



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
Departamento de Engenharia Agrícola

ENG-338 MECÂNICA E MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA

- ELEMENTOS BÁSICOS DE MECÂNICA**
- TRANSMISSÃO DE POTÊNCIA**
- LUBRIFICAÇÃO E LUBRIFICANTES**
- INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA MECANIZAÇÃO
AGRÍCOLA**
- CAPACIDADE DE TRABALHO**

Prof. Haroldo C. Fernandes – DEA/UFV

ELEMENTOS BÁSICOS DE MECÂNICA

Definição de Mecânica Aplicada: É um ramo da Engenharia que procura estabelecer fórmulas e coeficientes compatíveis com a natureza e condição de cada material, com base nos princípios e leis básicas da mecânica teórica.

Algumas definições:

1- Força: É definida como a ação que um corpo exerce sobre outro, tendendo a mudar ou modificar seus movimentos, posição, tamanho ou forma.

$$F = m.a$$

2- Trabalho: O trabalho está associado a um movimento e a uma força. Toda vez que uma força atua sobre um corpo produzindo movimento, realizou-se trabalho.

$$T = F.d$$

3- Torque: É um momento de força que tende a produzir ou que produz rotação. É o produto de uma força por um raio.

$$\tau = F.r$$

4- Potência: É definido como a quantidade de trabalho realizado numa unidade de tempo.

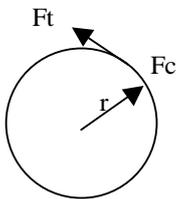
$$P = \frac{T}{t} = \frac{F.d}{t} = F.V$$

5- Inércia: É a resistência que todos os corpos materiais opõem a uma mudança de movimento.

6- Peso (carga): É a força gravitacional de atração exercida pela terra sobre um corpo. Força na vertical (carga).

$$P = m.g \quad (g = 9,8 \text{ m/s}^2)$$

7- Força Centrífuga: É a força que aparece na direção radial, quando um corpo está em movimento curvilíneo.



$$F_c = \frac{m.V^2}{r}$$

$$V = \frac{2\pi r n}{60}$$

$$F_c = \frac{m 4\pi^2 r n^2}{3600}$$

SISTEMAS DE UNIDADES

Unidades	Sistema Técnico	Sistema Internacional (SI)
Comprimento	m	m
Força	Kgf	N
Tempo	s	S
Massa	utm	Kg
Velocidade	m/s	m/s
Trabalho	mKgf	Nm = J
Potência	Kgfm/s	J/s = W
Torque	mKgf	mN

Algumas Relações:

- 1 utm = 9,8 Kg
- 1 Kgf = 9,8 N
- 1 pe (ft) = 0,3048 m
- 1 lb = 0,4536 Kgf
- 1 pol (in) = 25,4 mm
- 1 cv = 75 Kgf. m/s
- 1 Hp = 76 Kgf. m/s
- 1 cv = 735.5 W = 0,7355 kW
- 1 Hp = 745,0 W = 0,745 kW

PROBLEMAS:

1) Sabendo-se que 1 Hp = 33.000 lb pe/min, determine seu valor correspondente em Kgf m/s?

$$1 \text{ Hp} = 33.000 \text{ lb.pe/min}$$

$$1 \text{ Hp} = \frac{33.000 \times 0,4536 \text{ Kgf} \times 0,3048 \text{ m}}{60s}$$

$$1 \text{ Hp} = 76 \text{ Kgf m/s}$$

2) Se 1 cv = 75 Kgf.m/s, qual o seu valor correspondente em lb.pe/min?

$$1 \text{ lb} = 0,4536 \text{ Kgf} \qquad 1 \text{ Pé} = 0,3048 \text{ m}$$

$$X = 1 \text{ Kgf} \qquad X = 1 \text{ m}$$

$$X = 2,2045 \text{ lb} \qquad X = 3,2808 \text{ pe}$$

$$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

$$X = 1 \text{ s}$$

$$X = 0,0166 \text{ min}$$

$$1 \text{ cv} = \frac{75 (2,2045 \text{ lb}).(3,2808 \text{ pe})}{0,0166 \text{ min}}$$

$$1 \text{ cv} = 32.677 \text{ lb.pe/min}$$

3) Qual a massa do corpo cujo peso é 240 Kgf num local onde a aceleração da gravidade é 9,83 m/s²?

$$P = m \cdot g$$

$$m = \frac{240}{9,83} = 24,4 \text{ utm (ST)}$$

$$\text{Pelo SI } P = 240 \times 9,8 = 2353,6 \text{ N } \therefore m = \frac{2353,6}{9,83} = 239,41 \text{ Kg (SI)}$$

4) Uma hélice do sistema de arrefecimento de um motor pesando cada uma 5 Kgf, com baricentro (C.G.) a 150 mm do eixo de rotação, gira com 1500 rpm. Calcular a força centrífuga que tende a arrancar as pás do eixo.

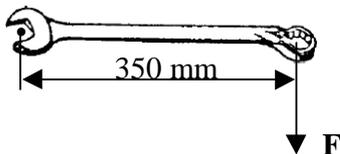
$$\text{SI: } F_c = \frac{m \cdot 4 \pi^2 r n^2}{3600}$$

$$P = 5 \times 9,8 = 49 \text{ N}$$

$$m = \frac{49}{9,83} = 4,98 \text{ Kg}$$

$$F_c = \frac{4,98 \cdot 4 \pi^2 \cdot 0,15 \cdot 1500^2}{3600} = 18.413,55 \text{ N}$$

5.a) Qual o torque aplicado ao parafuso pela chave de boca, quando é aplicada uma força de 200 N no cabo da referida chave?



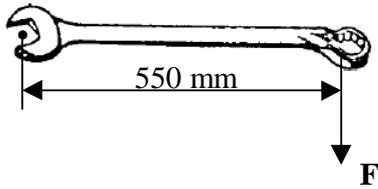
$$\text{SI: } \tau = F \cdot r$$

$$\tau = 200 \cdot 0,35 = 70 \text{ m N}$$

$$\text{ST: } F = \frac{200}{9,8} = 20,4 \text{ Kgf}$$

$$\tau = 20,4 \cdot 0,35 = 7,14 \text{ m Kgf}$$

b) Trocando por uma chave de boca maior. ($r = 550 \text{ mm}$)



$$\text{SI: } \tau = 200 \cdot 0,55 = 110 \text{ m N}$$

$$\text{ST: } F = 20,4 \text{ Kgf}$$

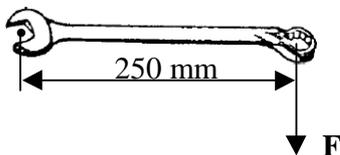
$$\tau = 20,4 \cdot 0,55 = 11,2 \text{ m Kgf}$$

6) Um trator de potência igual a 70 cv gasta 100 s para tracionar uma grade num percurso de 150 m. Qual o percentual de sua potência que é consumida, sabendo que a força necessária para a tração correspondente a 1200 Kgf.

$$P = F \cdot V = \frac{F d}{t} = \frac{1200 \cdot 150}{100} = 1800 \text{ Kgf.m/s}$$

$$P = \frac{1800}{75} = 24,0 \text{ cv} \cong 34\% \text{ da potência do trator.}$$

7 a) Qual o torque necessário para retirar um determinado parafuso, quando é aplicado uma força de 350 N no caso de uma ferramenta de 0,25m de comprimento. Fazer pelo SI e ST.



$$\text{SI: } \tau = F \cdot r$$

$$\tau = 350 \cdot 0,25 = 87,5 \text{ m N}$$

$$\text{ST: } F = \frac{350}{10} = 35 \text{ Kgf}$$

$$\tau = 35 \cdot 0,25 = 8,75 \text{ m Kgf}$$

b) Trocando por uma chave maior (comprimento de 0,35m) o que irá acontecer?

$$\text{SI: } \tau = F \cdot r$$

$$\tau = 350 \cdot 0,35 = 122,5 \text{ m N}$$

O torque ou a capacidade de produzir rotação irá aumentar em 35 m N.

8) Qual o torque de um trator de Pneus de potência nominal igual a 110 cv no momento em que ele trabalha com uma rotação de 2000 rpm.

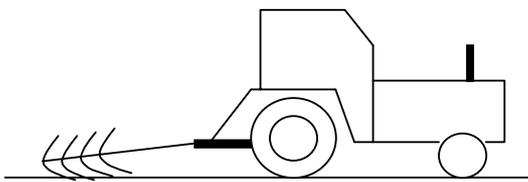
$$P = F.V = \frac{F 2 \pi r n}{60} = \frac{2 \pi \tau n}{60}$$

$$1 \text{ cv} = 75 \text{ Kgf m/s}$$

$$110 \text{ cv} = 8250 \text{ Kgf m/s}$$

$$\tau = \frac{60P}{2 \pi n} \Rightarrow \tau = \frac{60.8250}{2 \pi 2000} = 39,41 \text{ m.Kgf}$$

9) Qual a potência (kW) consumida para tracionar um arado de discos, sabendo que a força necessária para a tração é 1200 Kgf, numa velocidade de trabalho igual a 6,0 Km/h.



$$V = 6,0 \text{ Km/h} \div 3,6 = 1,67 \text{ m/s}$$

$$P = F.V = 1200 \text{ Kgf} \cdot 1,67 \text{ m/s} = 2004 \text{ Kgf.m/s} \div 75 = 26,72 \text{ cv}$$

$$1 \text{ cv} = 0,7355 \text{ kW}$$

$$26,72 \text{ cv} = X$$

$$X = 19,65 \text{ kW}$$

10) Qual a massa do corpo cujo peso é 480 Kgf num local onde $g = 9,83 \text{ m/s}^2$?

