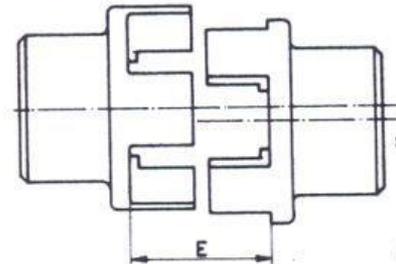
## Com elemento flexível em elastômero



(a) Acoplamento Montado

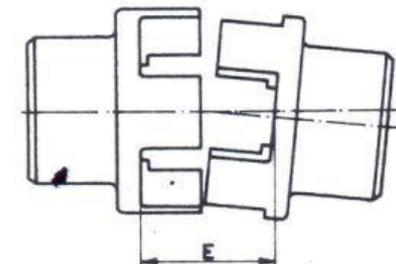


Inserto



- As três partes que compõem a articulação em metais ROTEX são: as duas semi-articulações e o elemento elástico em forma de roda dentada que é interposto entre estes. A junta ROTEX permite, como todas as articulações elásticas, deslocamentos axiais (b), radiais (c) e angulares (d), e transmite o movimento sem vibrações.

GRANDEZAS	ARTICULAÇÕES	
	menor	maior
E	16	85
máx. deslocamento axial x	1,2	6,4
máx. deslocamento radial y	0,4	2,2
máx. deslocamento angular $\alpha$	1° 30'	



(b) Tipos de Insertos



Neoprene  
(cargas normais)

Bronze  
(baixa rotação  
altos torques)

Poliuretano  
(cargas acima do normal em  
médias e altas  
velocidades)

# ACOPLAMENTOS

## 2.2 FLEXÍVEIS OU ELÁSTICOS

### 2.2.2 TOTALMENTE FLEXÍVEIS OU ELÁSTICOS

Com elemento flexível em aço

Tipo “Lâminas”



# ACOPLAMENTOS

## 2.2 FLEXÍVEIS OU ELÁSTICOS

### 2.2.2 TOTALMENTE FLEXÍVEIS OU ELÁSTICOS

Com elemento flexível em aço

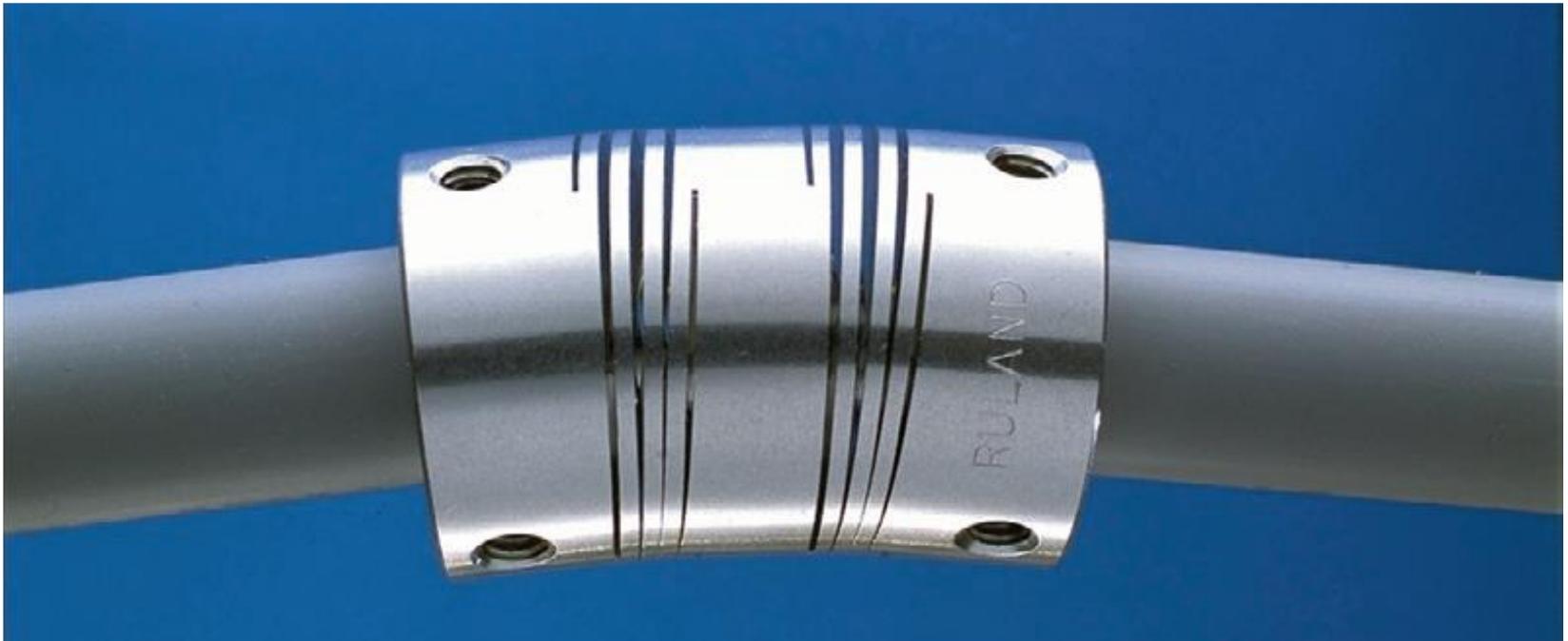
Tipo “fole”



## 2.2.2 TOTALMENTE FLEXÍVEIS OU ELÁSTICOS

Com elemento flexível em aço

Tipo “luva helicoidal”



# ACOPLAMENTOS

## 2.2 FLEXÍVEIS OU ELÁSTICOS

### 2.2.3 PARA GRANDES MOVIMENTAÇÕES ANGULARES

#### Características:

- Possuem grande flexibilidade angular ( a maior)
- Têm bom sincronismo entre os eixos motor e movido
- Não absorvem/isolam os choques e as vibrações
- Permitem um certo desalinhamento axial
- Exigem lubrificação
- São de custo elevado

