

# ESTIMATIVA DA CAPACIDADE DE TRACÇÃO DE TRATORES AGRÍCOLAS

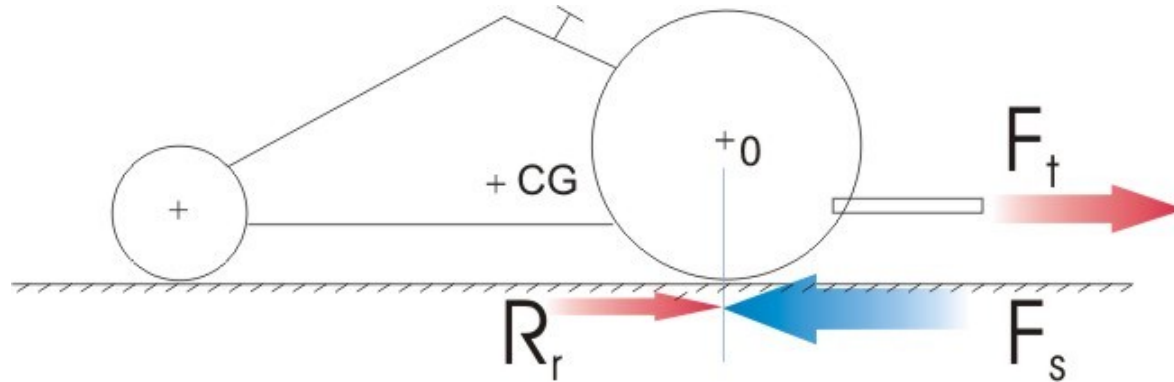


- ⌘ A capacidade de tração depende de:
- ⌘ condições físicas do solo;
- ⌘ tipo e geometria do rodado;
- ⌘ carga aplicada sobre o rodado de tração;
- ⌘ pressão de insuflagem dos pneus.

# Força na barra de tração

- ⌘ É a força oriunda da interação entre rodado-solo.
- ⌘ A condição ideal seria a conversão de todo o torque do motor em força na barra de tração.
- ⌘ Duas forças principais se opõem ao movimento:
  1. força na barra de tração ( $F_t$ );
  2. resistência ao rolamento ( $R_r$ ).
- ⌘ Em condições de equilíbrio, temos:

# Força na barra de tração



$$F_s - F_t - R_r = 0$$

$F_s$  = força potencial do solo;

$F_t$  = força na barra de tração;

$R_r$  = resistência ao rolamento.

# Força potencial do solo

⌘ Originária da resistência do solo ao cisalhamento:

$$F_s = A \cdot c + W_d \cdot \tan\phi$$

$F_s$  = força potencial do solo, kgf;

$A$  = área de contato rodado-solo,  $\text{cm}^2$ ;

$c$  = coeficiente de coesão do solo,  $\text{kgf.cm}^{-2}$ ;

$W_d$  = carga dinâmica sobre rodado de tração, kgf;

$\phi$  = ângulo de atrito interno do solo, graus.

# Valores para $c$ e $\phi$

Tipos de Terreno	$c$ , kgf.cm <sup>-2</sup>	$\phi$ , graus
Areia seca	0,0	35-37
Silte	0,10-0,3	30-35
Argila	0,05-0,5	16-28
Argilo-arenoso	0,20-0,3	26-30
argilo-orgânico	0,05-0,5	12-18

Fonte: NUNES, A.J.C. Curso de mecânica dos solos e Fundações, Edit Globo.