$$\text{ST: } P = m.g \therefore m = \frac{480}{9,83} = 48,83 \text{ utm}$$

$$\text{SI: } 480 \cdot 10 = 4800 \text{ N}$$

$$P = m.g \therefore m = \frac{4800}{9,83} = 488,3 \text{ Kg}$$

11) Um trator de potência igual a 80 cv gasta 2,0 min para tracionar uma grade num percurso de 250 m fazendo uma força correspondente a 1800 Kgf. Qual a percentagem de sua potência que é consumida nesta tração?

$$P = F.V = \frac{F.d}{t}$$

$$P = \frac{1800.250}{120} = 3750 \text{ Kgf m/s}$$

$$1 \text{ cv} = 75 \text{ Kgf m/s}$$

$$P = \frac{3750}{75} = 50 \text{ cv} \cong 62,5\% \text{ da sua potência.}$$

12) Qual o torque do motor de um trator de Pneus de potência nominal igual a 80 cv no momento em que ele trabalha com uma rotação de 2500 rpm.

$$P = F.V$$

$$V = \frac{2 \pi r n}{60}$$

$$P = \frac{F 2 \pi r n}{60} \quad (F.r = \text{torque})$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ cv} = 75 \text{ Kgf m/s} \\ P = 80 \text{ cv} \times 75 = 6000 \text{ kgfm/s} \end{array} \right.$$

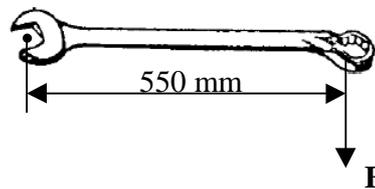
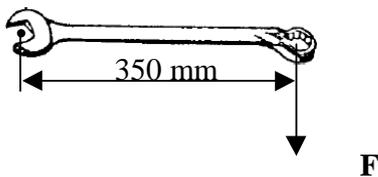
$$P = \frac{2 \pi \tau n}{60} \therefore \tau = \frac{60.P}{2 \pi n} = \frac{60.6000}{2 \pi 2500} = 23,0 \text{ m Kgf}$$

13) Qual a potência (kW) gasta para tracionar um arado de discos, sabendo que a força necessária para a tração é 1200 Kgf numa velocidade de trabalho igual a 6,0 km/h.

$$V = 6,0 \text{ Km/h} \div 3,6 = 1,7 \text{ m/s}$$

$$P = F.V = 1200 \cdot 1,6 = 2004 \text{ Kgf m/s} \frac{2004 \text{ Kgf.m/s}}{75} = 26,72 \text{ cv} \times 0,7355 = 19,65 \text{ kW}$$

14) Para se retirar um determinado parafuso é necessário um torque equivalente a 70 m N com uma chave de roda de 350 mm de cabo. Qual o percentual a menos de força que deverá ser feito se for utilizada uma chave de boca de 550 mm de cabo?



$$\tau = 70 \text{ m N}$$

$$r = 350 \text{ mm (0,35 m)}$$

$$\tau = F.r \Rightarrow 70 = F \cdot 0,35 \Rightarrow F = 200 \text{ N}$$

$$= 70 \text{ m N}$$

$$r = 550 \text{ mm (0,55m)}$$

$$\tau = F r \Rightarrow 70 = F \cdot 0,55 \Rightarrow F = 127,3 \text{ N}$$

Deverá fazer 36,3% a menos de força para retirar o parafuso.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS:

1) Qual a potência mínima (kW) que deverá ter um trator de pneus para tracionar um determinado implemento, sabendo-se que foi necessária uma força de 30.000 N, quando se percorreu uma distância de 150 m gastando 100 s. (R = 44,13 kW)
(OBS = considerar 1Kgf = 10 N)

2) Mostre passo a passo como se pode obter a unidade de potência no sistema internacional (kW), partindo de sua definição: "Potência é definido como a quantidade de trabalho realizado numa unidade de tempo".

3) Um fabricante apresenta as seguintes especificações técnicas para o seu trator de pneus:

Potência do motor = 88,2 cv à rotação de 1500 rpm.

Com base nesses dados, determinar o torque máximo disponível no motor.

(R = 42,13 Kgf m)

4) Um vendedor de implementos agrícolas lhe ofereceu uma grade que exige 35000 N para ser tracionada. Antes de comprá-la você decidiu fazer um teste de campo num percurso de 400 m, gastando um tempo de 370 s, com um trator de pneus de potência igual a 65,0 cv. Qual a sua decisão?

(R = 50,45 cv – compraria)

Obs: Considerar 1 Kgf = 10 N

5) Qual a potência (kW) de um trator que exerce um torque equivalente a 28,66 Kgf m no momento em que sua rotação é de 1750 rpm?

(R = 51,48 kW)

6) Para tracionar uma semeadora-adubadora num percurso de 150 m, um trator de pneus de potência nominal igual a 60 cv gasta 2,0 minutos. Sabendo-se que a força necessária para a tração foi de 2500 Kgf. Pergunta-se qual o percentual de sua potência foi consumida nesta tração? (R= 70 %)

7) Se 1 HP = 76 Kgf m/s, qual o seu equivalente em lb pe/min? (R = 33.000 lb pe/min)

8) Demonstre que: "Potência é igual ao produto de uma força aplicada pela velocidade de deslocamento.

TRANSMISSÃO DE POTÊNCIA

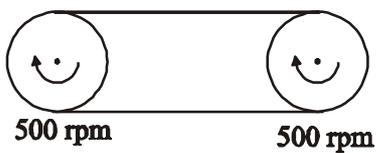
É a transmissão de força e velocidade de um eixo a outro.

$$P = \frac{T}{t} = \frac{F.d}{t} = F.V$$

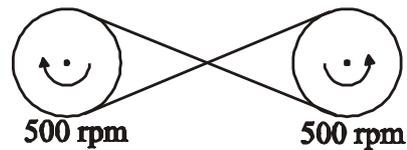
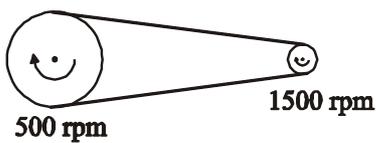
Classificação dos mecanismos de transmissão de potência (classes e gêneros).

Classes:

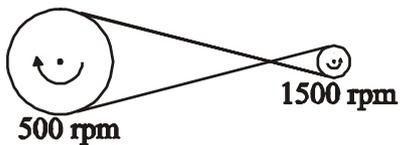
1) Relação de transmissão constante em sinal e grandeza.



2) Relação de transmissão constante em sinal e variável em grandeza e vice-versa.



3) Relação de transmissão variável em sinal e grandeza.

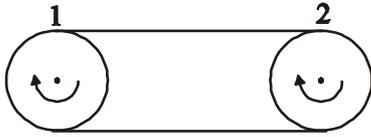


Gêneros:

- 1) Transmissão por contato direto: { Rodas de aderência (embreagem)
Engrenagens
- 2) Transmissão por contato indireto: { Intermediário rígido (biela, cardã)
Intermediário flexível (correia, cabo, corrente)

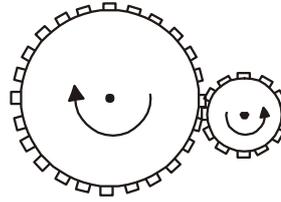
Polias e correias: Para grandes distâncias usam-se cabos e não correias. O diâmetro de uma polia deve ser no máximo 5 vezes o diâmetro da outra, 6 vezes causa deslizamento (patinação).

Relação diâmetro, rpm e número de dentes:



$$D_1 n_1 = D_2 n_2$$

$$v = \frac{\pi D n}{60} \text{ (vel. Angular)}$$



$$N_1 n_1 = N_2 n_2$$

Onde:

D = diâmetro da polia

N = número de dentes

n = número de rotações por minuto (rpm)

Cálculo do comprimento da correia:

$$L_{(m)} = 2\delta + \left(\frac{D+d}{2}\right)3,25 \text{ (Tanto para direta quanto para cruzada)}$$

Onde:

δ = distância entre eixos,

D = diâmetro da polia maior,

d = diâmetro da polia menor.

Ou

$$L = \pi(r+r') + 2\sqrt{\delta^2 + (r-r')^2} \text{ (direta)}$$

$$L = \pi(r+r') + 2\sqrt{\delta^2 + (r+r')^2} \text{ (Cruzada)}$$

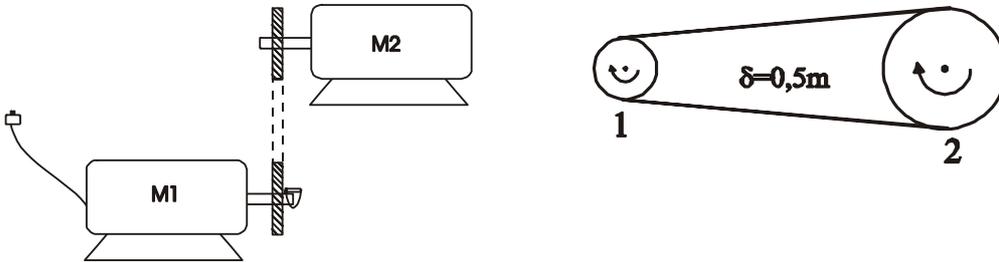
Onde:

r = raio da polia maior

r' = raio da polia menor

Exercícios:

1) Qual o comprimento da correia a ser adquirida?



$$M_1 \Rightarrow P = 7,0 \text{ cv} \\ n = 1450 \text{ rpm} \\ V = 12 \text{ m/s}$$

$$M_2 \Rightarrow n = 500 \text{ rpm}$$

$$V = \frac{\pi D n}{60} = \frac{2 \pi r n}{60} \Rightarrow r = \frac{60 v}{2 \pi n} = \frac{60 \cdot 12}{2 \pi \cdot 1450} = 0,075 \text{ m} \Rightarrow d = 0,15 \text{ m}$$