# ACOPLAMENTOS

## 2.2 FLEXÍVEIS OU ELÁSTICOS

### 2.2.3 PARA GRANDES MOVIMENTAÇÕES ANGULARES

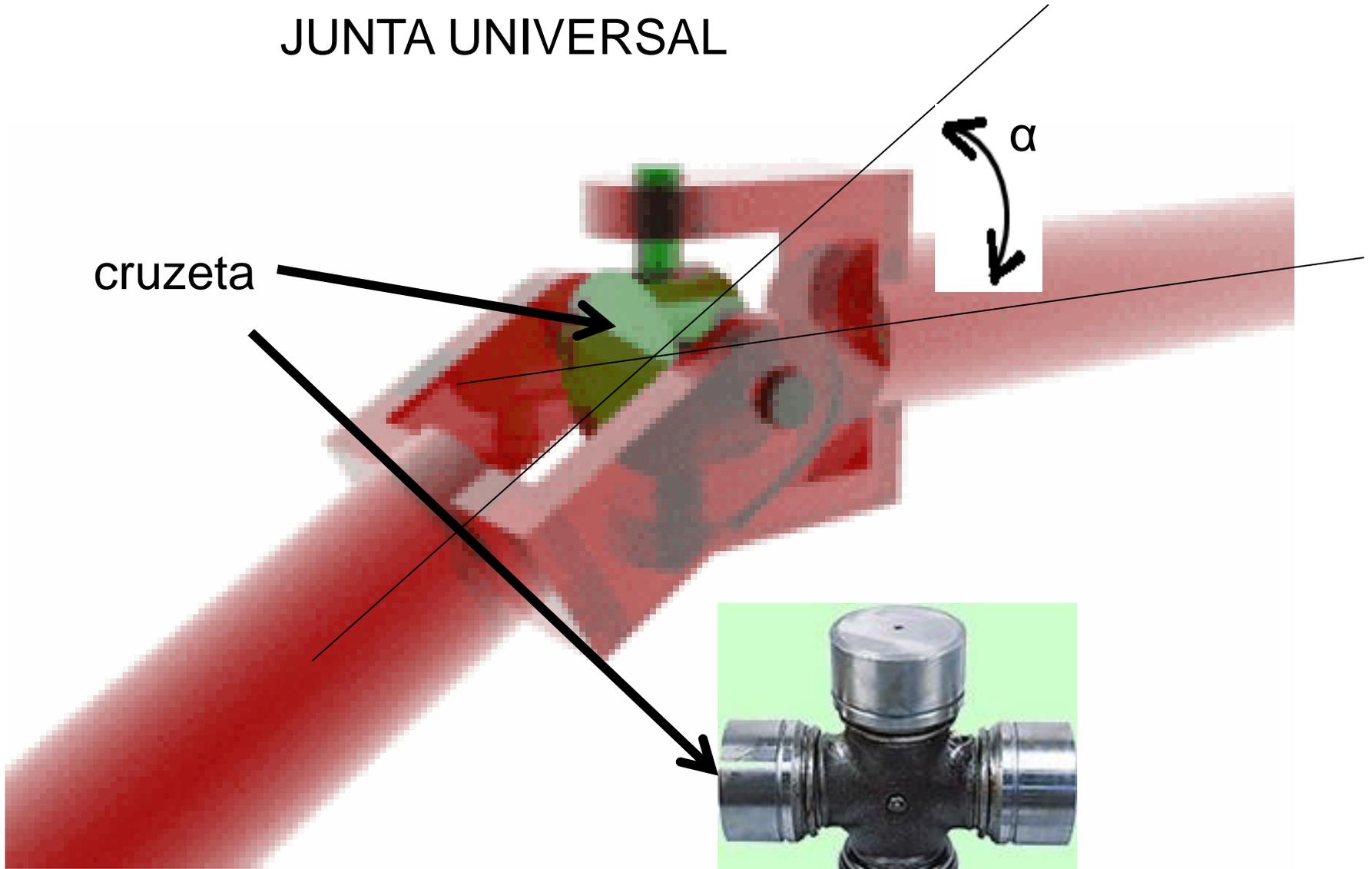
#### Junta Universal Tipo Cardã



# JUNTA UNIVERSAL

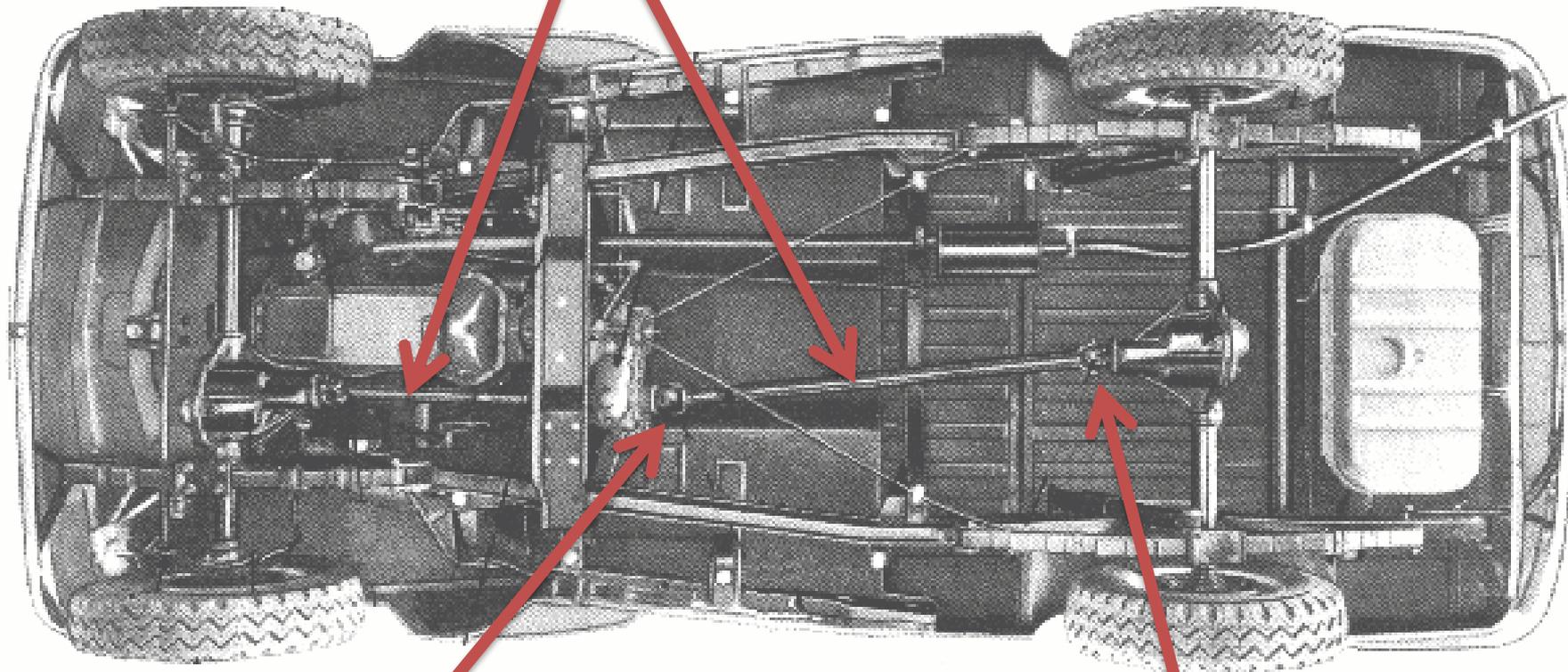
cruzeta