# Resistência ao rolamento, $R_r$

$$R_r = P \cdot k_r$$

$P$  = peso do trator;

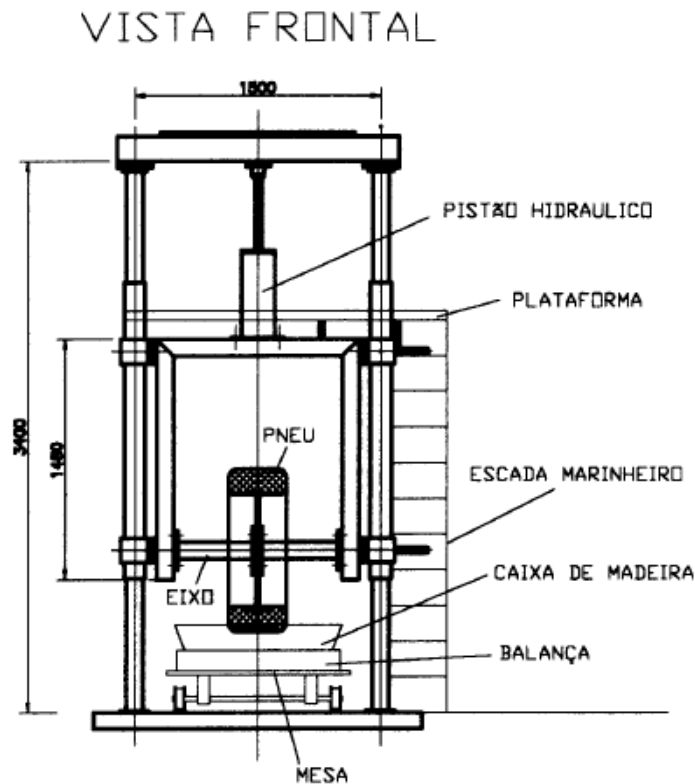
$k_r$  = coeficiente de rolamento.

$$k_r = \frac{k_{r1} \cdot W_{d1} + k_{r2} \cdot W_{d2}}{P}$$

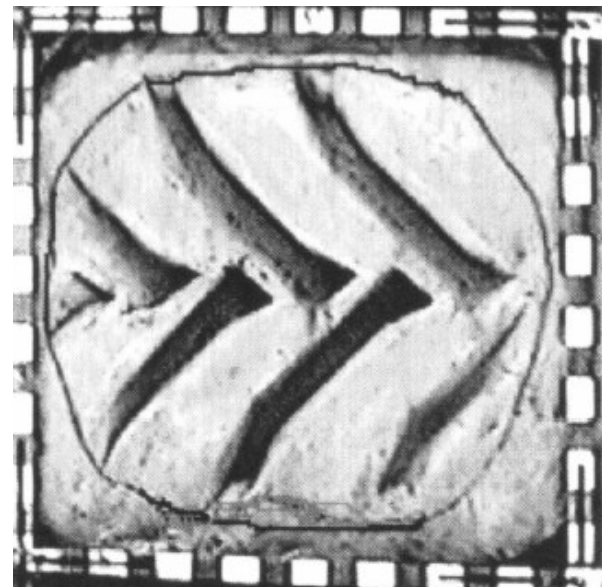
Tipo de roda	Dimensões (L x D ) (pol)	Coeficiente de resistência ao rolamento para as diferentes condições de superfícies			
		Concreto	Capim de pastagem	Terreno arado argiloso	Solo arenoso solto
Pneus frontais de tratores	6.00 x 16	0.031	0.070	0.401	0.397
	7.50 x 10	0.029	0.061	0.379	0.429
	9.00 x 10	0.031	0.060	0.331	0.388
Pneus traseiros de tratores	7.50 x 28	0.026	0.052	0.197	0.205
	7.50 x 36	0.018	0.046	0.185	0.177
	9.00 x 24	0.023	0.053	0.186	0.206
	11.25 x 24	0.019	0.044	0.183	0.176
	11.25 x 36	0.016	0.037	0.168	0.162
	12.75 x 32	0.018	0.040	0.182	0.161
Pneus para máquinas e implementos	4.00 x 18	0.034	0.058	0.366	0.392
	4.00 x 36	0.017	0.050	0.294	0.277
	5.00 x 16	0.031	0.062	0.388	0.460
	6.00 x 16	0.027	0.060	0.319	0.338
	7.50 x 16	0.025	0.055	0.280	0.322
	9.00 x 16	0.042	0.054	0.249	0.272
	9.00 x 40	0.018	0.036	0.168	0.199

# Área de contato rodado-solo

- ⌘ Os métodos atualmente empregados têm como base a determinação física da área de contato entre o pneu e uma superfície rígida.
- ⌘ Um dos métodos utilizados é o da prensa hidráulica.



