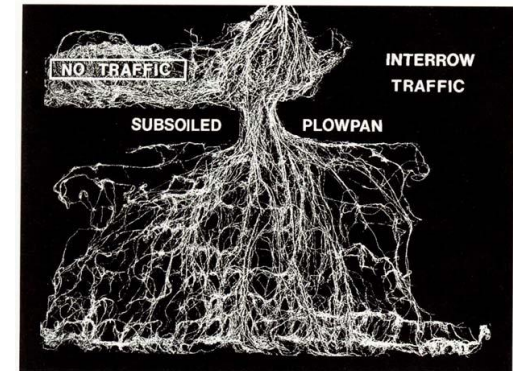




MÁQUINAS PARA PREPARO DO SOLO

PARTE I

LEB0432 – Máquinas e Implementos Agrícolas

Prof. Leandro M. Gimenez



EFICIÊNCIA EM TRAÇÃO E DEMANDA DE ENERGIA

Demanda de potência

Tabela 4 - Energia requerida por área (Wh ha^{-1}), em função dos sistemas e condições de preparo

Energia requerida (Wh ha^{-1})				
	Sistemas de	Condições de preparo		Diferença
	preparo	AS	DS	(%)
Arado de discos	D	39710 C a	43180 C b	-8,0
Arado de discos + gradagem	Dn	45420 E a	52830 E b	-14,0
Grade aradora	G	34640 B a	39180 B b	-11,6
Grade aradora + grade niveladora	Gn	42390 D a	48440 D b	-12,5
Escarificador	E	31410 A b	15270 A a	105,7
	Média	38710 a	39780 b	11,9

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

Salvador et al., (2008)

Demanda de potência e custo do preparo do solo

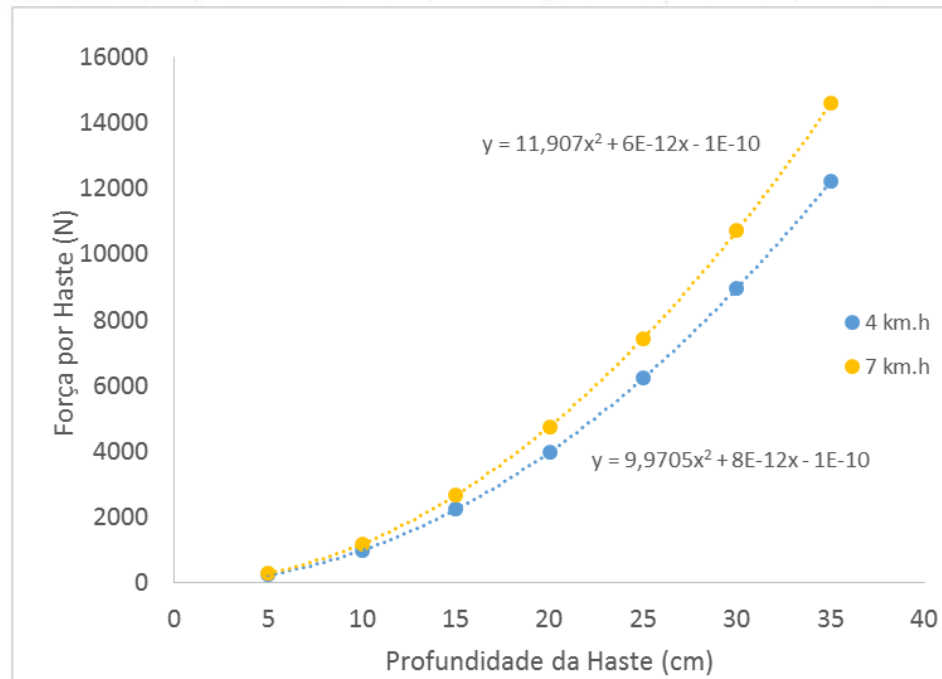
- Escarificador → 120 a 280 N cm⁻¹ de profundidade por haste
 - Considerando a resistência média de 200 N cm⁻¹
 - 9 hastes espaçadas em 0,45 m, operando a 0,3 m de profundidade
 - Velocidade de deslocamento 6,5 km h⁻¹
 - 9 hastes x 20000 N m⁻¹ x 0,3 m haste⁻¹ = 54 kN
 - 54 kN x 1,8 m s⁻¹ = 97,2 kW
 - Com eficiência tratória de 0,7 = 139 kW
 - Considerando consumo de 0,12 L kW h⁻¹ = 16,7 L h⁻¹
 - Em 1 hora = 9 x 0,45 m x 1,8 m s⁻¹ x 0,80 x 3600 s = 20.995 m² = 2,1 ha
 - Custo hora de um trator de 140 kW = R\$170,00

Demanda de potência

Suelo: Franco	$F_{8,3} = 520 + 49,2.v;$	$F \text{ (N/braço); } v \text{ (km/h)}$	(5.66)
Franco arcilloso	$F_{8,3} = 480 + 48,1.v$		(5.67)
Arcilloso	$F_{8,3} = 527 + 36,1.v$		(5.68)

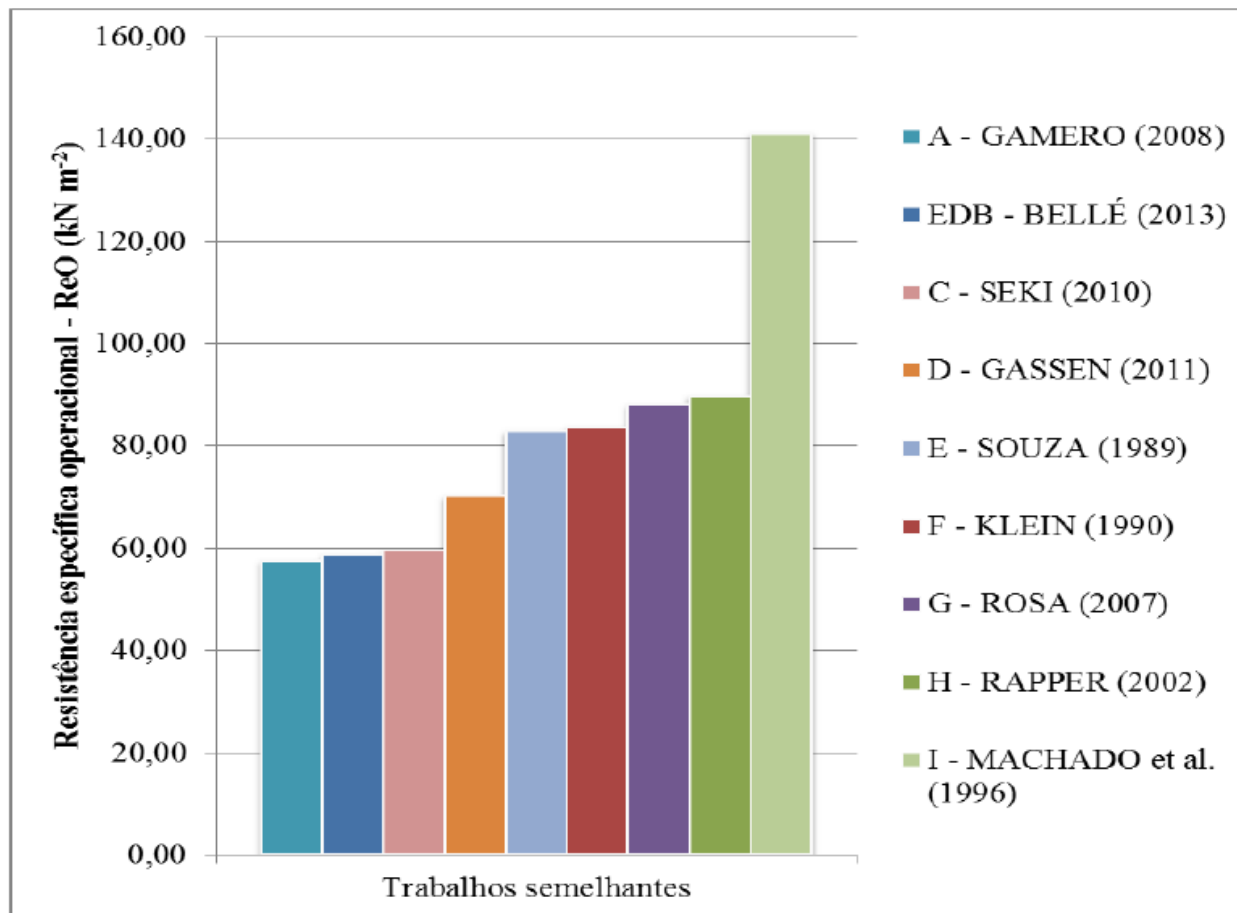
A uma profundidade p , as expressões anteriores quedan modificadas por la siguiente relación:

$$F_p = F_{8,3} \cdot \left(\frac{p}{8,3} \right)^2 \quad (5.69)$$



Fonte: ASAE

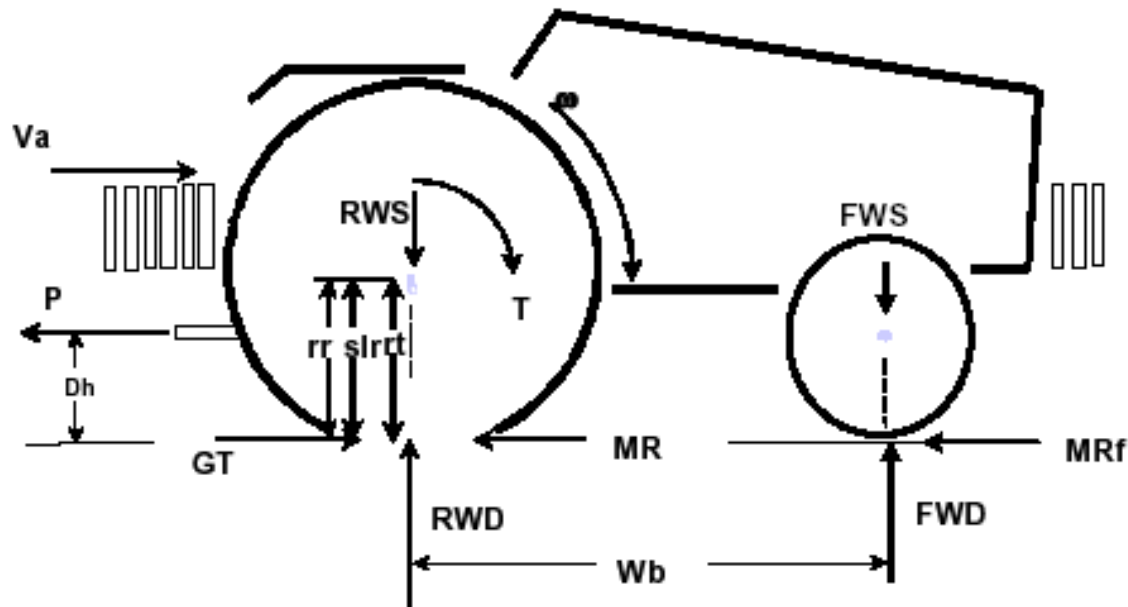
Demanda de potência



Fonte: BELLE, 2013

Eficiência no preparo do solo

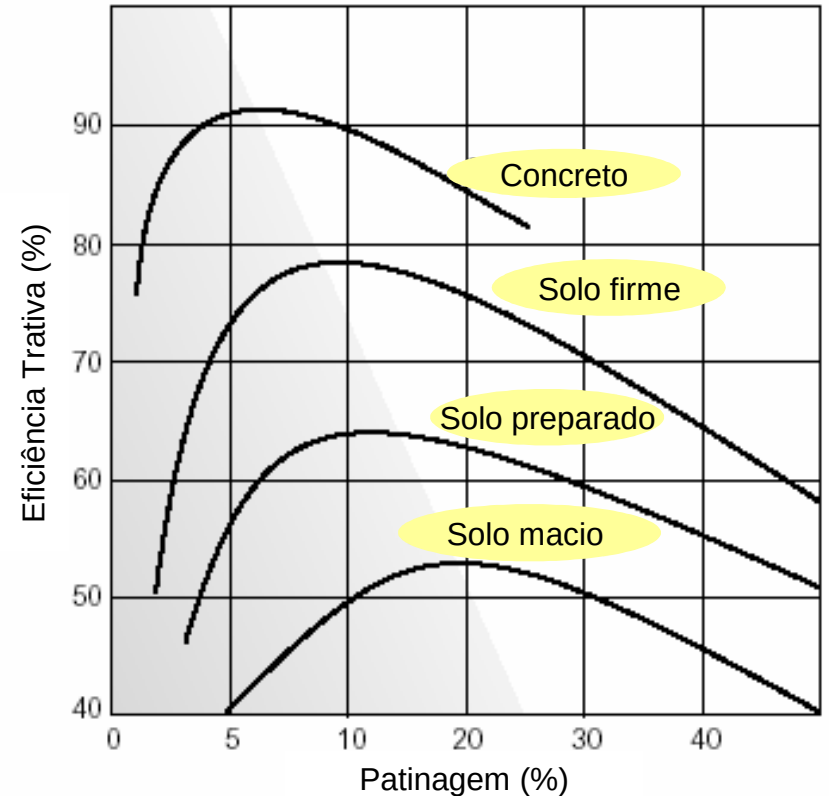
- Preparo do solo = alta demanda de potência
- Eficiência = maior transferência possível da potencia gerada no motor em trabalho útil pelos órgãos ativos das máquinas de preparo



A mecanização em preparo do solo

Eficiência Tratória

$$\text{Eficiência Tratória}(\%) = \frac{\text{Potência na Barra de tração}}{\text{Potência no eixo}}$$



