



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
IT – Departamento de Engenharia  
ÁREA DE MÁQUINAS E ENERGIA NA AGRICULTURA  
IT 154- MOTORES E TRATORES

## SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE TRATORES AGRÍCOLAS

Carlos Alberto Alves Varella<sup>1</sup>

### ÍNDICE

INTRODUÇÃO .....	1
POTÊNCIA NO MOTOR .....	2
POTÊNCIA NA TDP .....	2
POTÊNCIA NOS RODADOS .....	2
POTÊNCIA NA BARRA DE TRAÇÃO .....	2
RENDIMENTO DE TRAÇÃO .....	2
TIPOS DE MECANISMOS DE TRANSMISSÃO .....	3
Transmissões hidrodinâmicas .....	3
Transmissões hidrostáticas .....	3
TRANSMISSÕES MECÂNICAS .....	3
Embreagem de volante .....	3
CAIXA DE MARCHAS .....	4
Caixa de marcha convencional .....	4
Caixa de marcha sincronizada .....	5
DIFERENCIAL .....	5
Coroa-Pinhão .....	6
Satélites-Planetárias .....	6
COMANDO FINAL .....	6
TOMADA DE POTÊNCIA (TDP) .....	7
TDP de rotação constante ou independente .....	7
TDP de rotação proporcional ou dependente .....	8

---

<sup>1</sup> Professor. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, IT-Departamento de Engenharia, BR 465 km 7 - CEP 23890-000 – Seropédica – RJ. E-mail: [varella@ufrj.br](mailto:varella@ufrj.br).

## INTRODUÇÃO

O sistema de transmissão é um conjunto de mecanismos responsáveis pela recepção, transformação e transmissão da potência do motor até locais de sua utilização nos tratores. Nos tratores agrícolas os principais locais de utilização de potência são: tomada de potência, sistema hidráulico do engate de três pontos e barra de tração. A potência, nesses diferentes locais, pode ser determinada pelas seguintes equações:

## POTÊNCIA NO MOTOR

$$P_m = 2\pi \cdot \frac{T_m \cdot N_m}{60 \cdot 75}$$

em que,

- $P_m$  = potência no motor, cv;
- $T_m$  = torque no motor, m.kgf;
- $N_m$  = rotação no motor, rpm.

## POTÊNCIA NA TDP

$$P_{TDP} = 2\pi \cdot \frac{T_{TDP} \cdot N_{TDP}}{60 \cdot 75}$$

em que,

- $P_{TDP}$  = potência na TDP do trator, cv;
- $T_{TDP}$  = torque na TDP do trator, m.kgf;
- $N_{TDP}$  = rotação na TDP do trator, rpm.

## POTÊNCIA NOS RODADOS

$$P_r = 2\pi \cdot \frac{T_r \cdot N_r}{60 \cdot 75} \text{ ou } P_r = P_m \cdot E_t$$

em que,

- $P_r$  = potência nos rodados, cv;
- $T_r$  = torque nos rodados, m.kgf;
- $N_r$  = rotação nos rodados, rpm;
- $E_t$  = eficiência do sistema de transmissão.

## POTÊNCIA NA BARRA DE TRAÇÃO

$$P_{bt} = \frac{F_{bt} \cdot V}{270} \text{ ou } P_{bt} = P_r \cdot E_r$$

em que,

- $P_{bt}$  = potência na barra de tração, cv;
- $F_{bt}$  = força na barra de tração, kgf;
- $V$  = velocidade de deslocamento, km.h<sup>-1</sup>;
- $E_r$  = eficiência de tração dos rodados.

## RENDIMENTO DE TRAÇÃO

$$n_t = E_t \cdot E_r \quad \text{ou} \quad n_t = \frac{P_{bt}}{P_m}$$

em que,

$n_t$  = rendimento de tração.