- ⌘ Imagem obtida após a prensagem do pneu sobre o molde de argila





# Estimativa da área de contato

⌘ Numa etapa final, as imagens são transferidas para um computador e calcula-se a área de contato pneu-solo:

$$A_p = \frac{A_q - A_{pf}}{A_{qf}}$$

$A_p$  = área de contato pneu-solo, cm<sup>2</sup>;

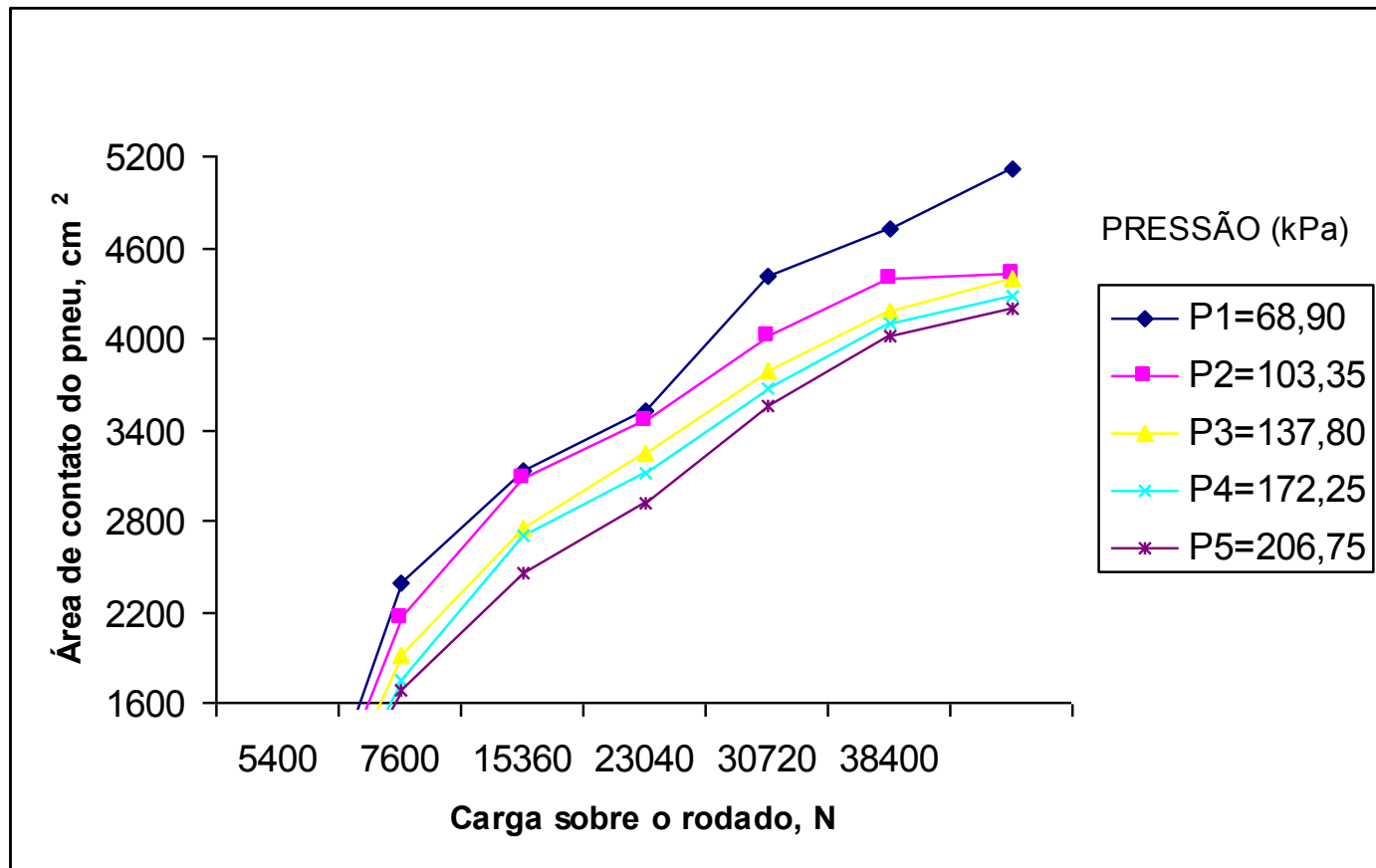
$A_{qf}$  = área do quadro na foto, cm<sup>2</sup>;