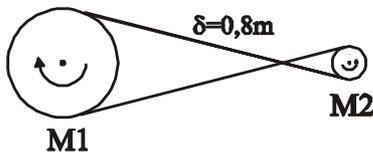
$$L = \pi (0,075 + 0,2175) + 2 \sqrt{(0,5)^2 + (0,075 - 0,2175)^2} = 1,959 \text{ m}$$

Ou

$$L = 2 \delta + \left(\frac{D + d}{2} \right) 3,25$$

$$L = 2 (0,5) + \left(\frac{0,435 + 0,15}{2} \right) 3,25 = 1,95 \text{ m}$$

2) Dimensionar os diâmetros das polias e comprimento da correia a ser adquirida.



$$M_1 \Rightarrow P = 9,0 \text{ cv} \\ n = 2200 \text{ rpm} \\ V = 30 \text{ m/s}$$

$$M_2 \Rightarrow n = 4350 \text{ rpm}$$

$$V = \frac{2 \pi r' n}{60} \Rightarrow r' = \frac{60 \cdot 30}{2 \pi \cdot 2200} = 0,13 \text{ m} \Rightarrow D = 0,26 \text{ m}$$

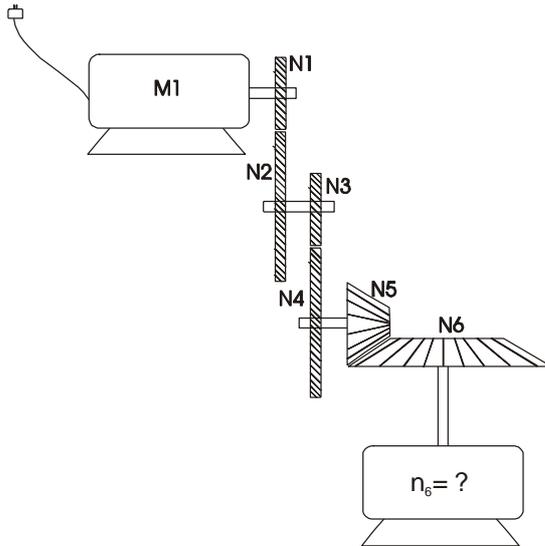
$$D_1 n_1 = D_2 n_2$$

$$0,26 \cdot 2200 = D_2 \cdot 4350$$

$$D_2 = 0,13 \text{ m} \Rightarrow r = 0,065 \text{ m}$$

$$L = 2,25 \text{ m ou } L = 2,23 \text{ m}$$

3) No sistema de transmissão por engrenagens abaixo, calcular o número de rotações por minuto (rpm) do eixo 6, sabendo-se que o do motor é de 1200 rpm e os dados das engrenagens são: $N_1 = 20 \text{ D}$; $N_2 = 75 \text{ D}$; $N_3 = 15 \text{ D}$; $N_4 = 72 \text{ D}$; $N_5 = 25 \text{ D}$ e $N_6 = 75 \text{ D}$



$$N_1 n_1 = N_2 n_2$$

$$20 \cdot 1200 = 75 \cdot n_2 \Rightarrow n_2 = 320 \text{ rpm}$$

$$n_2 = n_3 = 320 \text{ rpm}$$

$$N_3 n_3 = N_4 n_4$$

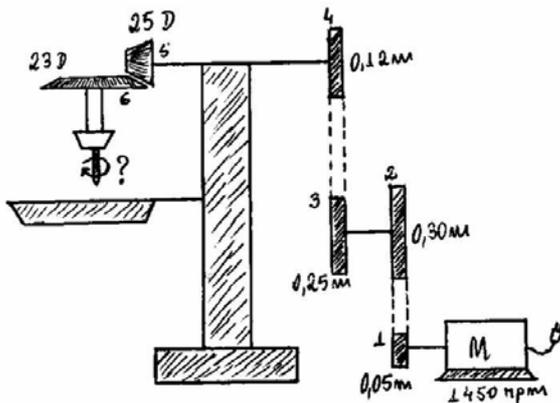
$$18 \cdot 320 = 72 \cdot n_4 \Rightarrow n_4 = 80 \text{ rpm}$$

$$n_4 = n_5 = 80 \text{ rpm}$$

$$N_5 n_5 = N_6 n_6$$

$$25 \cdot 80 = 75 \cdot n_6 \Rightarrow n_6 = 26,67 \text{ rpm}$$

4) Calcular a rotação da broca da furadeira de coluna abaixo:



$$D_1 n_1 = D_2 n_2$$

$$0,05 \cdot 1450 = 0,30 \cdot n_2 \Rightarrow n_2 = 241,67 \text{ rpm}$$

$$n_2 = n_3 = 241,67 \text{ rpm}$$

$$D_3 n_3 = D_4 n_4$$

$$0,25 \cdot 241,67 = 0,12 \cdot n_4 \Rightarrow n_4 = 503,48 \text{ rpm}$$

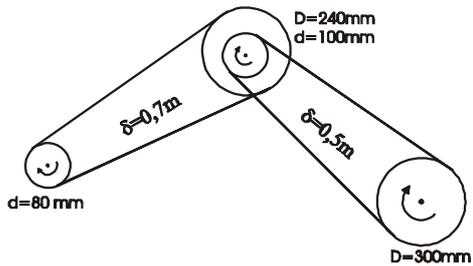
$$n_4 = n_5 = 503,48 \text{ rpm}$$

$$N_5 n_5 = N_6 n_6$$

$$503,48 \cdot 25 = 23 \cdot n_6 \Rightarrow$$

$$n_6 = 547,26 \text{ rpm (Broca)}$$

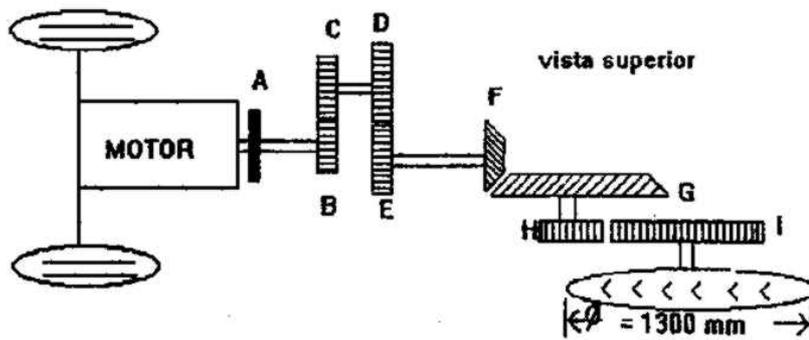
5) No sistema de transmissão por correias, representado abaixo, calcular os comprimentos das correias A e B.



$$L_A = 2\delta + \left(\frac{D+d}{2}\right)3,25 = 2 \cdot 700 + \left(\frac{240+80}{2}\right)3,25 = 1920 \text{ mm}$$

$$L_B = 2 \cdot 800 + \left(\frac{300+100}{2}\right)3,25 = 2250 \text{ mm}$$

6) Considerando que não há patinagem entre as rodas e o solo, calcular a velocidade do trator em Km/h.



Dados:
 Motor = 1800 rpm
 A = Embreagem
 B = 10 D
 C = 30 D
 D = 10 D
 E = 50 D
 F = 10 D
 G = 60 D
 H = 25 D
 I = 30 D

$$N_1 n_1 = N_2 n_2$$

$$N_B n_B = N_C n_C$$

$$10 \cdot 1800 = 30 n_C \Rightarrow n_C = 600 \text{ rpm} = n_D$$

$$N_D n_D = N_E n_E$$

$$10 \cdot 600 = 50 n_E \Rightarrow n_E = 120 \text{ rpm} = n_F$$

$$N_F n_F = N_G n_G$$

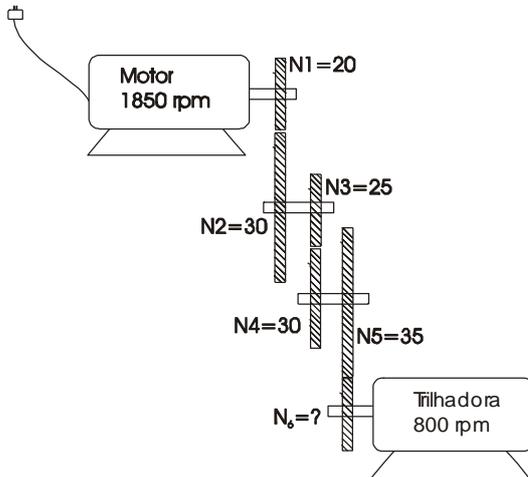
$$10 \cdot 120 = 60 \cdot n_G \Rightarrow n_G = 20 \text{ rpm} = n_H$$

$$N_H n_H = N_I n_I$$

$$25 \cdot 20 = 30 \cdot n_I \Rightarrow n_I = 16,67 \text{ rpm} = n_{\text{roda}}$$

$$V = \frac{\pi D n}{60} = \frac{\pi \cdot 1,30 \cdot 16,67}{60} = 1,134 \text{ m/s} \times 3,6 = 4,08 \text{ Km/h}$$

7) Considerando que para ter um bom funcionamento a trilhadora de grãos abaixo deverá trabalhar numa rotação de 800 rpm. Determine o número de dentes de sua engrenagem.