$\alpha$



# EIXOS CARDAN – TRAÇÃO 4X4

<http://ruralwillys.tripod.com>



RURAL WILLYS 4x4

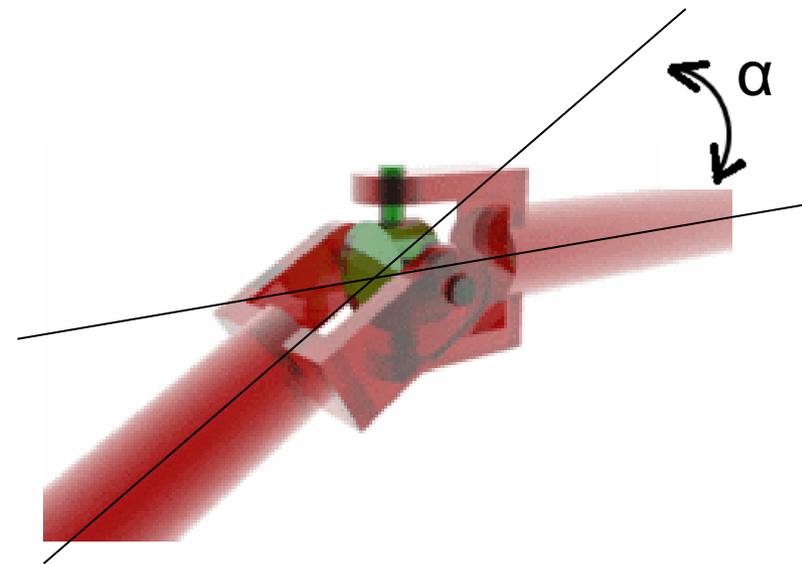
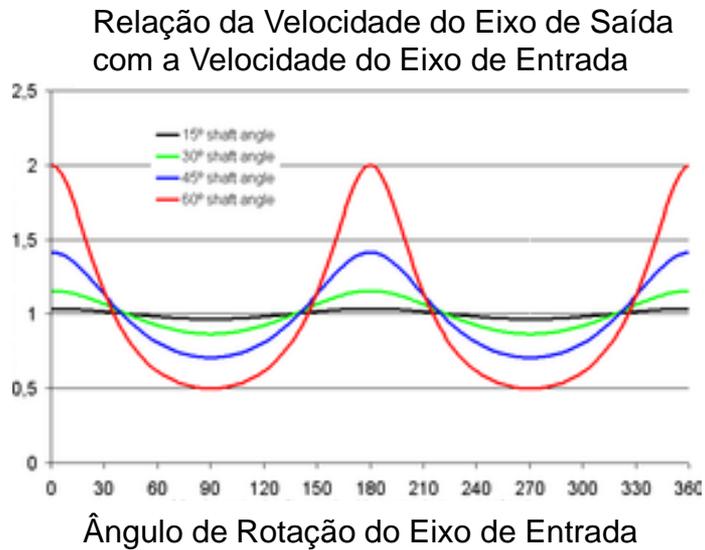
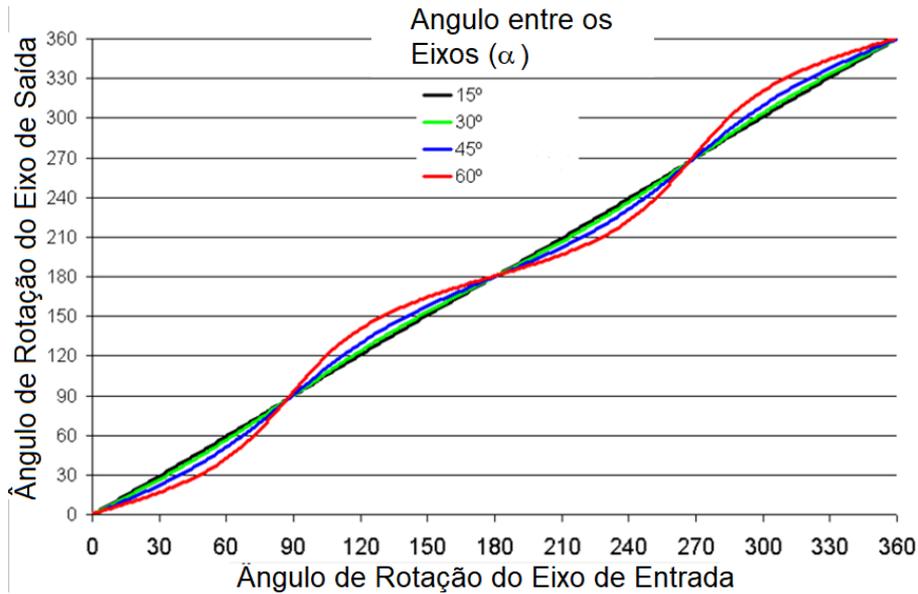
Junta Universal