## TIPOS DE MECANISMOS DE TRANSMISSÃO

Os mecanismos de transmissão são projetados para proporcionar ampla variação de potência na barra de tração. As transmissões podem ser mecânicas, hidráulicas ou hidromecânicas:

- Transmissões mecânicas de contato direto de engrenagens;
- Transmissões hidráulicas por meio de fluxo de óleo;
- Transmissões hidromecânicas que associam componentes hidráulicos e mecânicos.

As transmissões hidráulicas pode ser hidrodinâmicas ou hidrostáticas.

### Transmissões hidrodinâmicas

São transmissões que utilizam a energia cinética do fluido. Ex.: embreagens hidráulicas e conversores hidráulicos de torque.

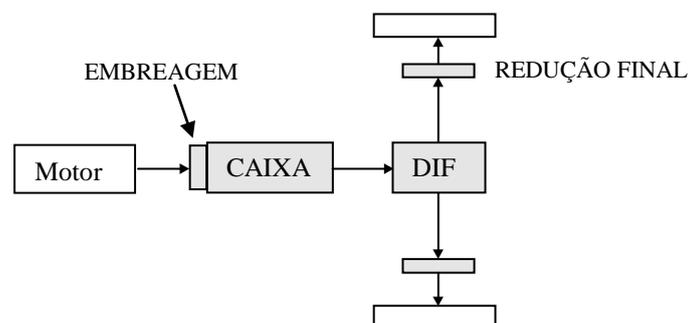
### Transmissões hidrostáticas

São transmissões que utilizam a pressão estática do fluido. Ex.: bomba hidráulica acionada pelo motor converte potência do motor (torque e rpm) em potência hidráulica (pressão e vazão), transmitida por uma linha de escoamento, e convertida novamente em potência junto aos rodados dos tratores.

## TRANSMISSÕES MECÂNICAS

Principais mecanismos de transmissões mecânicas presentes nos tratores agrícolas são:

- Embreagem de volante
- Caixa de mudanças de marchas ou câmbio
- Diferencial
- Comando final e, nos tratores de esteiras, a embreagem de direção
- Rodas motrizes
- Tomada de potência (TDP)



### Embreagem de volante

Mecanismo de aderência por atrito que realiza a conexão do volante do motor aos demais órgãos de transmissão. Possui as seguintes funções:

- Passagem gradativa do movimento;
- Interrupção do movimento para acoplamento de engrenagens;

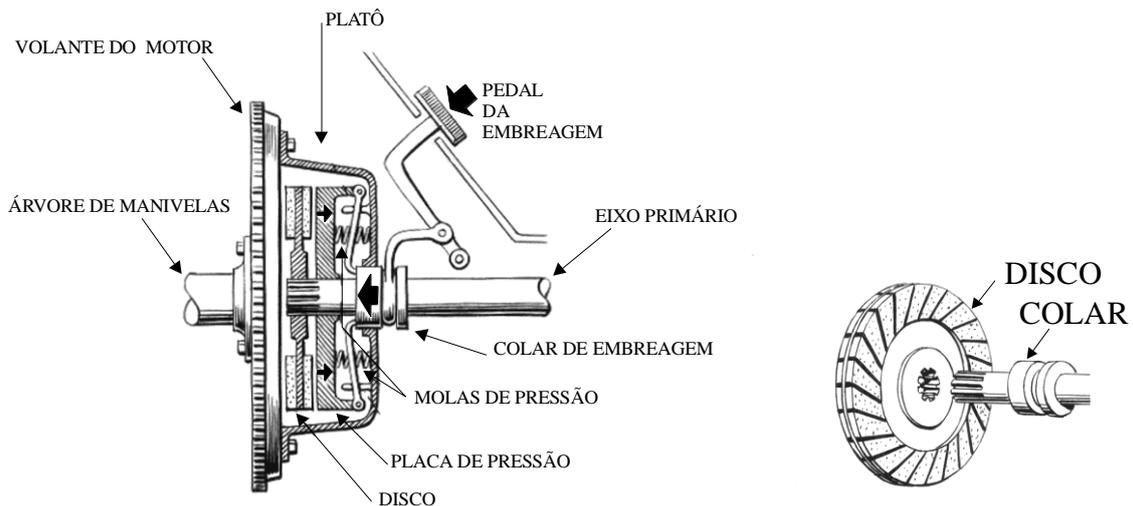
A embreagem de volante esta localizada no eixo primário entre o volante do motor e a caixa de marchas.