$$N_1 n_1 = N_2 n_2$$

$$20 \cdot 1850 = 30 n_2 \Rightarrow n_2 = 1233 \text{ rpm} = n_3$$

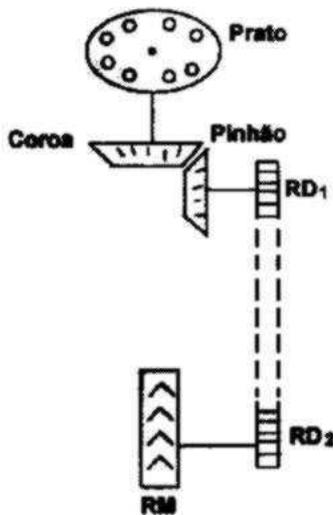
$$N_3 n_3 = N_4 n_4$$

$$25 \cdot 1233 = 30 n_4 \Rightarrow n_4 = 1027,5 \text{ rpm} = n_5$$

$$N_5 n_5 = N_6 n_6$$

$$35 \cdot 1027,7 = N_6 \cdot 800 \Rightarrow N_6 = 50 \text{ dentes}$$

8) Considerando a semeadora abaixo, determinar o espaçamento entre sementes.



$$\frac{\text{Coroa}(33)}{\text{Pinhão}(25)} \times \frac{\text{RD}_1(12)}{\text{RD}_2(10)} \times \frac{\text{PRM}(130)}{\text{N}^\circ \text{ Furos}(8)} = \text{EES}$$

1 volta do disco dosador de sementes = 1 volta da coroa, então:

$$N_C n_C = N_P n_P$$

$$1 \cdot 33 = 25 \cdot n_P \Rightarrow n_P = 1,32 \text{ voltas} = n_{RD1}$$

$$N_{RD1} n_{RD1} = N_{RD2} n_{RD2}$$

$$12 \cdot 1,32 = 10 n_{RD2} \Rightarrow n_{RD2} = 1,584 \text{ voltas} = n_{RM}, \text{ então,}$$

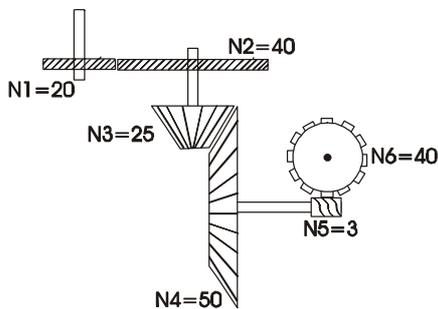
$$1 \text{ volta do disco dosador} = 1,584 \text{ voltas da roda motriz} = 1,584 \cdot 130 \text{ cm} = 205,92 \text{ cm} \div 8 \text{ furos} \cong 25 \text{ cm entre sementes}$$

Para alterar o espaçamento entre sementes (diferentes culturas), basta trocar as rodas dentadas e utilizar o disco dosador indicado para cultura.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS:

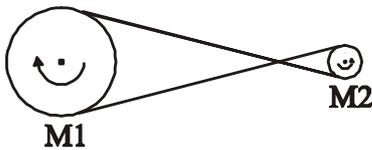
1) Um trator se desloca a 10 Km/h e a rotação do seu motor nesse instante é 1850 rpm. Sendo o diâmetro de suas rodas igual a 120 cm, pergunta-se qual a relação global de redução. ($R = 42,86 : 1$)

2) No sistema de transmissão por engrenagens representado na figura abaixo, a engrenagem motora dá 800 rpm. Determine o número de rotações por minuto da engrenagem coroa. ($R = 15 \text{ rpm}$)



3) Considerando que o trator de pneus do exercício 6 está se deslocando a 30 km/h, determine o número de rotações por minuto do seu motor sabendo que o número de dentes das engrenagens da caixa de marchas e eixo diferencial são: A = embreagem; B = 15 D; C = 25 D; D = 15 D; E = 45 D; F = 15 D; G = 50 D ($R = 1700 \text{ rpm}$)

4) Determinar o comprimento da correia a ser adquirida para o sistema de transmissão por polias e correias abaixo. ($R = 3,56 \text{ m}$)



M1 = P = 5 cv
n = 1850 rpm
V = 20 m/s
 $\delta = 1,50 \text{ m}$

M2 = n = 2800 rpm

5) Considerando a semeadora apresentada no exercício 8, calcule o número de dentes das rodas dentadas RD1 e RD2 para se obter um espaçamento entre sementes igual a 15 cm.

OBS: nº máximo de dentes = até 30 dentes

nº máximo de furos do prato = 20 furos

erro máximo admissível = 3mm (14,7 – 15,3 cm)

6 a) Sabendo-se que a rotação necessária para que uma determinada máquina possa funcionar com eficiência é de 600 rpm, esquematize o sistema de transmissão de potência, por polias e correias, do motor ($n = 2500$ rpm) até a máquina.

OBS: Utilizar no máximo uma relação 3:1 nos diâmetros das polias.

b) Calcular também o comprimento das correias. Você deverá estipular a distância entre eixos.

7) Considere a furadeira de colunas descrita no exercício 4. Caso se deseje uma rotação de 350 rpm na broca, qual deverá ser a rotação do motor que irá acionar o sistema? ($R = 1314$ rpm)

OBS: As polias terão os mesmos diâmetros do apresentado no exercício 4

O número de dentes das engrenagens coroa e pinhão são respectivamente 30 e 23.

($R = 1314$ rpm)

LUBRIFICAÇÃO, LUBRIFICANTES E LUBRIFICADORES

Para se fazer deslizar um corpo sobre outro, deve-se vencer uma resistência conhecida como força de atrito. Qualquer tipo de movimento relativo entre corpos sólidos, líquidos ou gasosos dá origem ao atrito, que se opõe ao movimento.

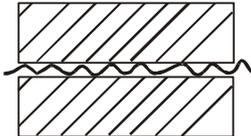
Em certos casos, o atrito é indispensável. Sem ele, o andar seria impossível; um sistema de freio ou um esmeril seriam totalmente inúteis. Por outro lado, no funcionamento de qualquer máquina, ocorre atrito nas partes que tem um movimento relativo. O atrito é responsável pelo desgaste das peças e pela perda de energia. A energia assim consumida resulta em perda de potência e de rendimento. O interesse no caso é diminuir o atrito através da lubrificação.

LUBRIFICAÇÃO: É a adição de uma substância entre as superfícies que trabalham em contato direto com as finalidades de:

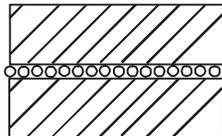
- Reduzir atrito,
- Diminuir ruído,
- Eliminar calor,
- Eliminar impurezas,
- Aumentar rendimento,
- Garantir a vida da máquina,
- Reduzir o custo final do trabalho.

TEORIAS DA LUBRIFICAÇÃO:

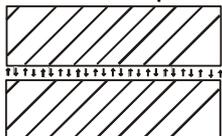
1) TEORIA DA HIDRODINÂMICA: O lubrificante se comporta como um fio, uma película entre as superfícies.



2) TEORIA MOLECULAR: O lubrificante se comporta como pequenas esferas, onde as superfícies se movimentam.



3) TEORIA DIELÉTRICA: O lubrificante funciona fazendo força de repulsão entre as superfícies.



LUBRIFICANTES: São as substâncias que fazem a lubrificação.

CLASSIFICAÇÃO:

QUANTO A ORIGEM (FORMA DE PRODUÇÃO):

- Orgânico { Vegetal } Óleos graxos (mamona, oliva, palma, sebo, banha)
 { Animal }
- Mineral (Petróleo)
- Sintético (polímeros → Ind. Petroquímica)
-

QUANTO AO ESTADO FÍSICO:

- Sólido (talco, grafite, mica, MoS₂)
- Pastoso (graxa)
- Líquido (óleo)
- Gasoso (Freon, Nitrogênio, Ar)

CARACTERÍSTICAS DOS LUBRIFICANTES

a) GERAIS: Habilidade em reduzir atrito
Durabilidade

b) FÍSICAS: Densidade, viscosidade, fluidez, temperatura de vaporização cor e odor.
(dependem da origem e dos aditivos)

c) QUÍMICAS: Acidez, oxidação.
(dependem da origem e dos aditivos)

d) OUTRAS (independente do tipo): Consistência suficiente, baixo coeficiente de atrito, resistência a alteração química, elevado ponto de ebulição, pureza.

Existem dois tipos de lubrificantes mais utilizados em máquinas e implementos agrícolas: óleos e graxas.

ÓLEOS LUBRIFICANTES:

CLASSIFICAÇÃO:

SAE: De acordo com a viscosidade do lubrificante.

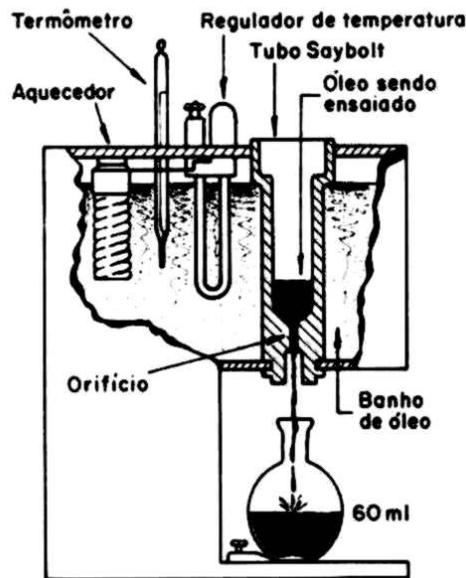
API: De acordo com as características do motor, aditivos e condições do trabalho.

MILITAR: Exército Americano.

VISCOSIDADE: É a característica mais importante dos óleos lubrificantes. É definida como sendo a resistência ao escoamento que os fluidos apresentam.

VISCOSÍMETROS: São os equipamentos utilizados para determinar a viscosidade do óleo lubrificante.

VISCOSÍMETRO SAYBOLT



O princípio de funcionamento consiste na marcação do tempo gasto para o escoamento de todo o volume.

> N° ⇒ > tempo ⇒ > viscosidade do óleo.