Junta Universal

# Eixo Cardan



# JUNTA UNIVERSAL- ÂNGULO DE ENTRADA X ÂNGULO DA SAIDA

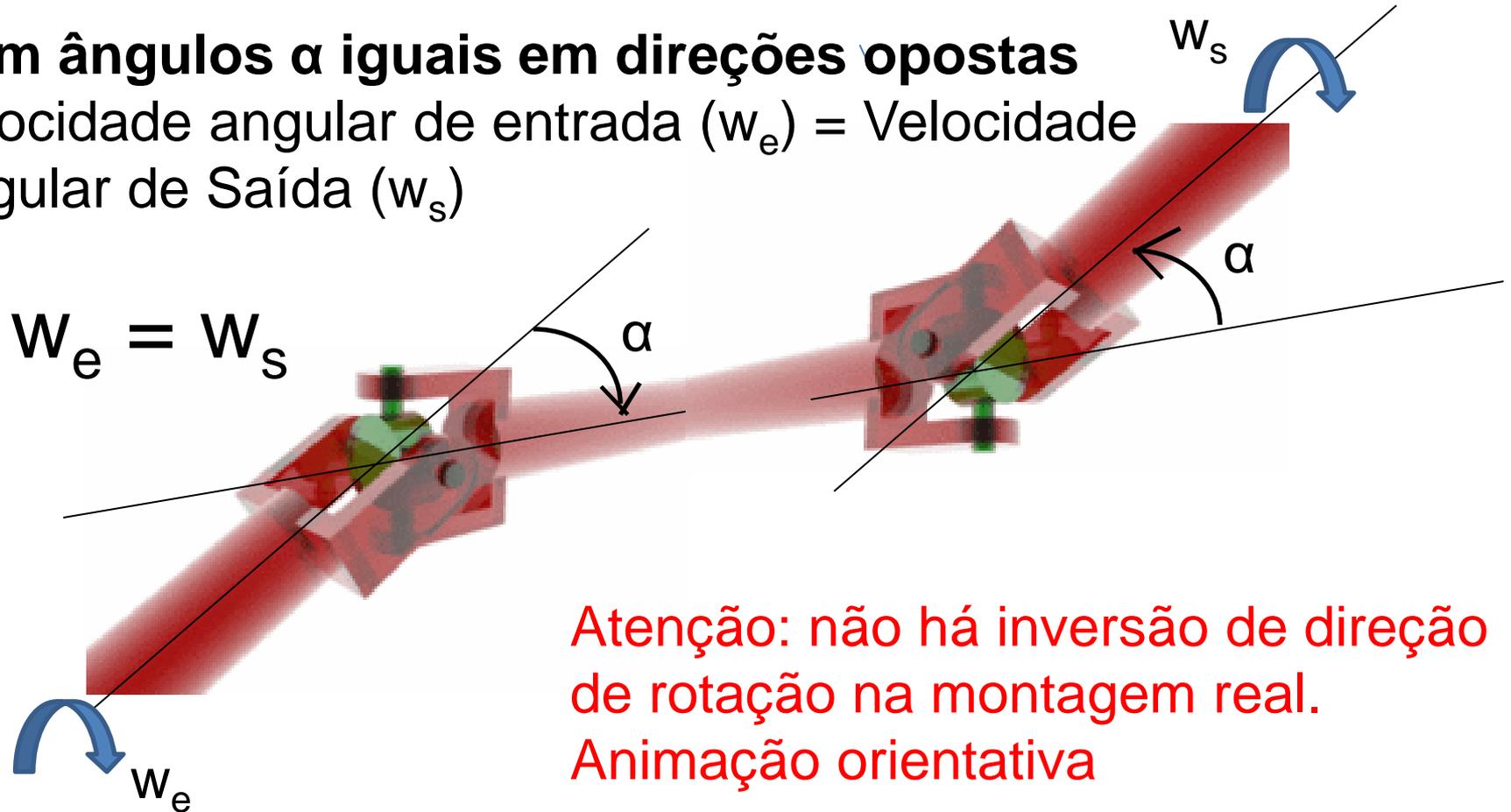


Como reduzir o efeito da variação angular?

## JUNTA UNIVERSAL- DUPLA COMPENSA DIFERENÇA DE VELOCIDADES

**Com ângulos  $\alpha$  iguais em direções opostas**

Velocidade angular de entrada ( $w_e$ ) = Velocidade Angular de Saída ( $w_s$ )



Atenção: não há inversão de direção de rotação na montagem real.  
Animação orientativa

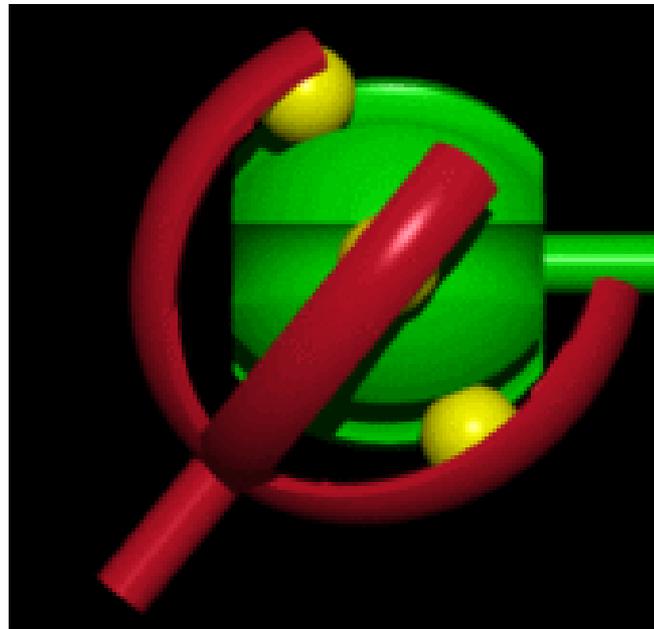
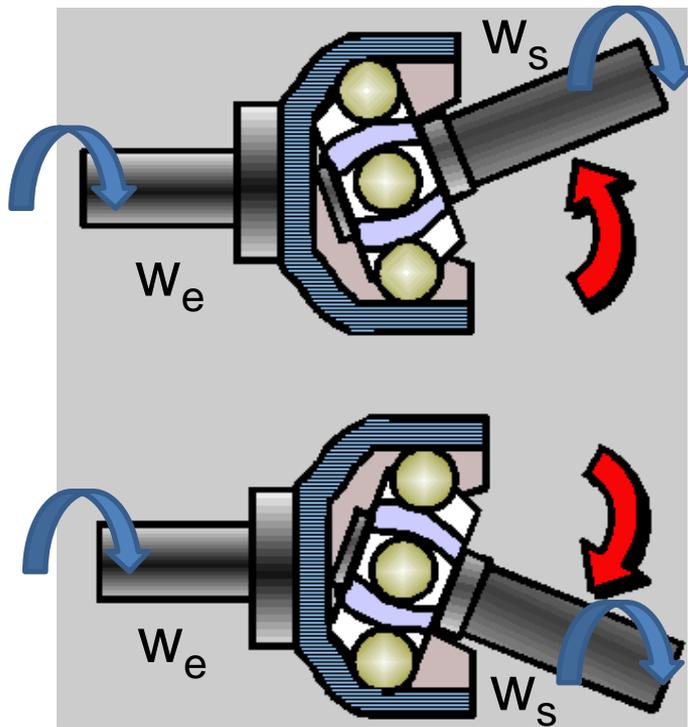
# ACOPLAMENTOS