Restrição

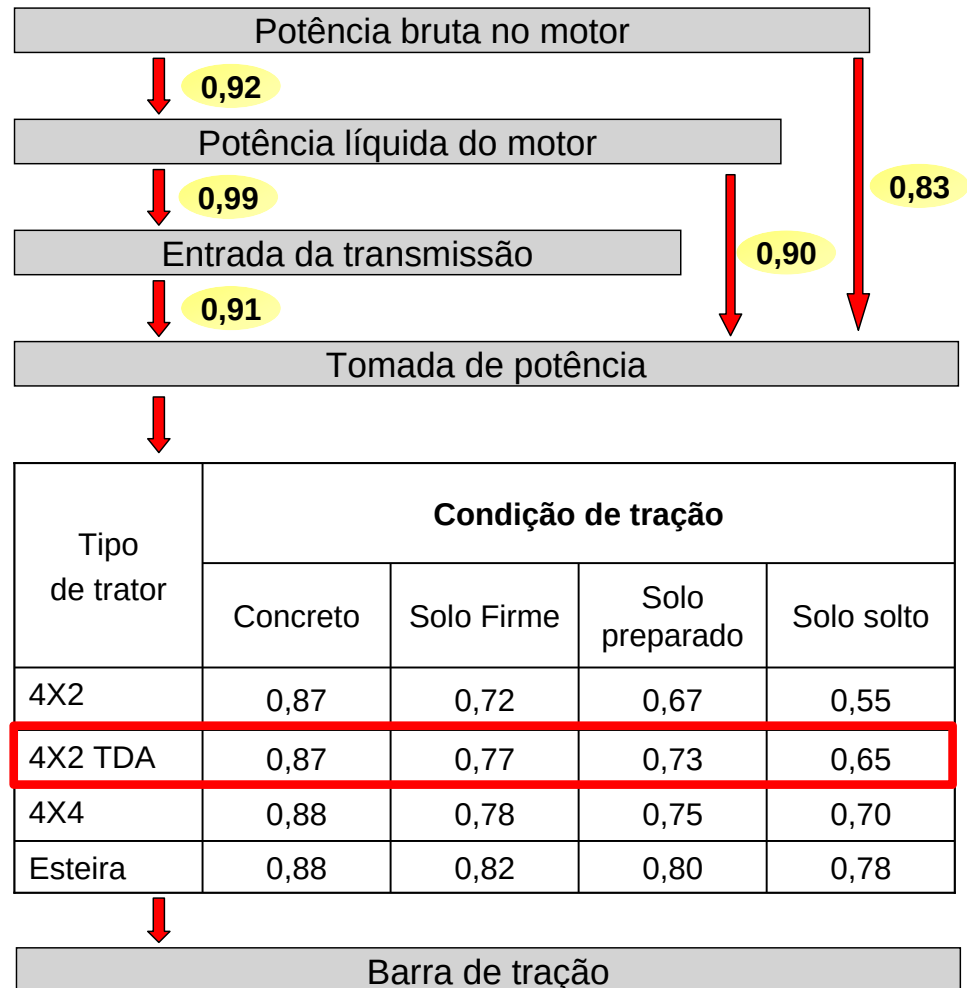
Resistência ao rolamento

Patinagem

A mecanização no manejo e preparo

Eficiência Tratoria

Solo firme trator 4X2 TDA =
 $0,77 * 0,83 = 0,6391$
ou 64% da potência disponível na
TDP



A mecanização no manejo e preparo

- Interação Solo-Rodado
 - Eficiência tratora

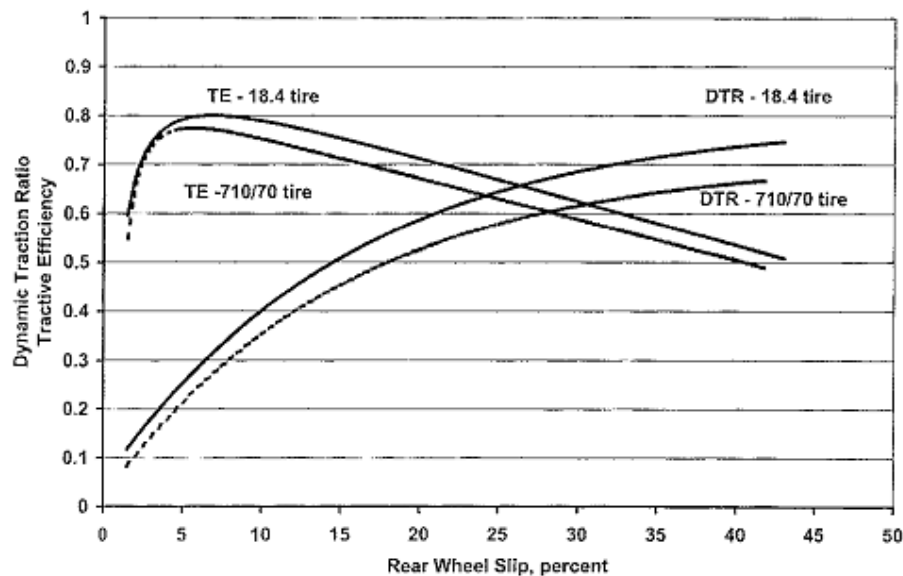


Figure 13—Tractive efficiency and dynamic traction ratio vs slip for the 18.4 and 710/70 rear tires on a non-tilled wheat stubble field.

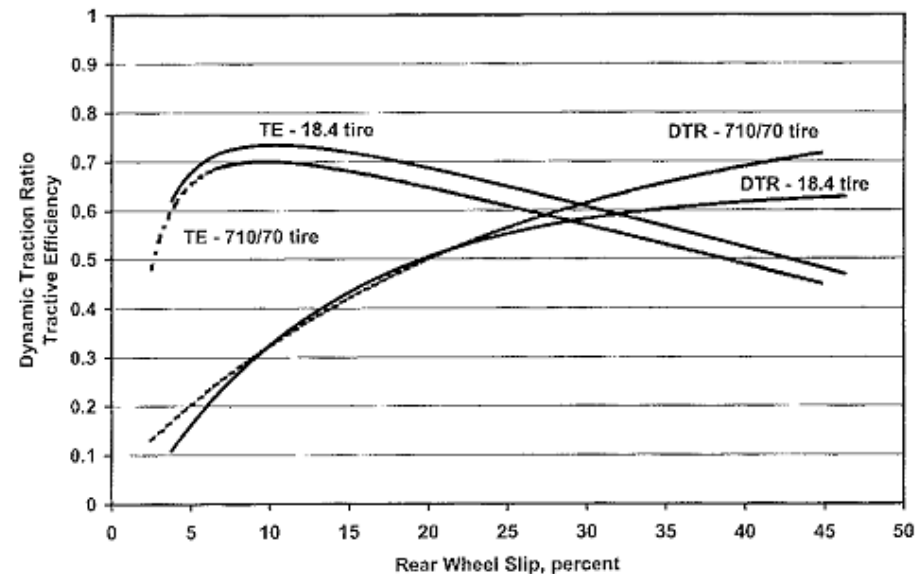
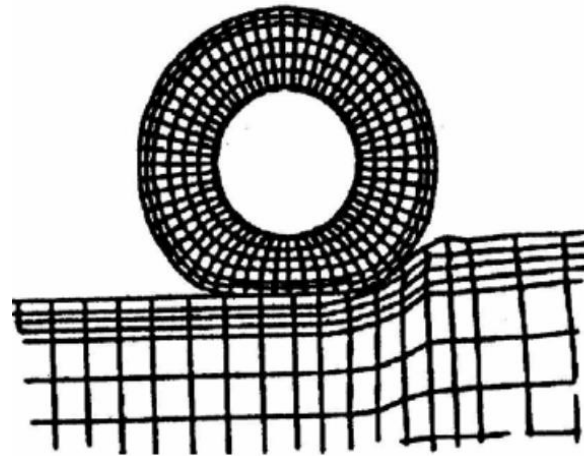


Figure 14—Tractive efficiency and dynamic traction ratio vs slip for the 18.4 and 710/70 rear tires on a tilled wheat stubble field.

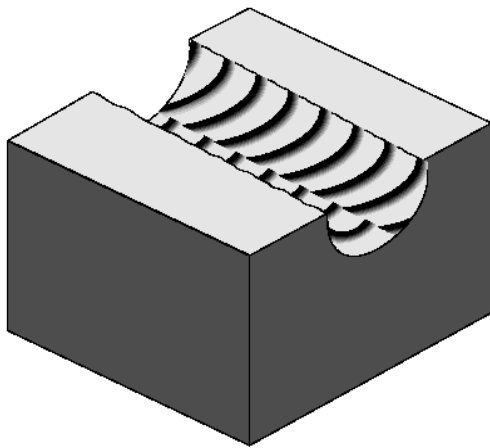
A mecanização em preparo do solo

- Interação Solo-Rodado
 - Resistência ao rolamento
 - esforço necessário para vencer as deformações na superfície sendo tanto maior quanto menor for o pneu e mais macio for o solo