ADITIVOS: São substâncias químicas, adicionadas aos óleos lubrificantes com o intuito de aumentar o rendimento da máquina e aumentar a vida útil do óleo. Funcionam como:

- **Detergentes dispersantes:** São agentes químicos adicionados aos óleos para motores de combustão interna, com a finalidade de limpar e manter em suspensão, finamente dispersa, a fuligem formada pela queima incompleta do combustível e os produtos de oxidação do óleo.
- **Melhoradores do índice de viscosidade:** Estes aditivos são usados com a finalidade de reduzir a variação da viscosidade com a temperatura, obtendo-se um óleo cuja viscosidade diminui pouco com o aumento da temperatura, ou seja, aumenta o índice de viscosidade.
- **Abaixadores do ponto de fluidez (temperatura baixa):** Estes aditivos têm a finalidade de envolver os cristais de parafina que se formam a baixas temperaturas, evitando que eles aumentem e se agrupem, o que impediria a circulação do óleo.
- **Anti-oxidante:** São agentes químicos que retardam a oxidação do óleo.
- **Anti-ferruginoso:** Este aditivo tem a finalidade de evitar corrosão dos metais ferrosos pela ação da água ou da umidade.
- **Anti-congelante:** Este aditivo tem a finalidade de evitar o congelamento dos lubrificantes a baixas temperaturas.
- **Anti-espumante:** São agentes químicos que promovem a aglutinação das pequenas bolhas de ar que se encontram na massa do óleo.
- **Resistência a extrema pressão:** São produtos químicos que, adicionados aos lubrificantes, impedem o contato metal com metal na lubrificação de peças em movimento sujeitas a cargas elevadas.

(Deve-se evitar a mistura de óleos de marcas diferentes pois se mistura aditivos diferentes e como estes são substâncias químicas podem reagir entre si causando danos ao motor)

CLASSIFICAÇÃO DOS ÓLEOS USADOS EM MOTORES:

(SAE, API e MILITAR).

a) **SAE** (Sociedade de Engenharia Automotiva): De acordo com a viscosidade:

2 tipos { Inverno
Verão

a.1) Óleos de inverno: Executam a lubrificação mesmo em temperaturas muito baixas. (Testadas de 0 a -10 °C)

06 grupos: 0W, 5W, 10W, 15W, 20W e 25W
(W = winter = inverno, frio)

a.2) Óleos de verão: Indicados para regiões de temperatura média elevada. (Testados a ± 100 °C)

04 grupos: 20, 30, 40 e 50.

b) **API** (Instituto Americano do Petróleo): De acordo com a qualidade (serviço e carga).

b.1) Motores de Ciclo Otto:

SA, SB, SC, ..., SG, SH, ..., SJ, SL [S = Spark (faísca, centelha)]
> qualidade

b.2) Motores de ciclo diesel:

CA, CB, ..., CE, CF, CG [C = Combustion (combustão)]
> qualidade

b.3) **MILITAR**: (Exército americano, + comum para ciclo diesel)

MIL-L – 2104 A
MIL-L – 2104 B
MIL-L – 2104 C

(MIL-L = Lubrificante militar)
04 = Motores

CLASSIFICAÇÃO DOS ÓLEOS USADOS EM TRANSMISSÕES:

Transmissão = caixa de marchas, diferencial, redução final
(Normalmente composta de engrenagens cônicas de dentes helicoidais= hipóides).

a) **SAE:**

Inverno: 75W, 80W, 85W

Verão: 90, 140, 250

b) **API:**

$\underline{GL_1, \dots, GL_6}$ (G = Gear = engrenagem)

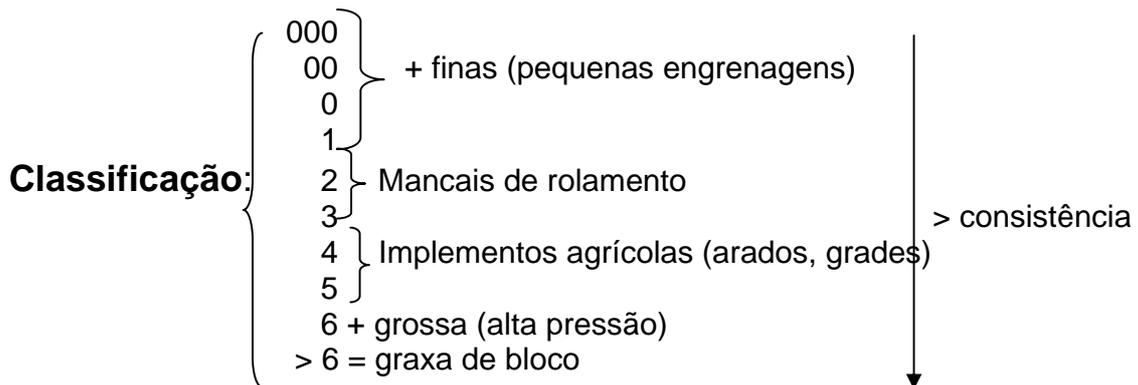
> qualidade

Mais usados na agricultura = GL_4, GL_5, GL_6 (condições mais severas)

GRAXAS LUBRIFICANTES:

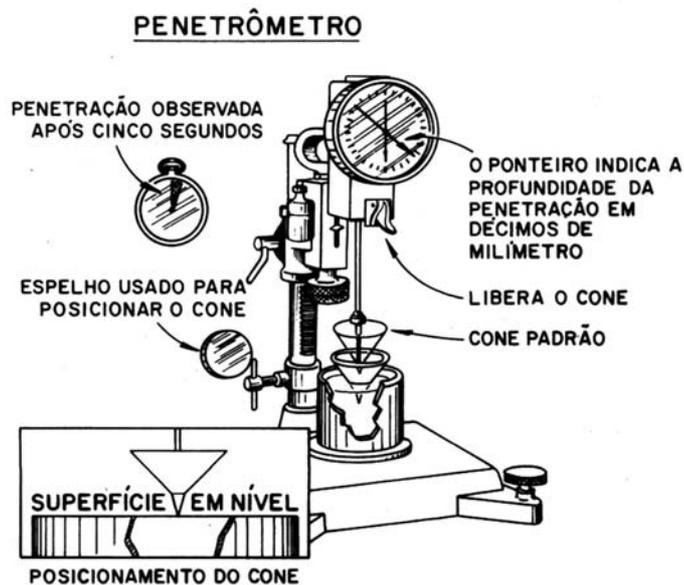
Classificação de acordo com o NLGI da ASTM (Instituto Nacional de Graxas Lubrificantes da Sociedade Americana de Teste de Materiais).

As graxas lubrificantes são classificadas de acordo com sua consistência



No Brasil = NLGI 2 (+ comum)

PENETRÔMETRO = É o aparelho utilizado para classificação das graxas lubrificantes de acordo com sua consistência.



CONSTITUIÇÃO DAS GRAXAS:

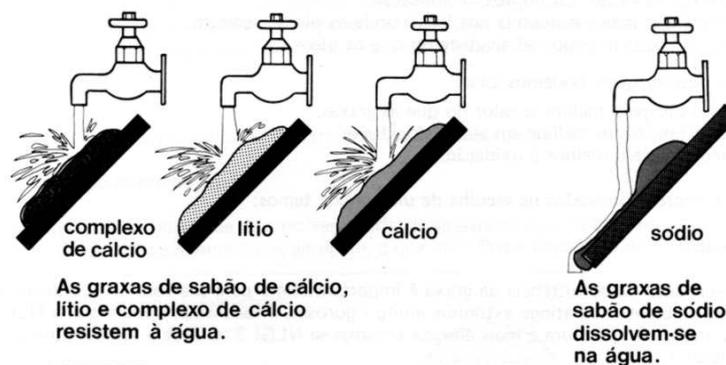
Graxa: Óleo + aditivo + substância engrossadora (sabão = Substância química)

Tipos de sabão :

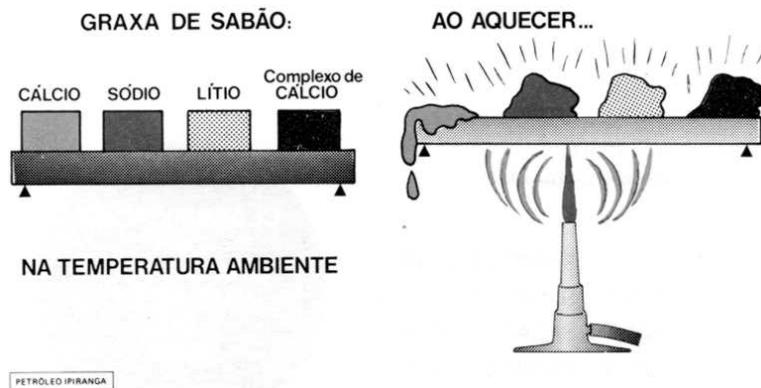
- Sabão Ca
- Sabão Na
- Sabão Li
- Sabão (Ca + Na) = mista

Cada tipo de sabão dá uma característica à graxa, nas 02 figuras a seguir pode-se observar a ação da água e da alta temperatura sobre diferentes tipos de graxas:

RESISTÊNCIA À ÁGUA



Resistência à Temperatura



Melhores graxas: Multipurpose (multiplo uso) = podem ser utilizadas em qualquer local ou situação. É a base de Li ou mista (Ca + Na), também chamada de complexo de cálcio.

ALGUMAS DEFINIÇÕES:

PARA ÓLEOS LUBRIFICANTES:

a) PONTO DE FULGOR: É a temperatura em que o lubrificante, quando aquecido em um aparelho adequado, desprende os primeiros vapores que se inflamam em contato com a chama.

b) PONTO DE FLUIDEZ: É a temperatura na qual o lubrificante deixa de escoar (temperatura baixa).

>fluidez \Rightarrow < viscosidade \Rightarrow < temperatura

PARA GRAXAS LUBRIFICANTES:

a) CONSISTÊNCIA: É medida da resistência apresentada pela graxa à penetração ou a resistência oposta pela graxa à deformação sob ação de uma força.