## 2.2 FLEXÍVEIS OU ELÁSTICOS

### 2.2.3 PARA GRANDES MOVIMENTAÇÕES ANGULARES

**Junta Homocinética** (VELOCIDADE DE ENTRADA E DE SAÍDA SÃO IGUAIS

INDEPENDENTEMENTE DO ÂNGULO ENTRE OS EIXOS)



$$W_e = W_s$$

# Junta Homocinética



# ACOPLAMENTOS

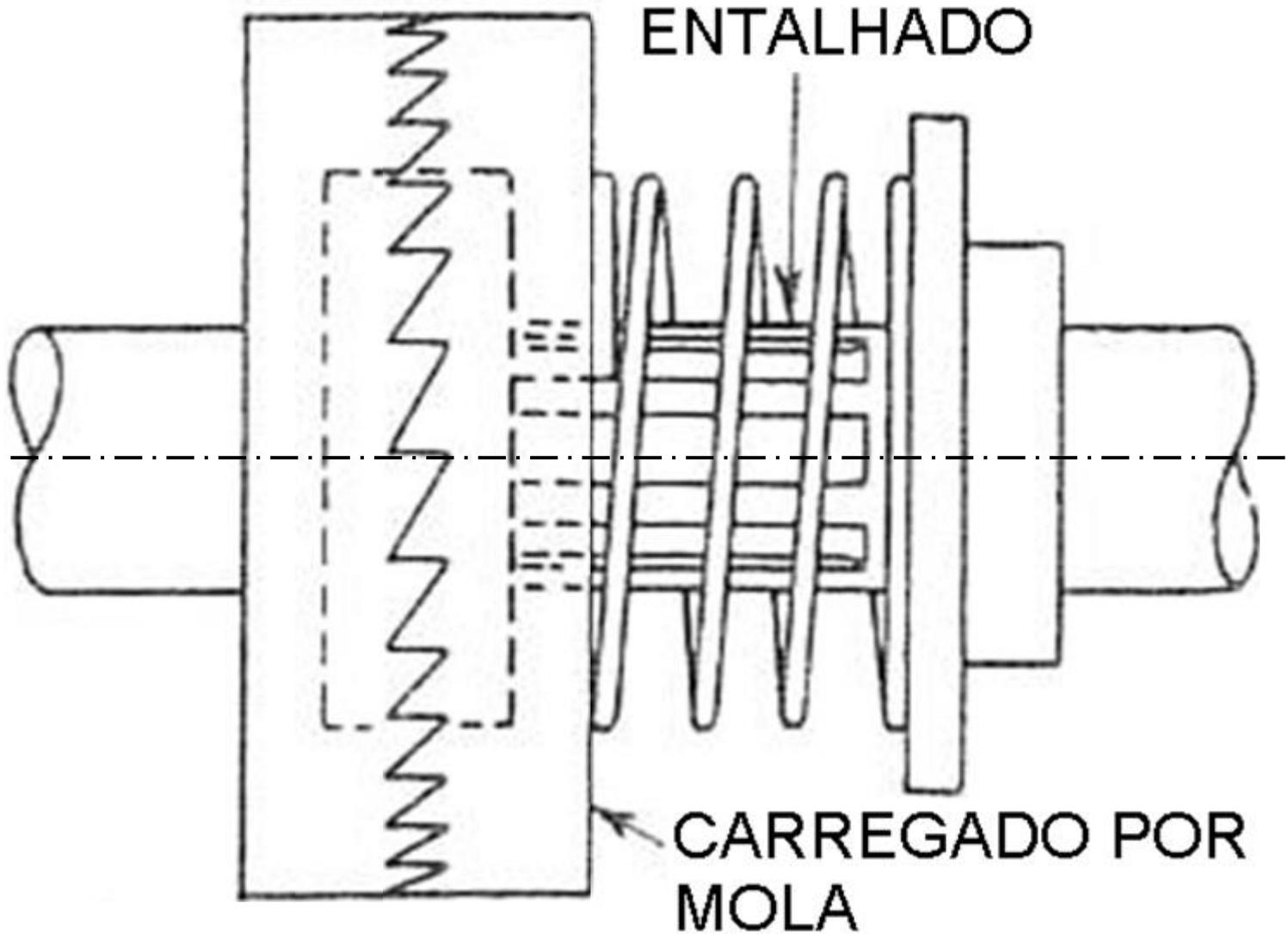