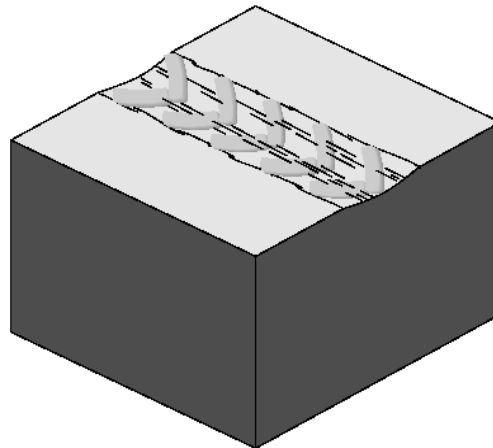


Eficiência no preparo do solo

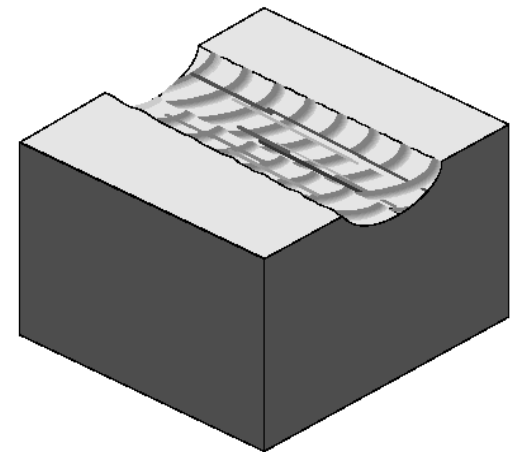
- Interação Solo-Rodado
 - As marcas deixadas pelo pneu permitem interpretar quanto à eficiência durante a operação ajuste do lastro



EXCESSO



INSUFICIENTE

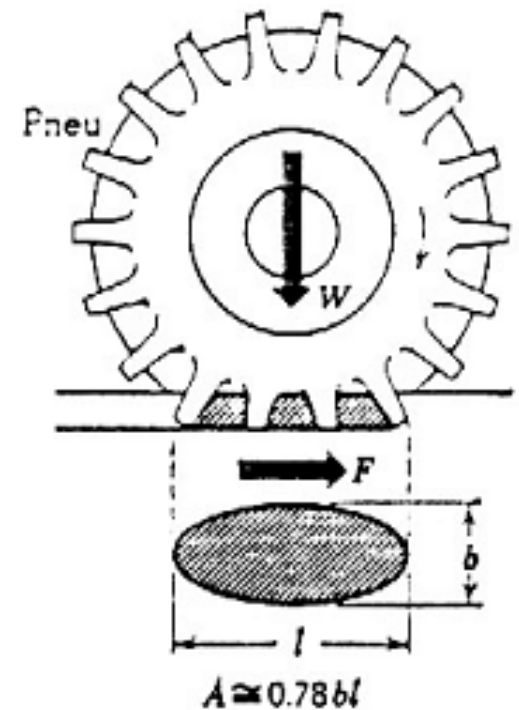
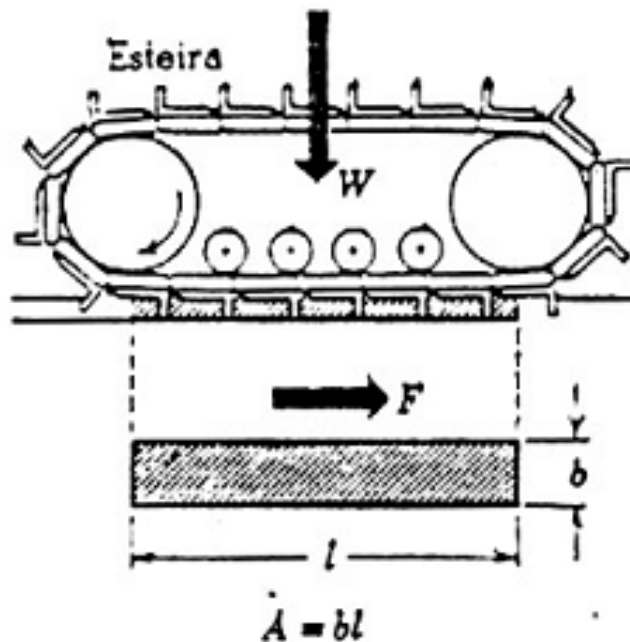
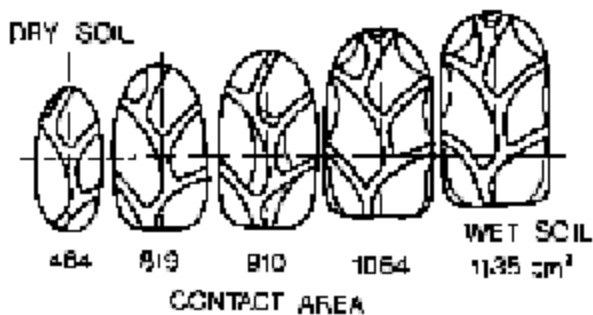


ADEQUADO

Eficiência no preparo do solo

- Interação Solo-Rodado
 - Pressão exercida na superfície do solo

$$Press\tilde{a}o = \frac{Carga}{\acute{A}rea}$$



Eficiência no preparo do solo

- Interação Solo-Rodado
 - Pressão exercida na superfície do solo
 - Há diversos modelos:

$$A = 0,77 \cdot b \cdot L_c$$

$$L_c = \sqrt{D \cdot (z + \delta) - (z + \delta)^2} + \sqrt{D \cdot \delta - \delta^2}$$

A = Área de contato, m²

b = largura do pneu, m

L_c = comprimento da área de contato, m

D = diâmetro do pneu, m

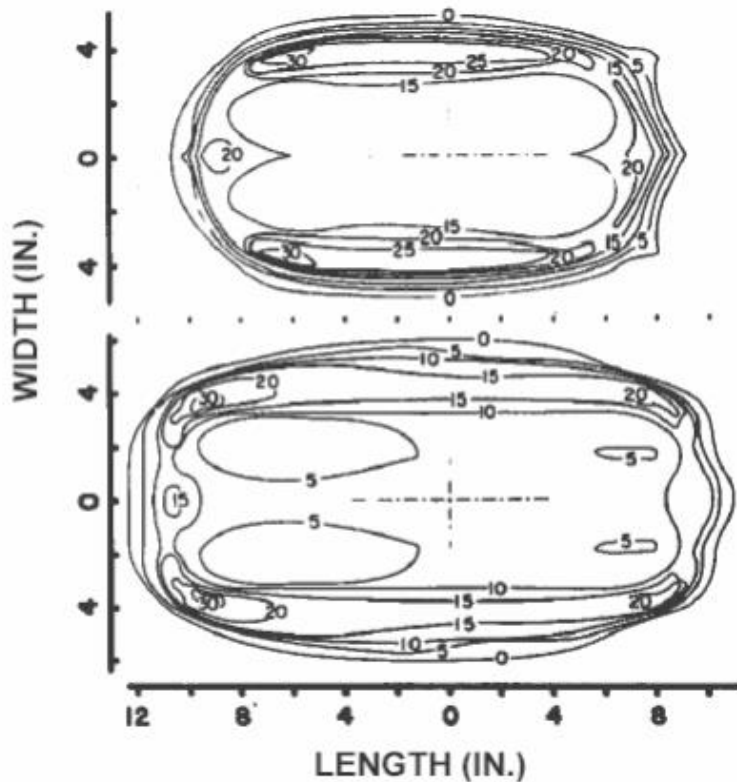
Z = recalque no solo, m

δ = deformação do pneu, m

A pressão de contato do pneu com o solo tende a ser ligeiramente superior àquela de insulflagem dos mesmos