$A_q$  = área do quadro, cm<sup>2</sup>;

$A_{pf}$  = área de contato pneu-solo na foto, cm<sup>2</sup>.

# Fatores da área de contato: pneu 600/60R-38

1. Carga sobre o rodado
2. Pressão de insuflagem



# Nomenclatura de pneu Radial

## Largura Nominal da Secção / Exemplos

18.4-34

710/70R38 166A8

10.5/80-18

28L26

320/85D36

66X43.00-25

# 710/70R38 166A8

### Conversão

1 mm = 0,03937 pol

1 pol = 25,4 mm

- 710 = Larg. Nom. da Secção (mm)
- 70 = Relação de Aspecto ou Série (%)
- R = Construção Radial
- 38 = Diâmetro Nom. do Aro (pol)
- 166 = Índice de carga
- A8 = Símbolo de velocidade



### Fórmula

$$\frac{A}{L} = 70\%$$

*A* = altura da seção

*L* = largura da seção



# Nomenclatura de pneu Diagonal

Largura Nominal da Secção / Exemplos

18.4-34

710/70R38 166A8

10.5/80-18

28L26

320/85D36

66X43.00-25

## 10.5/80 -18



- 10.5 = Larg. Nom. da Secção (pol)
- 80 = Relação de Aspecto ou Série (%)
- — = Construção Diagonal
- 18 = Diâmetro Nom. do Aro (pol)