## 2.3 TIPOS ESPECIAIS

### 2.3.1 DIRECIONAIS/ MÓVEIS

**São utilizados para permitir um rápido desacoplamento entre os eixos**

- De encaixe
- Por atrito – Embreagens
- Hidráulicos

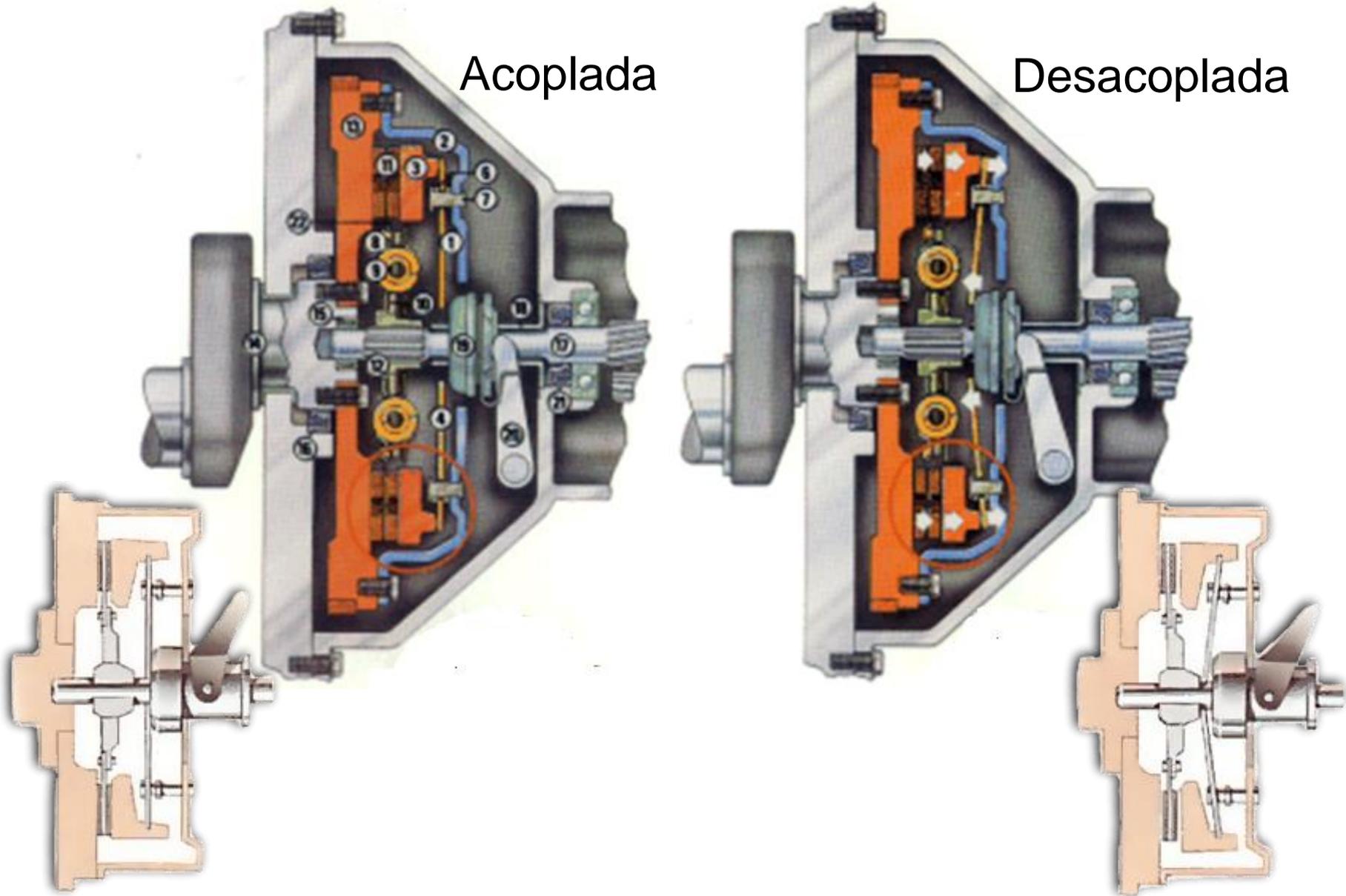
# Acoplamento Direcional/Móvel do Tipo Encaixe



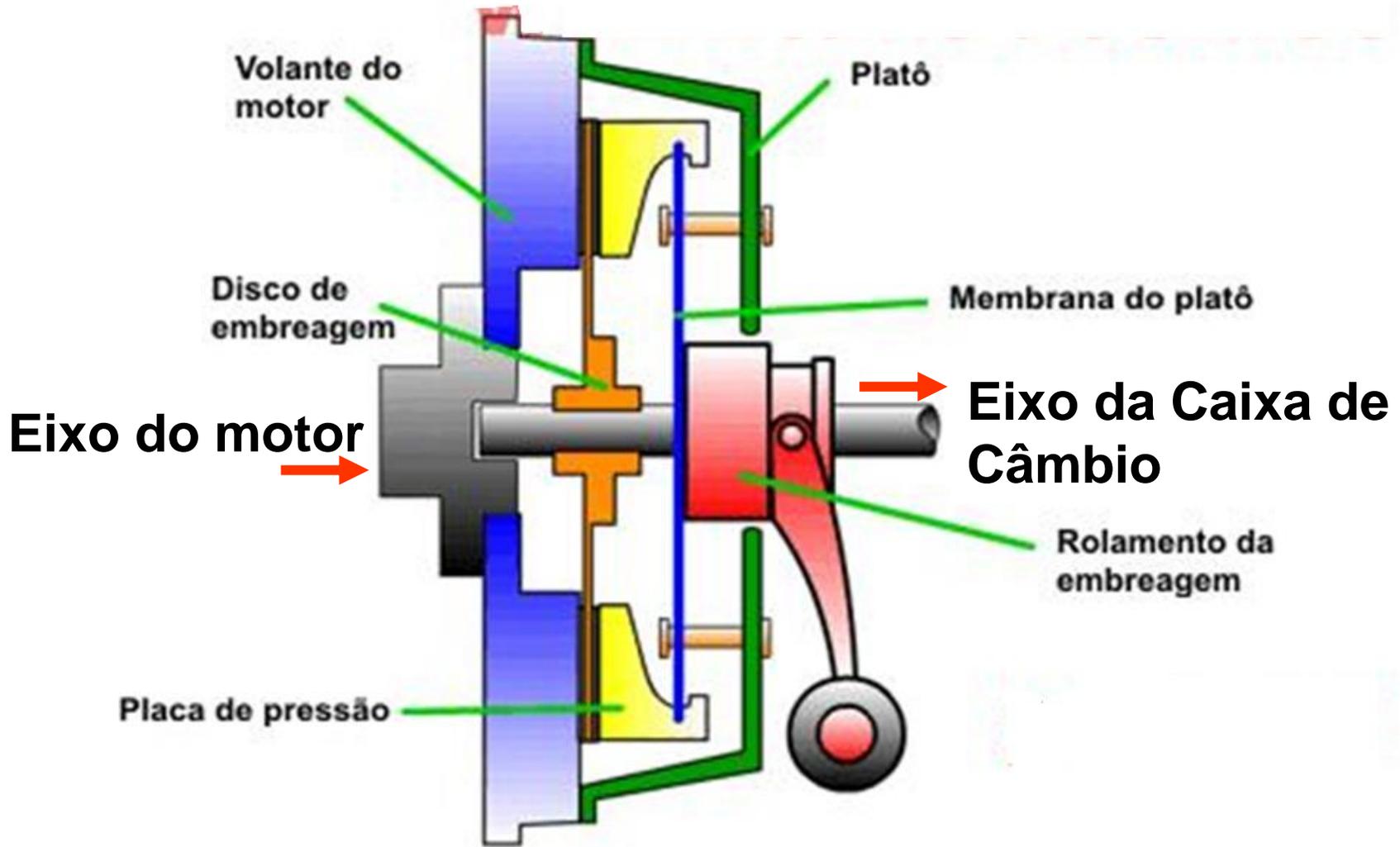
# ACOPLAMENTO DIRECIONAL/MÓVEL POR ATRITO EMBREAGEM AUTOMOTIVA