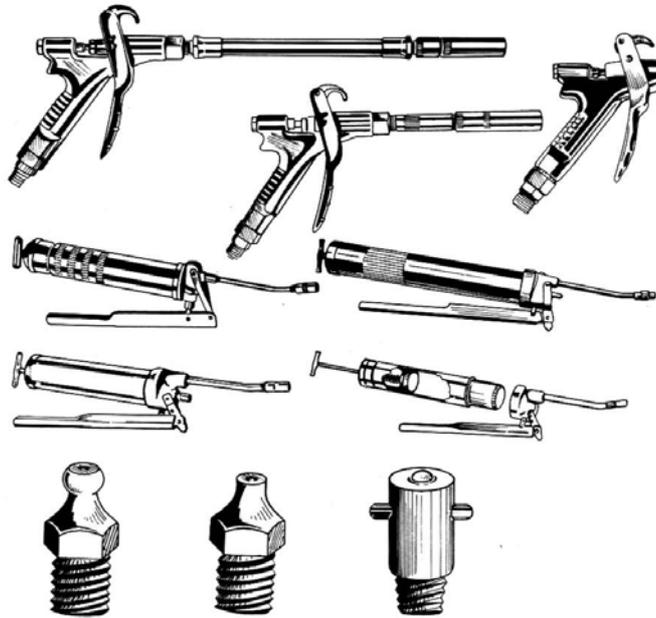
b) PONTO DE GOTA: É a temperatura na qual a graxa passa de seu estado “pastoso” ao estado líquido (depende muito do tipo de sabão).

Por segurança limita-se a temperatura de trabalho em 20-30 °C abaixo do ponto de gota.

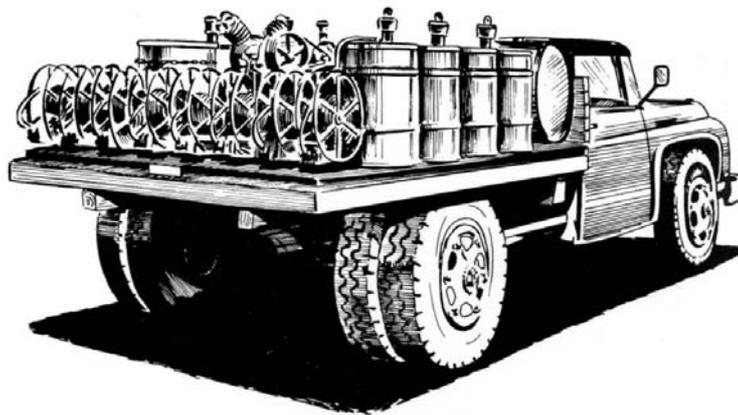
(Graxa a base de argila não tem ponto de gota).

LUBRIFICADORES: São os equipamentos utilizados para a colocação de lubrificantes entre as superfícies que trabalham em contato direto.

Na figura abaixo são apresentados os principais equipamentos lubrificadores para tratores e máquinas agrícolas em geral e os pinos graxeiros.



COMBOIO DE ABASTECIMENTO E LUBRIFICAÇÃO:



Deve ser utilizado quando:

- O número de máquinas em operação for > que 8.
- A distância da sede aos locais de trabalho estiver entre 3-30 Km.

EQUIPAMENTOS: Tanque de combustível, tanques de óleo lubrificante com circuito pressurizado, tambores de graxa com bombeamento, compressor de ar e materiais diversos.

INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA

Objetivos da Mecanização Agrícola:

- Aumentar a produtividade por trabalhador no campo;
- Modificar a característica do trabalho no campo, tornando-o menos árduo e mais atrativo;
- Melhorar a qualidade das operações de campo, fornecendo melhores condições para germinação e crescimento das plantas.

Classificação das máquinas agrícolas:

Existem máquinas para utilização em todas as fases do desenvolvimento da cultura:

- Preparo inicial do solo: lâminas cortadoras de árvores, lâminas fixas ou anguláveis, destocadores, correntes, rolo-faca, ancinho enleirador.
- Preparo periódico do solo: arados, grades, subsoladores, escarificadores, enxadas rotativas.
- Semeadura, plantio e transplantio: Semeadoras, plantadoras, transplantadoras, semeadoras-adubadoras, caveadoras.
- Aplicação de fertilizantes: calcareadoras, aplicadoras de fertilizantes, distribuidores de esterco.
- Cultivo: cultivadores mecânicos.
- Aplicação de defensivos: aplicadores de formicidas, pulverizadores, atomizadores, nebulizadores, polvilhadoras, etc.
- Colheita: colhedoras, trilhadoras, segadoras, arrancadores, máquinas de colheita florestal.

Histórico da Mecanização Agrícola:

- 300 A C (Mesopotâmia): uso de ferramentas manuais para tração animal.
- Final do séc. XVI (Europa): Aparecimento das semeadoras.
- 1810 (Inglaterra): 1º arado arrastado por cabos e acionados por máquina a vapor.
- 1834 (USA): Patente de uma máquina segadora de tração animal.
- 1844 (USA): Fábrica de trilhadoras CASE.
- 1876: Invenção do motor de ciclo Otto.
- 1880: aparecimento das colhedoras tracionadas por animais e acionadas pelas rodas motrizes.
- 1892: Invenção do motor de ciclo Diesel.
- 1816 (USA): Fabricação em série do trator Fordson.
- Depois da 2ª guerra mundial: amplo desenvolvimento da mecanização agrícola.

Tratores Agrícolas:

Trator: É uma máquina auto-propelida provida de meios que, além de lhe conferir apoio estável sobre uma superfície horizontal e impenetrável, capacitam-no a tracionar,

transportar e fornecer potência mecânica, para movimentar os órgãos ativos de máquinas e implementos agrícolas.

Fábricas que iniciaram a produção no Brasil:

- CBT: Oliver 950
CBT 1020  Pesados
- DEMISA: (Deutz-Minas) – DM-55  Pesado
- FORD: 8 BR 4
8 BR 8  Médios
- MASSEY-FERGUSON: MF-35
MF-50  Leves
- VALMET: 360
6000 D  Médios

Funções Básicas de um Trator:

BT: Barra de Tração

TDP: Tomada de Potência

SLH: Sistema de Levantamento Hidráulico

- Tracionar máquinas e implementos de arrasto (BT) (arados, grades, carretas...)
- Acionar máquinas estacionárias (TDP) (trilhadoras, geradores)
- Tracionar e acionar simultaneamente (BT e TDP) ou (SLH e TDP) (colhedoras, roçadeiras, enxadas rotativas, pulverizadores)
- Tracionar e carregar máquinas e implementos (SLH e 3º ponto) (arados, grades, cultivadores ...)

Classificação dos tratores:

Podem ser classificados quanto ao:

- Tipo de rodado
- Conformação do chassi
- Tipo de tração.

De acordo com o tipo de rodado:

- a) Tratores de rodas: 2 rodas (tratores de rabiças)
Triciclo (3 ou 4 rodas)
4 rodas
6 rodas (tratores florestais)

b) Tratores de Esteiras: -Esteiras metálicas
-Esteiras Borracha: Ocorre uma menor perda de potência em função do maior contato rodado-solo, causando uma menor patinação. Com isto tem-se uma maior potência disponível na BT, além de uma melhor distribuição de peso que causa uma menor compactação do solo. Neste trator consegue-se a maior velocidade do trator de pneus com a maior potência na BT do trator de esteiras.

c) Semi-esteira: misto

De acordo com a conformação do chassi:

Agrícolas, Semi-agrícolas e florestais.

a) Tratores semi-agrícolas: Fins agrícolas e industriais, mais pesados e menos versáteis que o agrícola (esteira, rodas, chassi rígido ou articulado).

b) Tratores Florestais: conformação do chassi bem diferenciada.

- Cortador-abatedor (Feller-Buncher)
- Carregador-transportador (Forwarder)
- Transportador de arrasto (Skidder, Guincho, etc...)
- Processador (Harvester)

c) Tratores agrícolas: aplicáveis em todas as fases do desenvolvimento da cultura. Normalmente o chassi é rígido.

De acordo com o tipo de tração (rodas):

- 4x2
- 4x2 TDA
- 4x4
- 6x6

a) Trator 4x2: tração só nas rodas traseiras, 70% do peso nas rodas traseiras, geralmente com potência de até 75 kW (100 cv), pneus dianteiros lisos e menores que os traseiros.

b) Trator 4x2 TDA: tração dianteira auxiliar (TDA): tração opcional nas rodas dianteiras, pneus dianteiros com garras e menores que os traseiros, 50-60% do peso sobre o eixo traseiro, potência a partir de 75-150 kW.

c) Trator 4x4: tração nas 4 rodas, pneus de mesmo diâmetro, constituído de chassi rígido ou articulado, distribuição de peso \pm uniforme nos eixos, potência de até 300 kW.

d) Trator 6x6: Idem 4x4.

Meios de Aproveitamento da Potência dos Tratores:

(Consiste no aproveitamento de força e velocidade: $P = F V$)

Os principais pontos de aproveitamento da potência dos tratores são:

- Tomada de potência – TDP (TDF): Perdas no sistema de transmissão de 10-15%.
- Barra de tração – BT: Perdas maiores que na TDP. (Contato pneu/solo).
- Sistema de levante hidráulico (Compressão através de um fluido).

Tomada de Potência (TDP, TDF):

Eixo externo que gira a 540 rpm, usado para acionamento de implementos e máquinas estacionárias. Perda de 10-15% em relação a potência nominal do motor (catálogo) devido ao sistema de transmissão.

Barra de Tração (BT):

Utilizado para tracionar máquinas e implementos de arrasto, perda de potência maior do que na TDP, devido ao contato pneu/solo (deslizamento, patinagem). Em concreto a perda pode chegar a 20-25%, em solo agrícola a perda pode chegar a mais de 30%.