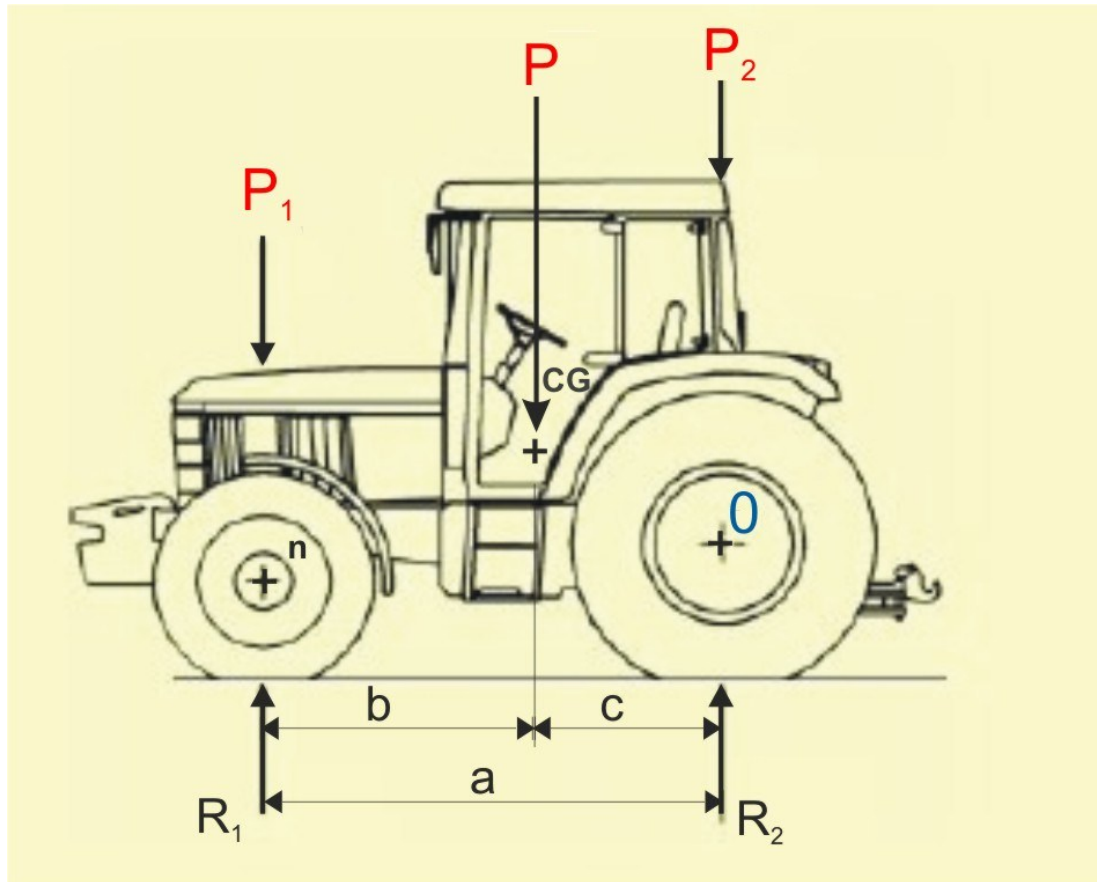
*Fórmula*

$$\frac{A}{L} = 80\%$$

*A = altura da secção*  
*L = largura da secção*



# Distribuição estática de peso no trator



$$R_1 = \frac{P \cdot c}{a}$$

$$R_2 = P \cdot \left(1 - \frac{c}{a}\right)$$

**Exemplo:** peso do trator = 3850 kgf; cota horizontal longitudinal do centro de gravidade = 720 mm; distância entre eixos = 2307 mm.