Eficiência no preparo do solo

- Interação Solo-Rodado
 - Área de Contato x Pressão de Inflação



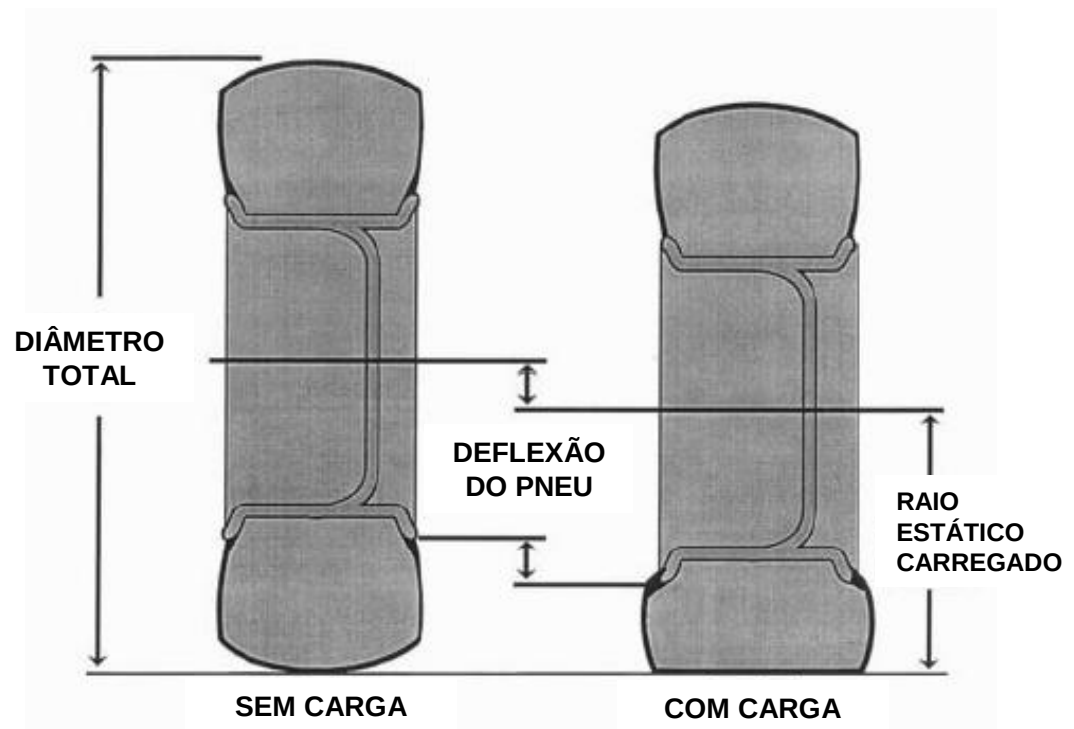
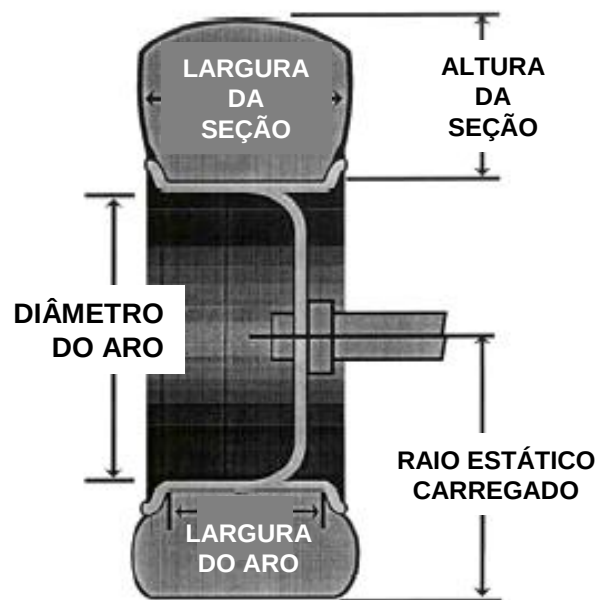
$$10 \text{ lb pol}^{-2} = 0,70 \text{ kg cm}^{-2} = 68,9 \text{ kPa}$$

$$6 \text{ lb pol}^{-2} = 0,42 \text{ kg cm}^{-2} = 41,3 \text{ kPa}$$

Eficiência no preparo do solo

- Interação Solo-Rodado

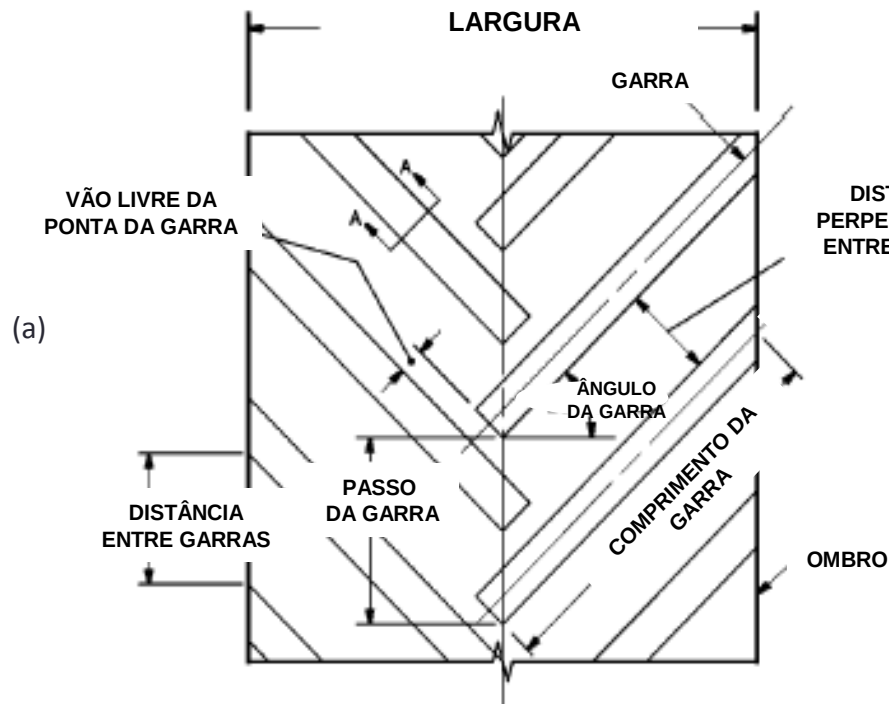
- Pressão exercida no solo – Alterada em função da carga e pressão de inflação