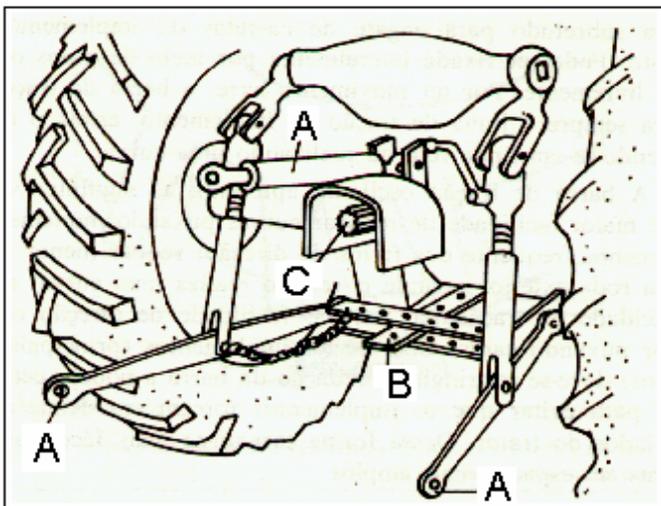
Sistema de levante hidráulico (SLH):

Utilizado para transportar, carregar máquinas e implementos, seu funcionamento se baseia na compressão através de um fluido, conhecido também como sistema de levantamento de 3 pontos:

1º ponto = Braço esquerdo

2º ponto = Braço direito

3º ponto = Braço superior



A – Sistema de Levante Hidráulico (SLH);
B – Barra de Tração (BT);
C – Tomada de Potência (TDP).

Capacidade de Trabalho (Capacidade Operacional dos Conjuntos Mecanizados):

É a unidade de rendimento, ou seja, é a quantidade de trabalho (produção) que um conjunto mecanizado (trator, animal + implemento) é capaz de executar por uma unidade de tempo.

$$CT = \frac{\text{Produção (Área)}}{\text{Tempo}} = \left(\frac{\text{ha}}{\text{h}} \right)$$

É determinada em função de 3 fatores: velocidade de trabalho, largura de corte (trabalho) e eficiência de campo.

1 – **Velocidade de trabalho**: Varia de acordo com o tipo de tarefa, espaçamento e tipo de cultura, topografia e condições do terreno.

Velocidade normal: Aração = 5,0 Km/h Subsolagem = 5,0 Km/h
Gradagem = 7,0 Km/h Plantio = 5,0 – 6,0 Km/h

Unidade (m/h, m/s, Km/h)

2 – **Largura de trabalho** (Largura de corte): Obtém-se através dos catálogos dos fabricantes ou medido diretamente no campo (mais preciso) (m).

Arados de Aivecas : largura de cada aiveca X nº de aivecas

Arados de Discos: Pode-se utilizar a tabela abaixo:

Ø disco	Largura de corte
24" (60 cm)	8" (20 cm)
26" (65 cm)	10" (25 cm)
28" (70 cm)	12" (30 cm)
30" (75 cm)	14" (35 cm)

Grades :

$L = (n - 1) \times 0,2$, onde:

L = largura de corte (m)

n = número de discos de ataque

0,2 = distância entre os discos de uma grade (± 20 cm)

a) Simples – Ação: (3 passadas)

b) Dupla – Ação (V): (off-set) – 2 passadas

c) Dupla-Ação (X): (Tandem)

Eficiência de Campo (Fator de campo):

Diz respeito à percentagem do tempo total realmente utilizado em trabalho efetivo, sendo influenciado pelos fatores:

formato, tamanho e disposição da área:

- Terrenos inclinados e plantados em nível = < f
- Trabalhando no > comprimento e locais planos= > f

Necessidade de paradas :

Abastecimento da máquina de plantio, limpeza dos discos dos implementos, descanso do operador e do animal.

Valores da eficiência de campo em função de diferentes operações agrícolas:

Tipo de Operação	f (%)
Aração	70-80%
Gradagem	70-85%
Plantio e adubação	60-80%
Cultivo	75-90%
Subsolagem	75-90%
Roçagem	70-90%
Colheita	60-80%
Máquinas de colheita florestal	≅ 80%

Na prática utilizar um f : 0,7
Então,

Capacidade de trabalho teórica:

$$CT_t = \frac{V \text{ (m/h)} \times L \text{ (m)}}{10.000} \quad \text{ou} \quad CT_t = \frac{V \text{ (Km/h)} \times L \text{ (m)}}{10} = \left(\frac{\text{ha}}{\text{h}} \right)$$

Capacidade de trabalho efetiva:

$$CT_e = \frac{V \text{ (m/h)} \times L \text{ (m)} \times f}{10.000} \quad \text{ou} \quad CT_e = \frac{V \text{ (Km/h)} \times L \text{ (m)} \times f}{10} = \left(\frac{\text{ha}}{\text{h}} \right)$$

$$CT_e = CT_t \times f \Rightarrow f = \frac{CT_e}{CT_t}$$

Exercícios:

1) Considerando um conjunto trator-arado de 2 discos de 26", trabalhando a uma velocidade de 5,4 Km/h, determinar:

a) Capacidade de trabalho efetiva (f = 0,7)

- b) Tempo gasto para preparar 1,0 ha.
 c) Número de dias a serem gastos trabalhando 8 h/dia.

$$(\varnothing = 26'' \Rightarrow L = 10'' = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m} \times 2 = 0,50 \text{ cm})$$

$$\text{a) } CT_e = \frac{V \text{ (m/h)} \times L \text{ (m)} \times f}{10.000} = \frac{5400 \times 0,50 \times 0,7}{10.000} = 0,189 \text{ ha/h}$$

b) Tempo

$$1 \text{ h} \rightarrow 0,189 \text{ ha} \quad X = 5,29 \text{ h}$$

$$X \rightarrow 1 \text{ ha}$$

$$\text{c) } \text{Números de dias} = \frac{5,29 \text{ h}}{8 \text{ h/dia}} = 0,66 \text{ dias}$$

2) Conjunto Trator – Grade

Grade de 24 discos de 18" (Tandem) = 2 passadas

Velocidade = 2 m/s (x 3,6) = 7,2 Km/h

$CT_e = ?$

Tempo gasto para 1 ha?

$f = 0,7$

$$L = (12 - 1) \times 0,2 = 2,20 \text{ m}$$

$$CT_e = \frac{7200 \times 2,2 \times 0,7}{10.000} = 1,1 \text{ ha/h}$$

$$2 \text{ passadas} = \frac{1,1 \text{ ha/h}}{2} = 0,55 \text{ ha/h}$$

Tempo gasto =

$$1 \text{ h} \rightarrow 0,55 \text{ ha}$$

$$X \rightarrow 1 \text{ ha}$$

$$X = \frac{1 \text{ ha} \cdot \text{h}}{0,55 \text{ ha}} = 1,82 \text{ h}$$

3) Quanto tempo será necessário para o preparo de 10 ha de terreno com um arado de aiveca de 3 aivecas (20 cm cada) e uma grade de discos de simples ação de 12 discos, tracionadas por um trator nas seguintes velocidades: aração = 5,5 Km/h; gradagem = 7,5 Km/h e $f(\text{arado}) = 0,7$; $f(\text{grade}) = 0,75$.

a) Arado:

$$CT_e = \frac{5500 \times 0,6 \times 0,7}{10.000} = 0,231 \text{ ha/h}$$

Tempo:

$$1 \text{ h} \rightarrow 0,231 \text{ ha} \quad X = 43,29 \text{ h}$$

$$X \rightarrow 10 \text{ ha}$$

b) Grade:

$$L = (11-1) \times 0,2 = 2,20 \text{ m}$$

$$CT_e = \frac{7500 \times 2,2 \times 0,75}{10.000} = 1,23 \text{ ha/h}$$

$$3 \text{ passadas} = \frac{1,23}{3} = 0,41 \text{ ha/h}$$

Tempo:

$$1 \text{ h} \rightarrow 0,41 \text{ ha} \quad X = 24,4 \text{ h}$$

$$X \rightarrow 10 \text{ ha}$$

Tempo para preparar 10 ha = T(arado) + T(grade) = 43,29 + 24,4 = 67,69 h

$$\text{Para } 8 \text{ h/dia} = \frac{67,69 \text{ h}}{8 \text{ h/dia}} = 8,46 \text{ dias}$$

4) Quanto tempo será necessário para preparar 10 ha de terreno destinados a implantação de uma nova cultura de eucalipto, com um arado de discos de 3 x 28" e com uma grade em Tandem de 28 discos, tracionados por um trator nas seguintes velocidades:

$$V(\text{arado}) = 5,5 \text{ Km/h}; V(\text{grade}) = 7,5 \text{ Km/h}, f(\text{arado}) = 0,7, f(\text{grade}) = 0,8.$$

a) Arado:

$$L = 28'' = 30 \text{ cm} \times 3 = 90 \text{ cm}$$

$$CT_e = \frac{5500 \times 0,9 \times 0,7}{10.000} = 0,346 \text{ ha/h}$$

Tempo:

$$1 \text{ h} \rightarrow 0,346 \text{ ha} \quad X = 28,9 \text{ h}$$

$$X \rightarrow 10 \text{ ha}$$

b) Grade:

$$L = (14-1) \times 0,2 = 2,60 \text{ m}$$

$$CT_e = \frac{7500 \times 2,6 \times 0,8}{10.000} = 1,56 \text{ ha/h}$$

Tempo:

$$1 \text{ h} \rightarrow 1,56 \text{ ha} \quad X = 6,41 \text{ h} \times 2 \text{ passadas} = 12,82 \text{ h}$$

$$X \rightarrow 10 \text{ ha}$$

Tempo total para preparar 10 ha: T(arado) + T(grade) = 28,9 h + 12,82 h = 41,72 h

$$\text{Para } 8\text{h/dia} = \frac{41,72 \text{ h}}{8 \text{ h/dia}} = 5,215 \text{ dias}$$