### Tipos de embreagens de volante

- Cônica
- Cilíndrica
- Disco

A embreagem de disco é atualmente a mais utilizada em tratores agrícolas. É constituída pelas seguintes partes:

- Disco de embreagem
- Platô
- Colar
- Placa de pressão



### CAIXA DE MARCHAS

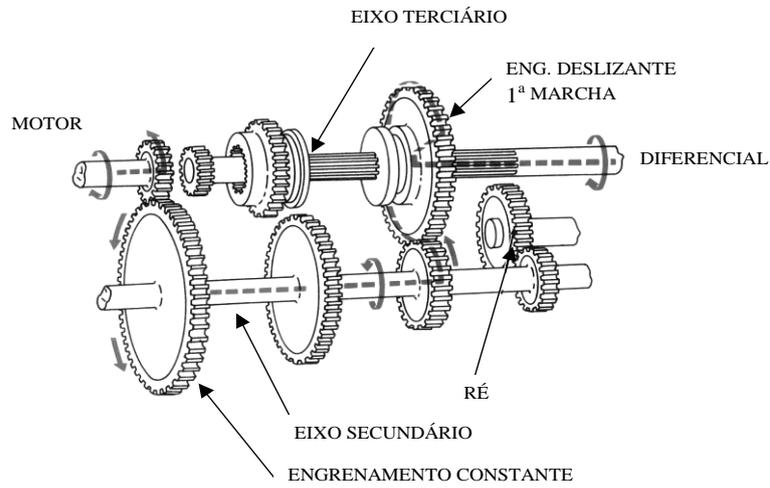
A caixa de marchas tem como função modificar o torque, a velocidade e o sentido do movimento, segundo o princípio geral de que o que se ganha em força, perde-se em velocidade, e vice-versa.

#### Caixa de marcha convencional

Constituída por um conjunto de engrenagens, encerradas numa caixa de ferro fundido, promovida de aberturas para enchimento e drenagem do óleo lubrificante.

A caixa de marchas tem como função possibilitar uma identidade de características entre o motor e o rodado. Faz seleção de forças e velocidades, modifica o torque. Apresenta as seguintes partes:

- Eixo primário ou eixo piloto
- Eixo secundário
- Eixo terciário
- Engrenagens deslizantes