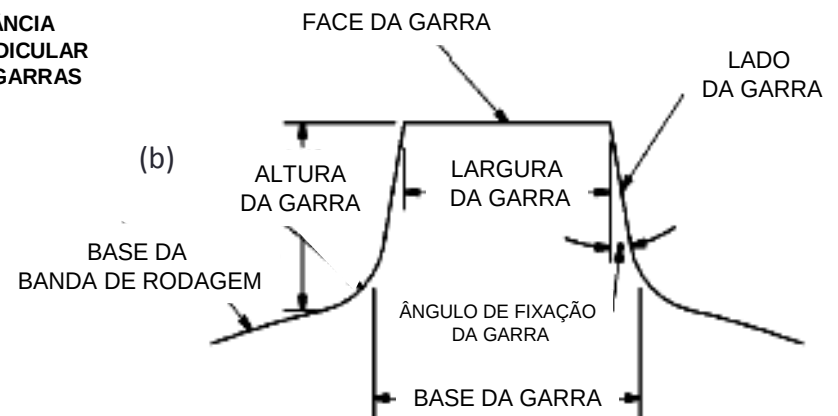
Eficiência no preparo do solo

- Interação Solo-Rodado
 - Pneus agrícolas

DETALHES DA BANDA DE RODAGEM

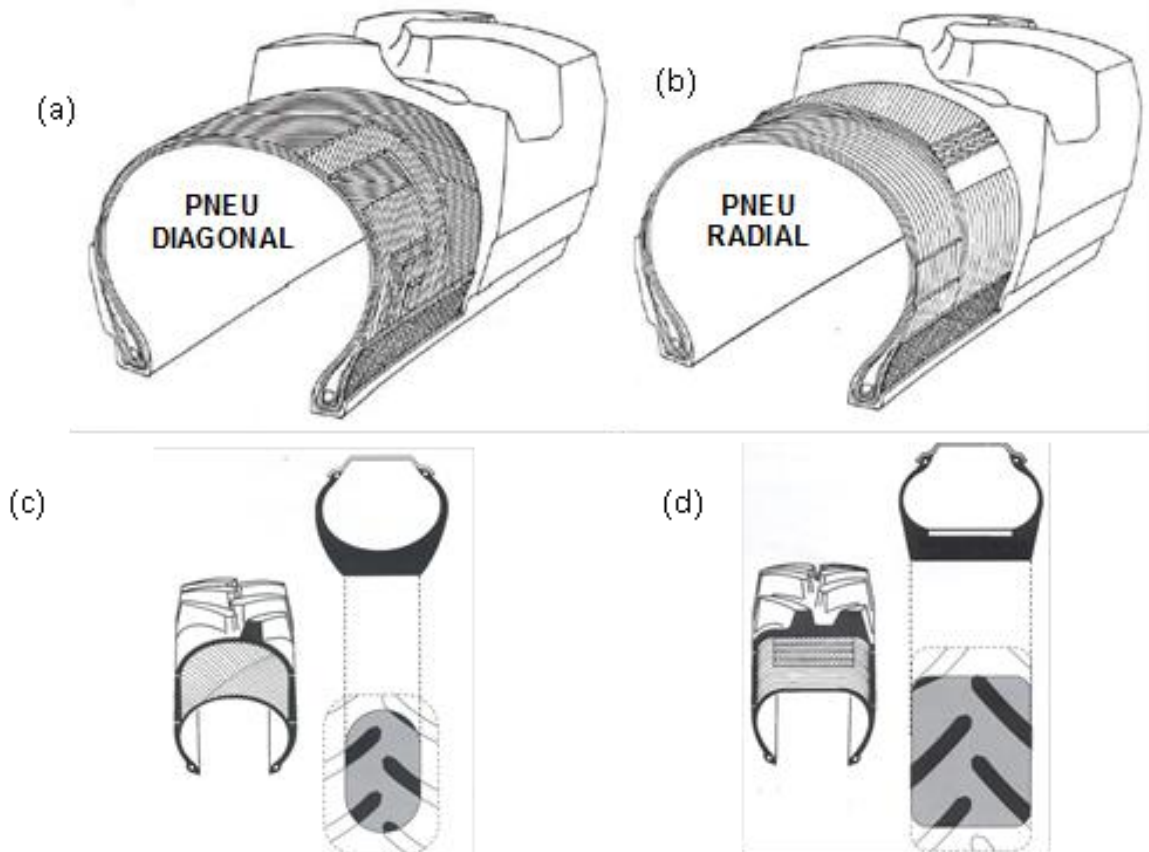


DETALHES DA GARRA



Eficiência no preparo do solo

- Interação Solo-Rodado
 - Área de contato



Eficiência no preparo do solo

- Interação Solo-Rodado
 - Pneus agrícolas

RODAS DIRECIONAIS (TRATORES 4X2)

- F-1 1 raia
- F-2 multi raiado

RODA DE TRAÇÃO

- R-1 tração regular
- R-1W tração intermediária (garras 20% mais altas que R-1, indicado para tratores que se deslocam muito em superfícies pavimentadas)
- R-2 tração extra (trabalho em solo solto, alagado)
- R-3 tração baixa
- R-4 industrial