Acoplada

Desacoplada



# EMBREGEM AUTOMOTIVA

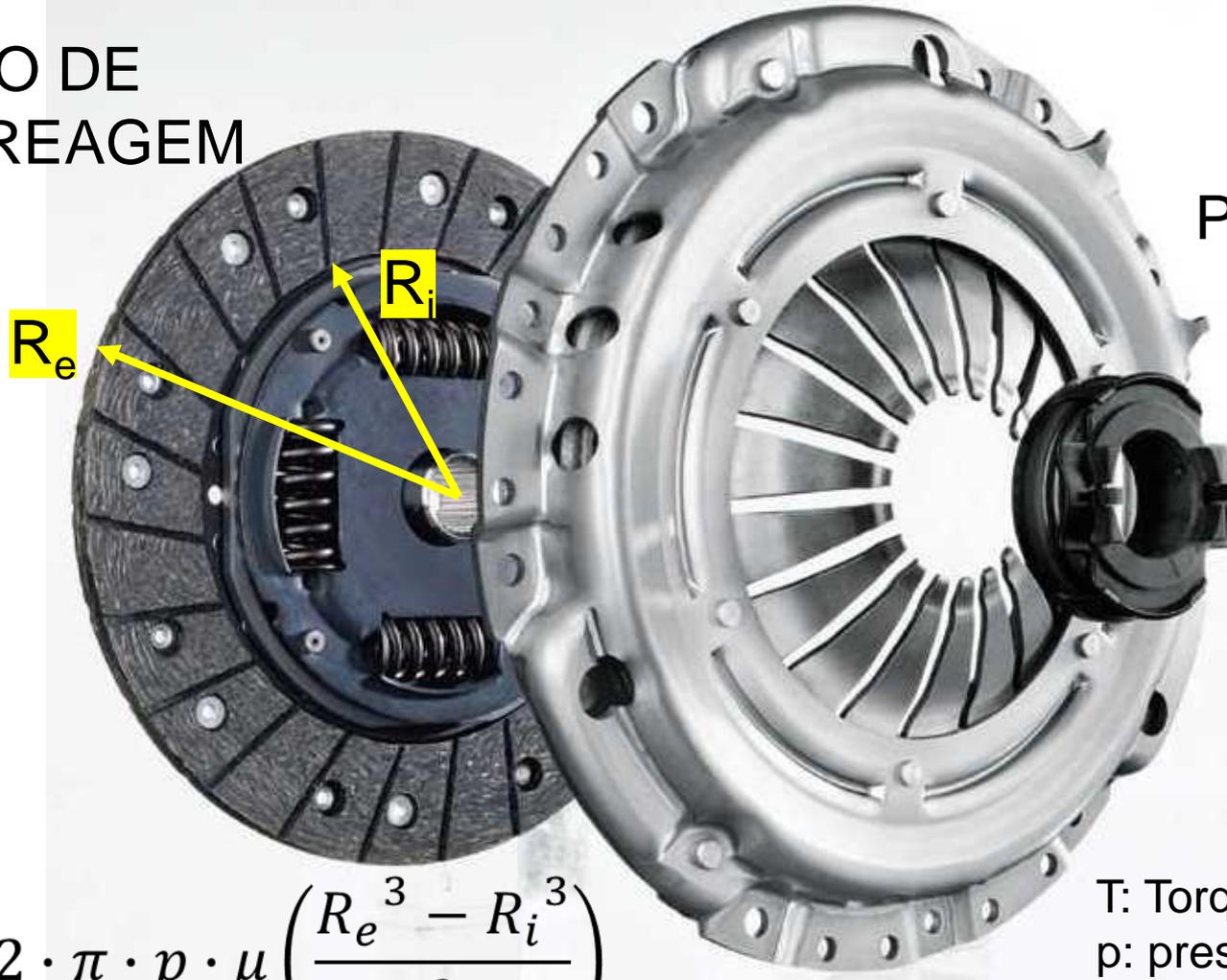


<https://www.youtube.com/watch?v=pqF-aBtTBnY>

# COMPONENTES DA EMBREAGEM AUTOMOTIVA

DISCO DE  
EMBREAGEM

PLATÔ

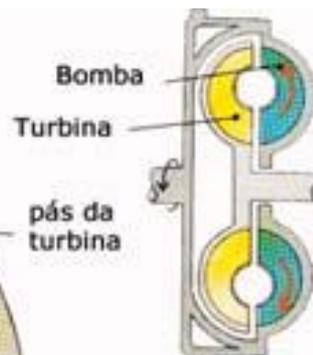
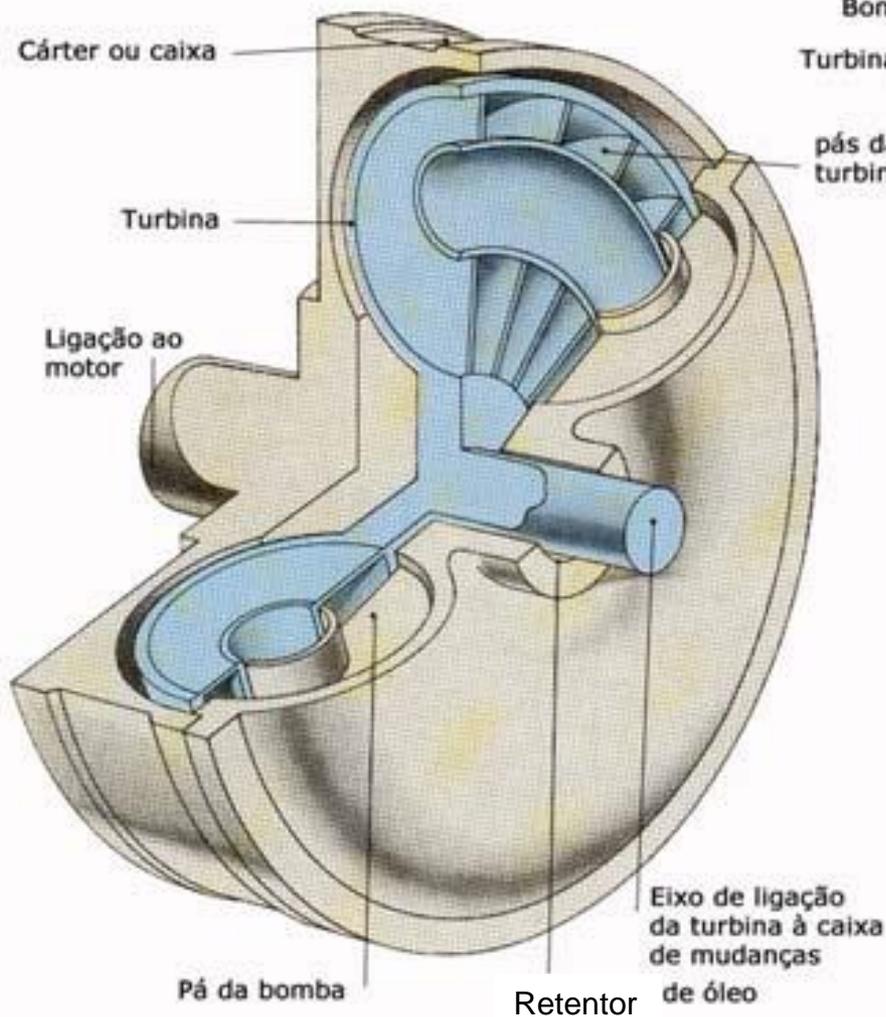


$$T = 2 \cdot \pi \cdot p \cdot \mu \left( \frac{R_e^3 - R_i^3}{3} \right)$$

T: Torque transmitido  
p: pressão no disco  
 $\mu$ : coeficiente de atrito

<https://www.youtube.com/watch?v=9UmrCl2nLKM>

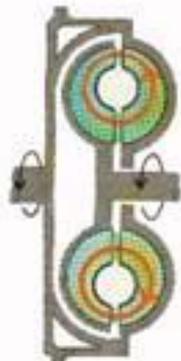
# ACOPLAMENTO DIRECIONAL/MÓVEL HIDRÁULICO EMBREAGEM HIDRÁULICA



**MARCHA LENTA.** A parte motriz da embreagem (a bomba) está ligada ao motor e voltada para a parte acionada (a turbina), da qual está separada por um pequeno intervalo. A velocidade de marcha lenta a força centrífuga, aplicada ao óleo, é insuficiente para fazer girar a turbina e, portanto, deslocar o automóvel.



**REGIMES DE BAIXAS E MÉDIAS ROTAÇÕES.** À medida que o motor acelera, a força centrífuga impele o óleo para a turbina, transmitindo-se assim algum esforço de rotação. Verifica-se ainda bastante escorregamento no conjunto, pelo que o eixo de saída gira mais lentamente que o de entrada



**REGIMES DE MÉDIAS E ALTAS ROTAÇÕES.** Assim que o motor atinge uma velocidade predeterminada, a força do óleo é suficiente para transmitir a totalidade do binário motor (torque), o que se traduz num efeito de transmissão direta com o eixo de saída rodando a cerca de 98% da velocidade do eixo motor.

<https://www.youtube.com/watch?v=11Q4g-oOLr8>