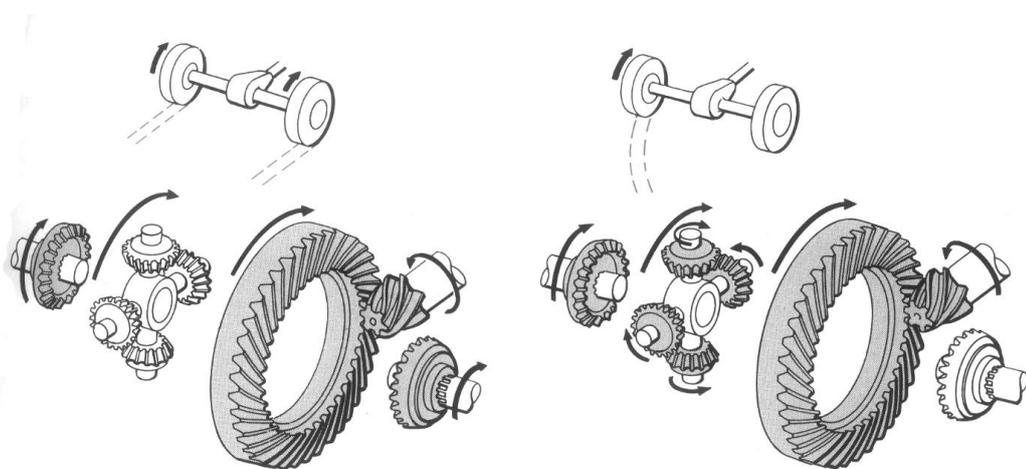
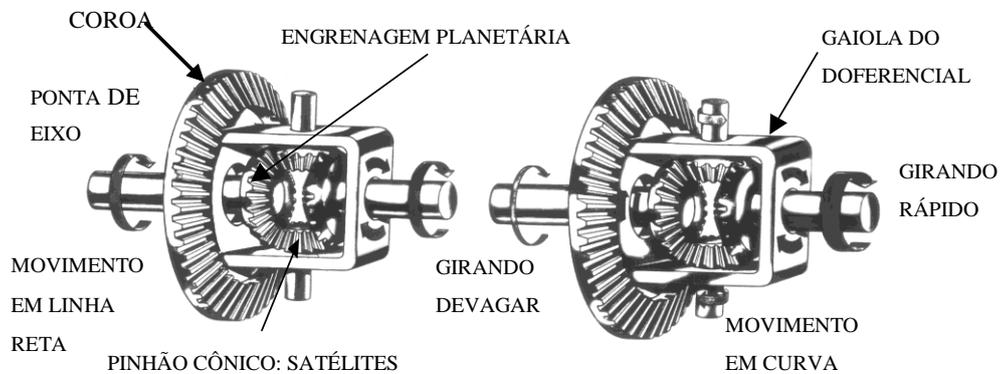


### Caixa de marcha sincronizada

Neste tipo de caixa as engrenagens se encontram acopladas e o engrenamento destas é feito através de um dispositivo denominado anel sincronizador.

### DIFERENCIAL

O diferencial é responsável pela mudança de direção do movimento vindo da caixa de marchas e, é um redutor de velocidade, desta forma atuando como conversor de torque.

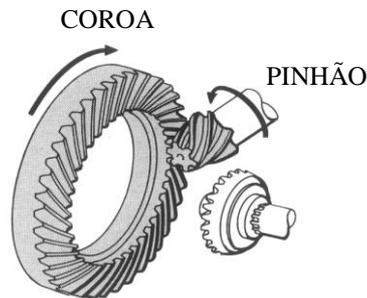


Deslocamento em linha reta

Deslocamento em curvas

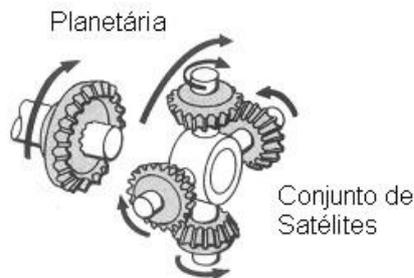
## Coroa-Pinhão

Constituído por um par de engrenagens cônicas denominadas coroa e pinhão, sendo que a de maior número de dentes é a coroa. A coroa acopla-se às semi-árvores motoras através do mecanismo diferencial.