R1

R1W

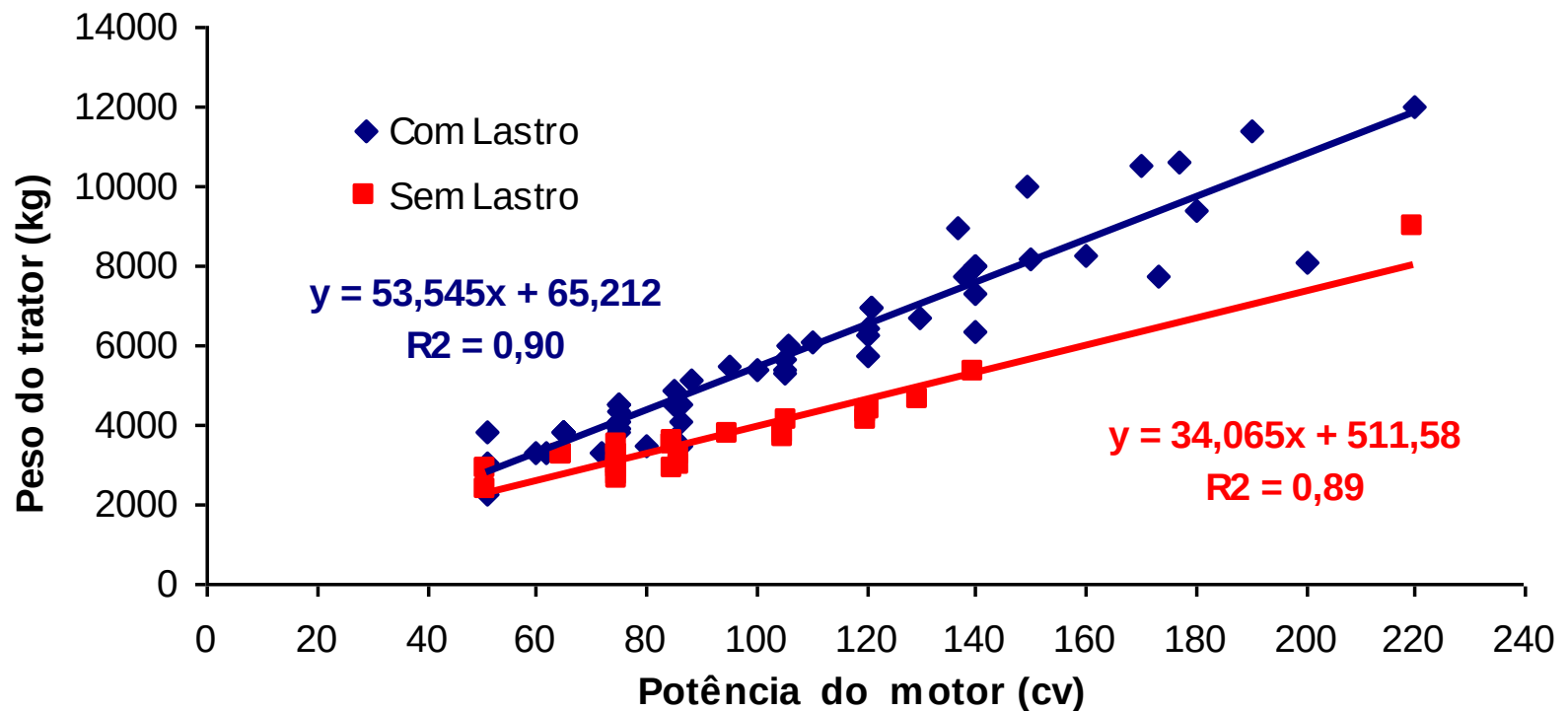
R2

R3

R4

Eficiência no preparo do solo

Lastragem



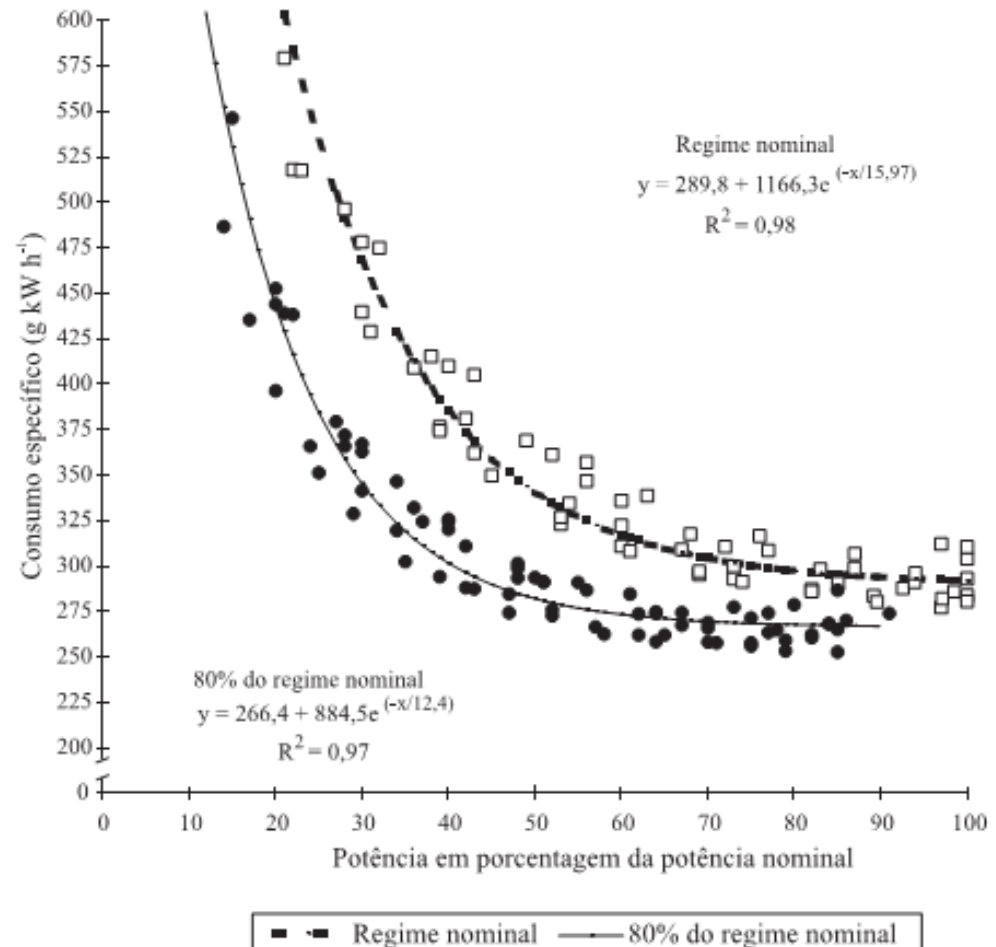
Gimenez, 2004

Eficiência no preparo do solo

Tipo de trator	Tipo de implemento	Distribuição do peso	
		Eixo dianteiro (%)	Eixo traseiro (%)
4 x 2	Arrasto – barra de tração	25	75
4 x 2	Montado – três pontos	35	65
4 x 2 TDA	Arrasto – barra de tração	40	60
4 x 2 TDA	Montado –três pontos	45	55

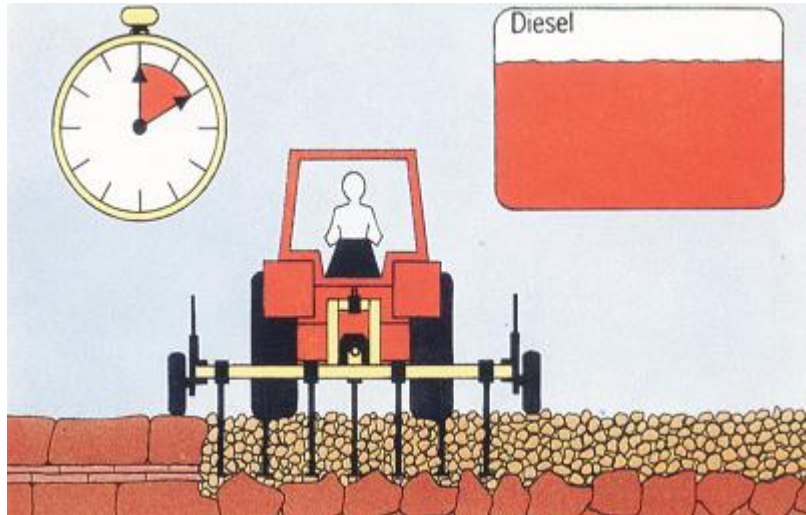
Eficiência no preparo do solo

Ajuste do regime de trabalho do trator, principalmente em trabalhos leves pode economizar combustível

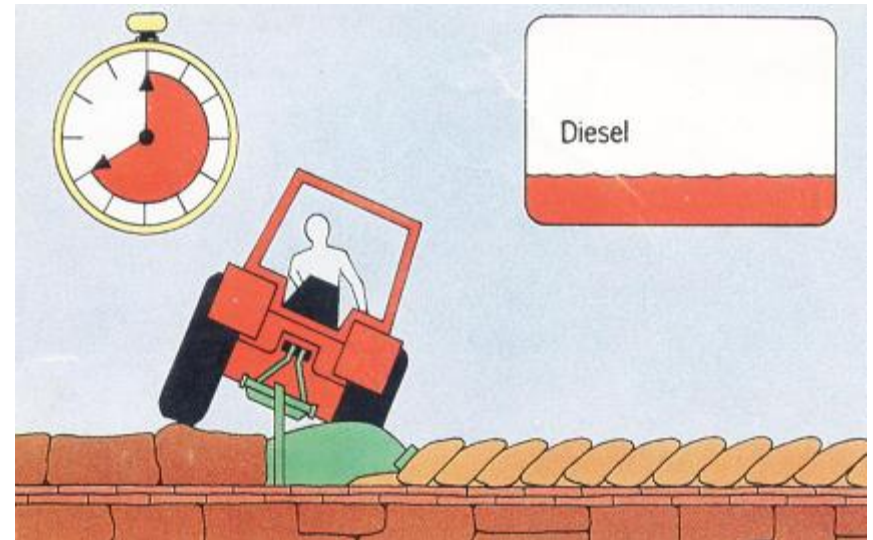


Preparo Mínimo/Reduzido/Conservacionista

Preparo reduzido



Preparo convencional



Eficiência no preparo do solo

- Interação Solo-Rodado
 - Patinagem
 - É necessária para que haja tração, mas acima de determinados valores passa a representar problema
 - Quando uma roda trabalha no solo, este deve se comprimir de modo a adquirir resistência suficiente para fornecer força de tração para a roda.
 - Esta compressão é realizada através do movimento relativo entre a roda e o solo

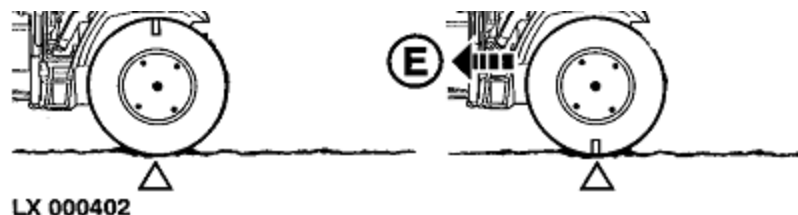
VALORES DE REFERÊNCIA – 8 A 15%, PLENA CARGA

Eficiência no preparo do solo

- Cálculo da patinagem

$$\% \textit{patinagem} = \frac{(n^{\circ} \text{ voltas carregado} - n^{\circ} \text{ de voltas descarrega do})}{n^{\circ} \text{ de voltas carregado}}$$

Avanço nos tratores 4 x 2 TDA



Etapa 1

Marcar a roda perpendicular ao ponto central do eixo (A).

Etapa 2

Avançar o trator em marcha lenta acelerada, contando 10 voltas completas da roda traseira (C), e o número de voltas da roda dianteira com a tração dianteira desligada.

Etapa 3

Retroceda o trator e percorra o mesmo trajeto, repetindo os passos da etapa 2 com a tração dianteira ligada

Etapa 4

A relação entre o número de voltas com tração e sem tração determina o avanço, que deve ser de 1% a 5%.