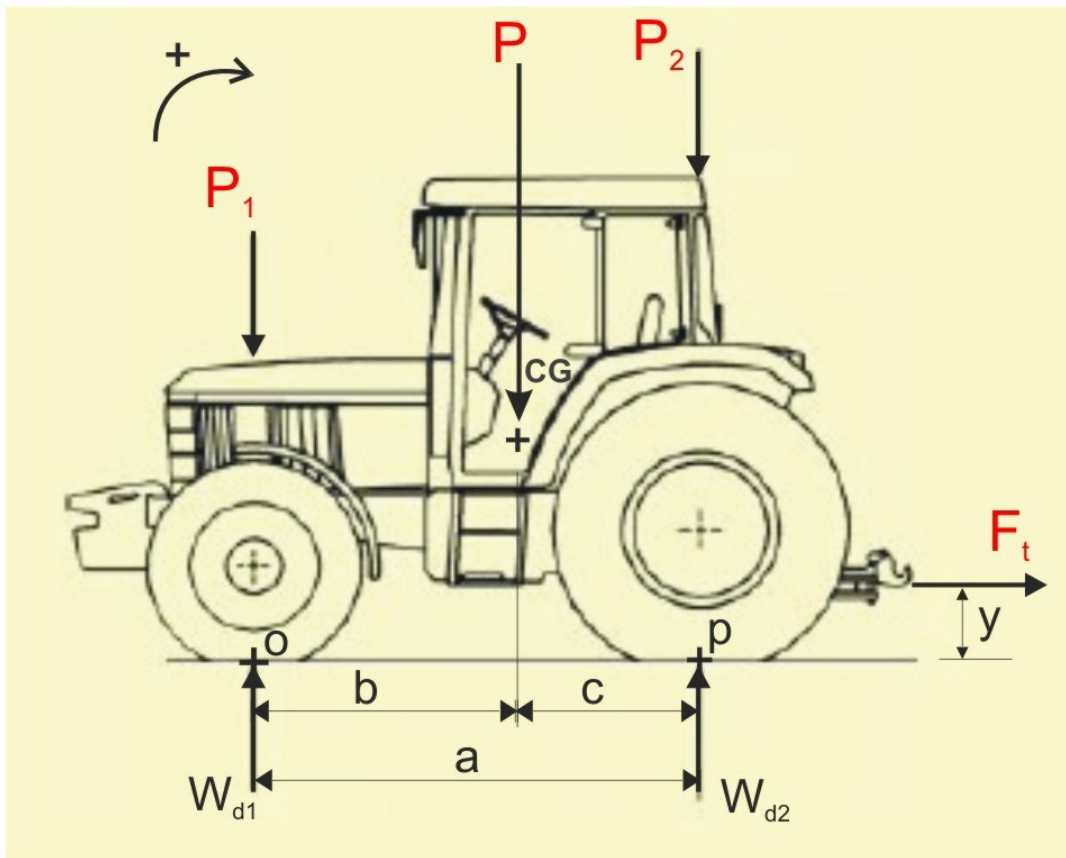
a) Reação no eixo dianteiro

$$R_1 = \frac{P \cdot c}{a} = \frac{3850 \cdot 720}{2307} = 1201,56 \text{ kgf}$$

b) Reação no eixo traseiro

$$R_2 = P \cdot \left(1 - \frac{c}{a}\right) = 3850 \cdot \left(1 - \frac{720}{2307}\right) = 2648,44 \text{ kgf}$$

# Distribuição dinâmica de peso no trator



$$W_{d1} = R_1 - \frac{F_t \cdot y}{a}$$

$$W_{d2} = R_2 + \frac{F_t \cdot y}{a}$$

$$T_p = F_t \cdot \frac{y}{a}$$

**Exemplo:** altura da barra tração = 410 mm; força máxima na barra de tração = 2590 kgf; distância entre eixos = 2307 mm.

a) Transferência de peso

$$T_p = F_t \cdot \frac{y}{a} = 2590 \cdot \frac{410}{2307} = 460,29 \text{ kgf}$$

b) Carga dinâmica sobre as rodas de tração (eixo traseiro) para um trator 4x2

$$W_{d2} = R_2 + \frac{F_t \cdot y}{a} = 2648,44 + 460,29 = 3108,73 \text{ kgf}$$



# Coeficiente de tração ( $k_t$ )

⌘ Relação entre a força de tração na barra e a carga dinâmica atuante sobre os rodados de tração.

$$k_t = \frac{F_t}{W_d}$$

$$W_d = R_2 + T_p$$

**Exemplo:** Qual é a força potencial do solo para um trator com carga dinâmica de 3000 kgf, resistência ao rolamento de 520 kgf e coeficiente de tração de 0,80?

$$k_t = \frac{F_t}{W_d} \quad \therefore F_t = k_t \cdot W_d = 0,8 \cdot 3000 = 2400 \text{ kgf}$$

$$F_t = 2400 \text{ kgf}$$

$$F_s = R_r + F_t = 520 + 2400 = 2920 \text{ kgf}$$

$$F_s = 2920 \text{ kgf}$$

# Valores de $k_t$ e $k_r$

Condição	Pneu		Esteira	
	$k_t$	$k_r$	$k_t$	$k_r$
Pista concreto seca	0,84-1,10	0,02-0,03	-	-
Estrada de terra solo seco	0,8-0,70	0,05	1,25-1,00	0,06
Solo agrícola seco	0,65-0,50	0,06-0,08	0,85	0,07
Solo agrícola úmido	0,60-0,45	0,10-0,15	-	-
Limo úmido pastoso	0,15	0,20	0,65	0,10
Areia solta de praia	0	0,35	0,55	0,20

# Rendimento de tração ( $n_t$ )

$$n_t = \frac{P_b}{P_m}$$

**Exemplo:** potência no motor = 68,8 cv; potência na barra de tração = 49,1 cv.

$$n_t = \frac{P_b}{P_m} = \frac{49,1}{68,8} = 0,7945$$

# Coeficiente de deslizamento ou patinamento ( $k_d$ )

$$k_d = \frac{L_0 - L_1}{L_0}$$

$k_d$  = coeficiente de deslizamento;

$L_0$  = distância percorrida pelo trator sem desenvolver força de tração;

$L_1$  = distância percorrida pelo trator desenvolvendo força de tração