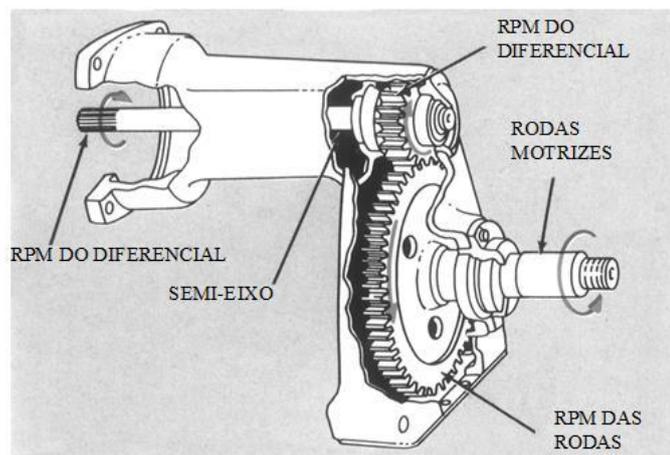
## Satélites-Planetárias

Este mecanismo tem como função transferir o excesso de rotação de uma roda para a outra. Possibilita a realização do deslocamento em curvas. Nos tratores agrícolas este mecanismo pode ser anulado através de uma alavanca denominada “bloqueio do diferencial”, quando desejamos operar o trator em linha reta. No diferencial temos um conjunto de satélites e duas planetárias, sendo uma planetária para cada semi-eixo do trator.



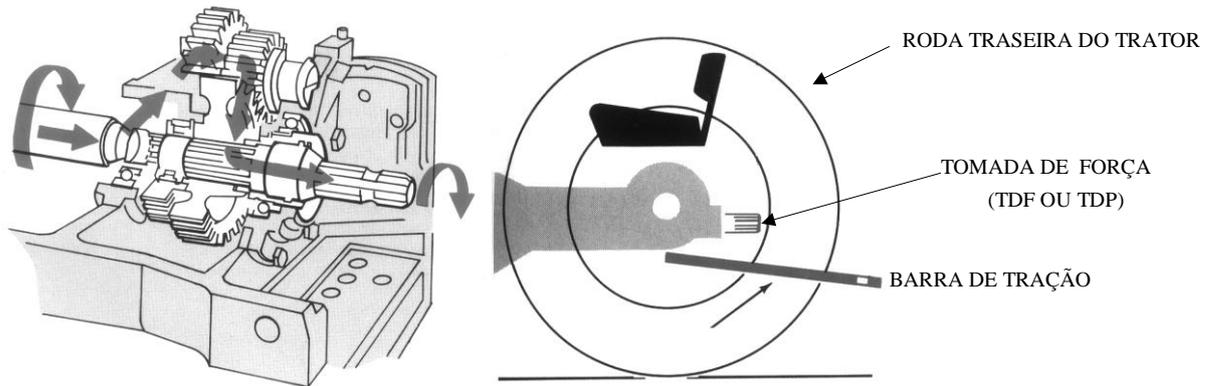
## COMANDO FINAL

O comando final ou redução final é responsável por um incremento complementar e constante do torque junto as rodas motrizes, e em certos casos, por um aumento do vão livre do trator (distância entre o chassi do trator e o solo).



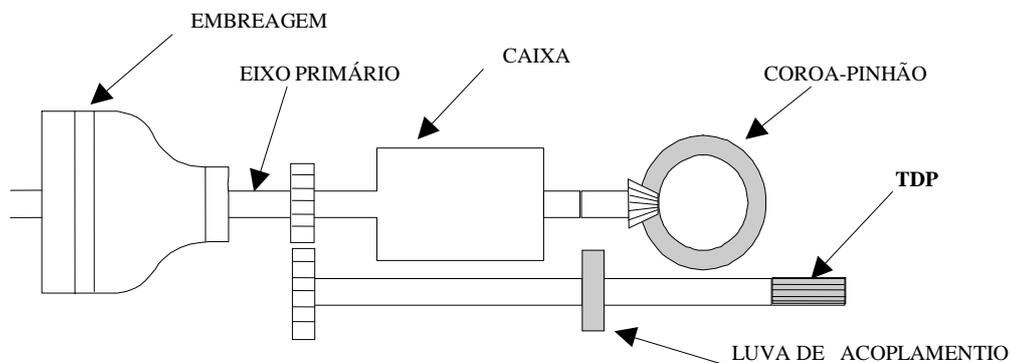
## TOMADA DE POTÊNCIA (TDP)

Eixo estriado localizado na parte traseira do trator, acima da barra de tração, tendo como função transmitir potência do motor (torque e rotação) para acionamento de máquinas agrícolas acopladas ao trator. As Figuras abaixo ilustram a localização da TDP nos tratores agrícolas.