<https://www.youtube.com/watch?v=uXgSttKLSHs>



# ACOPLAMENTOS

## 3. SELEÇÃO DE ACOPLAMENTOS

- **Acoplamentos são elementos pré-fabricados e, em alguns casos, normalizados.**
- **Na maioria das aplicações onde se exige o uso de um acoplamento flexível o processo de seleção de um elemento pré-fabricado ( normalizado) é o mais indicado.**
- **Para acoplamentos rígidos pode-se optar por projetar e fabricar o acoplamento**

# ACOPLAMENTOS

## 3. SELEÇÃO DE ACOPLAMENTOS

### 3.1 Critérios de Seleção

- Tipo de desalinhamento
- Amplitudes dos desalinhamentos
- Necessidade de rigidez torcional
- Conjugado/Torque (T) máximo a ser transmitido  $T = \frac{P}{\omega}$ 
  - P= potência
  - $\omega$  = velocidade angular
- Rotação máxima de operação
- Regime de Operação: contínuo, intermitente, com sobrecarga, temperatura de trabalho, etc.
- Custo

# ACOPLAMENTOS

## 3. SELEÇÃO DE ACOPLAMENTOS

### **3.2 Catálogos de Fabricantes/Distribuidores- Alguns Exemplos**

- [www.vulkan-brasil.com.br](http://www.vulkan-brasil.com.br)
- [www.pticorp.com.br](http://www.pticorp.com.br)
- [www.thomastecnica.com.br](http://www.thomastecnica.com.br)
- [www.rolitec.com.br](http://www.rolitec.com.br)
- [www.arten.com.br](http://www.arten.com.br)
- [www.embreagex.com.br](http://www.embreagex.com.br)
- [https://www.skf.com/binaries/pub20/Images/0901d196806fd7be-SKF-Couplings---15822\\_2-EN\\_tcm\\_20-317965.pdf](https://www.skf.com/binaries/pub20/Images/0901d196806fd7be-SKF-Couplings---15822_2-EN_tcm_20-317965.pdf)