5) Considerando a necessidade de se preparar uma área de 20 ha para plantio de eucalipto, uma empresa florestal optou pelo uso de uma grade Bedding tracionada por um trator de esteiras Komatsu, determinar:

- CT_e
 - Tempo necessário para preparar 20 ha
 - Número de dias necessários (10 h/dia).
- Dados:

Largura de corte = 2,10 m

Peso = 2500 – 3000 Kg

Vel. = 6,0 Km/h

f = 0,7

(Grade Bedding = 1 passada = Revolve o terreno, faz um camalhão, alinha o plantio e com adaptação pode adubar e sulcar).

$$\text{a) } CT_e = \frac{6000 \times 2,10 \times 0,7}{10.000} = 0,882 \text{ ha/h}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } 1 \text{ h} &\rightarrow 0,882 \text{ ha} & X &= 22,67 \text{ h} \\ X &\rightarrow 20 \text{ ha} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) } 1 \text{ dia} &\rightarrow 10 \text{ h} & X &= 2,267 \text{ dias} \\ X &\rightarrow 22,67 \text{ h} \end{aligned}$$

Determinação do Tipo de Implemento a ser Utilizado:

6) Considerando:

Área = 100 ha

Tempo disponível = 45 dias úteis (10h/dia)

Calcular os implementos necessários para se preparar o solo nas condições acima:

Arado: V = 5,0 Km/h, f = 75%

Grade: V = 7,0 Km/h, f = 80%

Para o preparo convencional do solo (1 aração e 2 gradagens), considerar que 2/3 do tempo será gasto com aração e 1/3 do tempo com a gradagem, já incluindo as 2 passadas.

$$\begin{aligned} \text{a) } \underline{\text{Aração}}: & 45 \text{ dias} \times 10 \text{ h/dia} = 450 \text{ h} \\ & 450 \times 2/3 = 300 \text{ horas} \end{aligned}$$

$$CT_e = \frac{\text{Área}}{\text{Tempo}} = \frac{100 \text{ ha}}{300 \text{ h}} = 0,33 \text{ ha/h}$$

$$CT_e = \frac{V \text{ (m/h)} \times L \text{ (m)} \times f}{10.000} \quad \therefore 0,33 = \frac{5000 \times L \times 0,75}{10.000} \Rightarrow L = 0,90 \text{ m}$$

Pode-se usar: 1 arado de aiveca com 3 aivecas de 30 cm ou 1 arado de discos de 3 discos de 28".

b) Gradagem: $450 \text{ h} \times 1/3 = 150 \text{ h}$ (para uma passada = 75 h)

$$CT_e = \frac{100 \text{ ha}}{75 \text{ h}} = 1,33 \text{ ha/h}$$

$$1,33 = \frac{7000 \times L \times 0,8}{10.000} \Rightarrow L = 2,27 \text{ m}$$

$$L = (n-1) \times 0,2$$

$$2,37 = (n-1) \times 0,2 \Rightarrow n = \frac{2,37 + 0,2}{0,2} = 12,85 \text{ discos}$$

Distância entre discos = 20 cm = 0,2 m

$$N^\circ \text{ discos} = \frac{2,37 \text{ m}}{0,2 \text{ m}} = 11,87 \text{ discos} \cong 12 \text{ discos de ataque}$$

$$L = (12-1) \times 0,2 = 2,20 \text{ m} < 2,37 \text{ m}$$

Toma-se 13 discos de ataque = $L = (13-1) \times 0,2 = 2,40 \text{ m} > 2,37 \text{ m}$, mas não existe grade de dupla-ação do tipo Tandem com 26 discos, então dimensiona-se para uma grade de 28 discos.

$$L = (14-1) \times 0,2 = 2,60 \text{ m}$$

7) Que área poderá ser derrubada e enleirada por um conjunto de 2 tratores de esteiras equipados com correntes e 2 ancinhos enleiradores em 200 horas de trabalho?

Dados:

Correntão = 2 passadas

Comprimento do correntão = 90 m

Distância entre os tratores = 1/3 do comprimento do correntão = 30 m

Velocidade de trabalho = 2,5 Km/h

Fator de campo (f) = 70% (por passada)

Volume de madeira por hectare = 1850 m³/ha

Capacidade de enleiramento de cada ancinho = 50 m³/h

a) Correntão:

$$CT_e = \frac{2500 \times 30 \times 0,7}{10.000} = 5,25 \text{ ha/h} \div 2 \text{ passadas} = 2,625 \text{ ha/h}$$

$$\text{Tempo} = \frac{1}{2,625 \text{ ha/h}} = 0,38 \text{ h/ha}$$

$$1 \text{ ha} \rightarrow 0,38 \text{ h}$$

$$X = 525 \text{ ha}$$

$$X \rightarrow 200 \text{ h}$$

b) Ancinho:

1 ancinho = 50 m³/h ⇒ 2 ancinhos = 100 m³/h

$$\frac{1850\text{m}^3/\text{ha}}{100\text{m}^3/\text{h}} = 18,5\text{ h/ha}$$

1 ha → 18,5 h

$$X = 10,81\text{ ha}$$

X → 200 h

Correntão + ancinho = 0,38 + 18,5 = 18,88 h/ha

1 ha → 18,88 h

$$X = 10,59\text{ ha}$$

X → 200 h

8) A = 30 ha

1 semana de trabalho (7 dias – 8 h/dia)

Aração = 2/3 tempo; V = 6 Km/h; f = 0,7

Gradagem = 1/3 tempo para 2 passadas; V = 7,5 Km/h; f = 0,8

a) Aração: 7 dias x 8 h/dia = 56 horas x 2/3 = 37,33 h

$$CT_e = \frac{30\text{ha}}{37,33\text{h}} = 0,8\text{ ha/h}$$

$$0,8 = \frac{6 \times L \times 0,7}{10} \Rightarrow L = 1,90\text{ m} \Rightarrow 2\text{ arados de } 4 \times 26'' (\cong 2,0\text{ m})$$

b) Gradagem: $56 \times \frac{1}{3} = \frac{18,66\text{h}}{2\text{ passadas}} = 9,34\text{ h}$

$$CT_e = \frac{30\text{ha}}{9,34\text{h}} = 3,21\text{ ha/h}$$

$$3,21 = \frac{7,5 \times L \times 0,8}{10} = 5,25\text{ m} \quad (\text{considerar } 2\text{ grades de } 2,68\text{ m cada})$$

$$L = (n-1) \times 0,2$$

2,68 = 0,2n – 0,2 ⇒ n = 14,4 discos de ataque, o mais indicado seria utilizar 2 grades em Tandem (dupla ação de 32 discos – 16 de ataque)

9) Quantos dias serão necessários para preparar o solo e efetuar o plantio de soja numa área de 50 ha com os seguintes implementos:

- Arado: 1 arado de discos de 3 x 28", V = 5,5 Km/h e f = 0,7
- Grade: Dupla ação em Tandem de 28 discos, V = 7,5 Km/h e f = 0,8
- Semeadora-adubadora: 8 linha, L = 3,50 m, V = 5,0 Km/h e f = 0,6

(Considerar uma jornada de trabalho de 8 h/dia).

a) Arado: 3 x 28" = 30 cm x 3 = 90 cm = 0,9 m

$$CT_e = \frac{5,5 \times 0,9 \times 0,7}{10} = 0,35 \text{ ha/h}$$

Tempo:

$$1 \text{ h} \rightarrow 0,35 \text{ ha}$$

$$X = 142,8 \text{ h}$$

$$X \rightarrow 50 \text{ ha}$$

b) Grade:

$$L = (14-1) \times 0,2 = 2,60 \text{ m}$$

$$CT_e = \frac{7,5 \times 2,6 \times 0,8}{10} = 1,56 \text{ ha/h}$$

Tempo:

$$1 \text{ h} \rightarrow 1,56 \text{ ha}$$

$$X = 32,0 \text{ h} \times 2 \text{ passadas} = 64,0 \text{ h}$$

$$X \rightarrow 50 \text{ ha}$$

c) Semeadora-adubadora:

$$CT_e = \frac{5 \times 3,5 \times 0,6}{10} = 1,05 \text{ ha/h}$$

Tempo:

$$1 \text{ h} \rightarrow 1,05 \text{ ha}$$

$$X = 47,6 \text{ h}$$

$$X \rightarrow 50 \text{ ha}$$

Tempo total para preparar e plantar 50 ha = T(arado) + T(grade) + T(semeadora) =
142,8 + 64,0 + 47,6 = 254,5 horas

$$\text{N}^\circ \text{ de dias} = \frac{254,5 \text{ h}}{8 \text{ h/dia}} = 31,8 \approx 32 \text{ dias \u00fasteis}$$

10) Considerando que um conjunto trator-grade aradora off-set de 16 discos gasta 6 horas (j\u00e1 incluindo as 2 passadas) para gradear uma \u00e1rea de 4,5 ha numa velocidade de trabalho igual a 7 Km/h, determinar:

a) A capacidade de trabalho te\u00f3rica:

$$L = (n-1) \times 0,2$$

$$L = (8-1) \times 0,2 = 1,40 \text{ m}$$

$$CT_t = \frac{V \times L}{10} = \frac{7,0 \times 1,4}{10} = 0,98 \text{ ha/h}$$

b) A capacidade de trabalho efetiva:

$$CT_e = \frac{A}{t} = \frac{4,5 \text{ ha}}{6 \text{ h}} = 0,75 \text{ ha/h}$$

c) A efici\u00eancia de campo:

$$f = \frac{CT_e}{CT_t} = \frac{0,75}{0,98} = 0,765 = 76,5\%$$