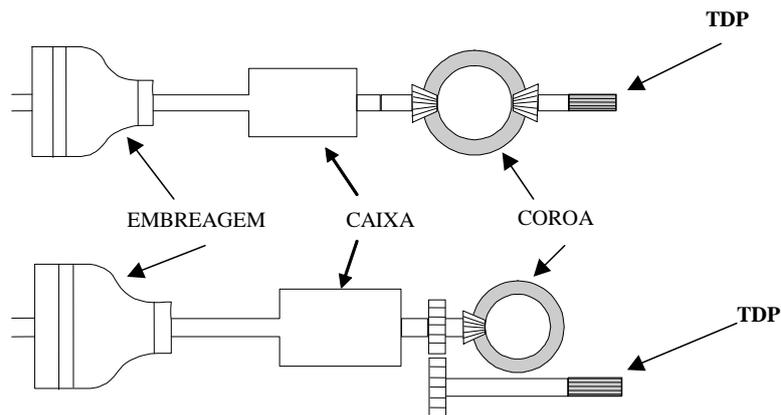
### TDP de rotação constante ou independente

Apresenta velocidade angular constante independente da velocidade de deslocamento do trator. Recebe movimento do eixo primário localizado antes da caixa de marchas do trator. A rotação do eixo da TDP não depende da marcha utilizada.



### TDP de rotação proporcional ou dependente

A velocidade angular da TDP depende da velocidade de deslocamento do trator. É proporcional a rotação das rodas motrizes. Este tipo de TDP recebe movimento após a caixa-de-marchas: na coroa do diferencial ou no eixo do pinhão.



A TDP pode ser de acionamento conjugado ou independente. É dita de acionamento conjugado quando a árvore de transmissão da TDP e o eixo piloto são acionados em conjunto por um só disco de embreagem. O acionamento do eixo da TDP é feito através de luva de acoplamento. A TDP de acionamento independente possui embreagem dupla ou embreagem especial (dois discos) entre a TDP e sua árvore de transmissão. O pedal de embreagem possui dois estágios, sendo o 1º estágio para engrenamento das marchas e o 2º estágio para acionamento da TDP.

### **Padronização da TDP**

A padronização da rotação da TDP é necessária devido ao fato de que os fabricantes de máquinas agrícolas necessitam saber qual a rotação de trabalho da máquina para poder estimar a potência necessária para seu funcionamento. Da mesma forma as dimensões também são padronizadas para permitir o acoplamento de máquinas agrícolas ao trator. Assim, as TDP são projetadas para trabalhar em duas rotações padronizadas: 540 e 1000 rpm.

#### **TDP de 540 rpm**

Projetada para funcionar a 540 rpm. Para seu uso o motor do trator deve trabalhar a determinada rotação que, conforme a redução do motor para a TDP, proporcione 540 rpm na tomada de potência.

- Velocidade angular:  $540 \pm 10$  rpm sentido horário
- Altura do solo:  $575 \text{ mm} + 100 \text{ mm} - 75 \text{ mm}$
- Diâmetro: 35 mm para eixo entalhado de 6 estrias
- 44 mm para eixo de 27 estrias

#### **TDP de 1000 rpm**

Projetada para funcionar a 1000 rpm. Para seu uso o motor do trator deve trabalhar a determinada rotação que, conforme a redução do motor para a TDP, proporcione 1000 rpm na tomada de potência.

- Velocidade angular:  $1000 \pm 25$  rpm sentido horário
- Altura do solo:  $710 \text{ mm} \pm 25 \text{ mm}$
- Diâmetro: 35 mm para eixo entalhado de 27 estrias

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

MIALHE, L.G. **Máquinas motoras na agricultura**. Vol. II. São Paulo: EDUSP, 1980. 367 p.