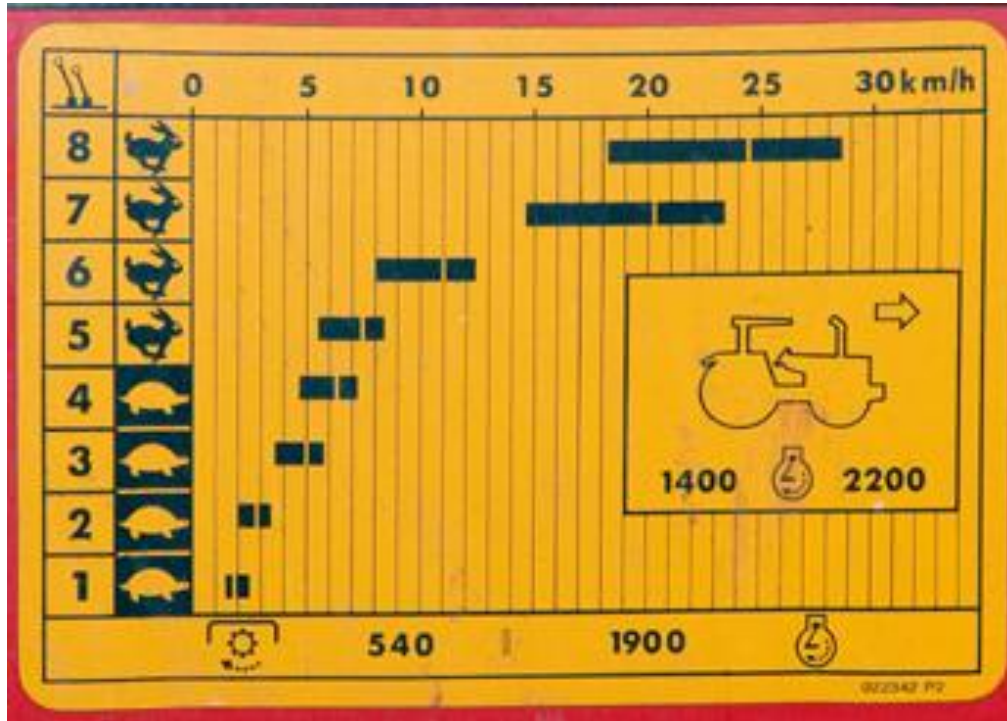
A mecanização no manejo e preparo

$$POTÊNCIA = FORÇA * VELOCIDADE$$

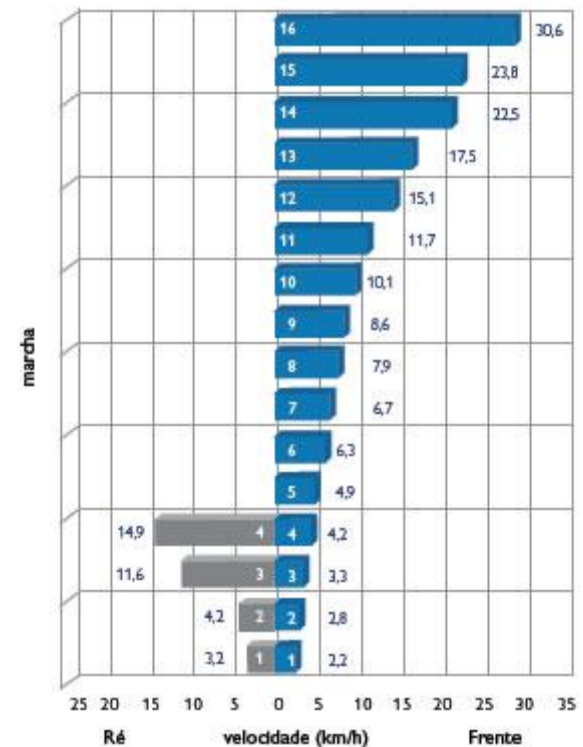
se houver um aumento na exigência de força será necessário reduzir a velocidade para manter uma mesma potência.

A mecanização no manejo e preparo

- Caixa de transmissão bem escalonada favorece a transferência da potência



TRANSMISSÃO 16X4 COM EXCLUSIVO SISTEMA DUAL POWER



PRÁTICA

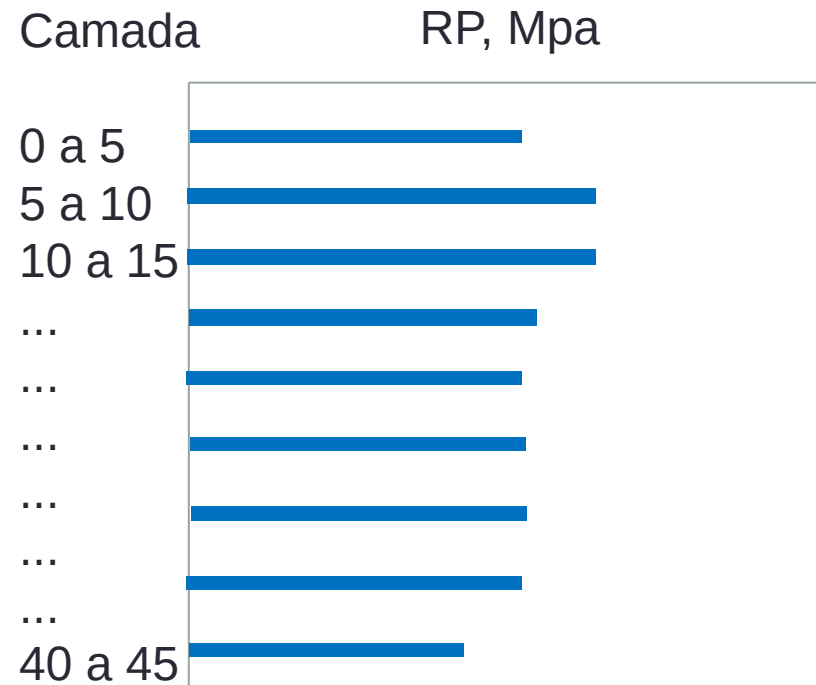
Cobertura - Método da Trena

- Utilizando uma trena posicionada na superfície do solo e de modo aleatório verificar a cada metro quantas vezes o solo está coberto e descoberto
- Cobertura = $(n^{\circ} \text{ de pontos com coberto} / n^{\circ} \text{ total}) \times 100$



- Cobertura = $7/10 * 100 \rightarrow 70\%$

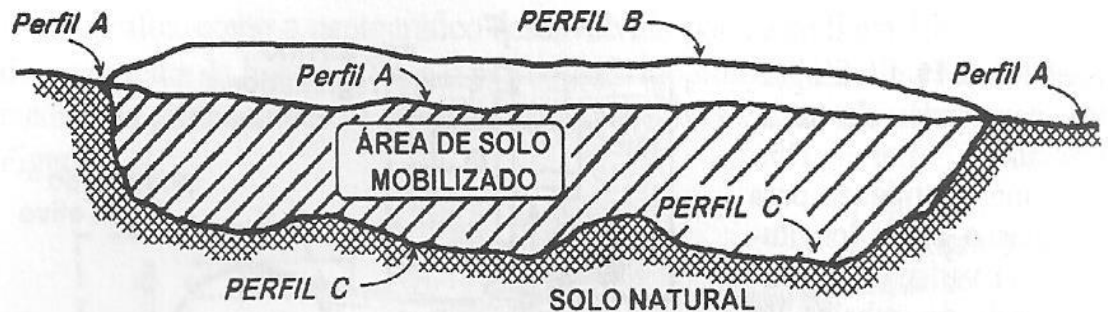
Gráfico resistência mecânica



Prof	Rep 1	Rep 2	Rep n	Média
1				
2				
3				
4				
5				
...				
45				

Profundidade de preparo

- Profundidade de preparo: h referência – h sulco
- Área empolado: h após preparo – h sulco
- Área de solo mobilizado: prof. Preparo * largura
- Empolamento: $(\text{área mobilizada} / \text{área empolado}) * 100$



Profundidade de preparo

- A partir do perfilômetro
- Mensurar as alturas das hastes e calcular

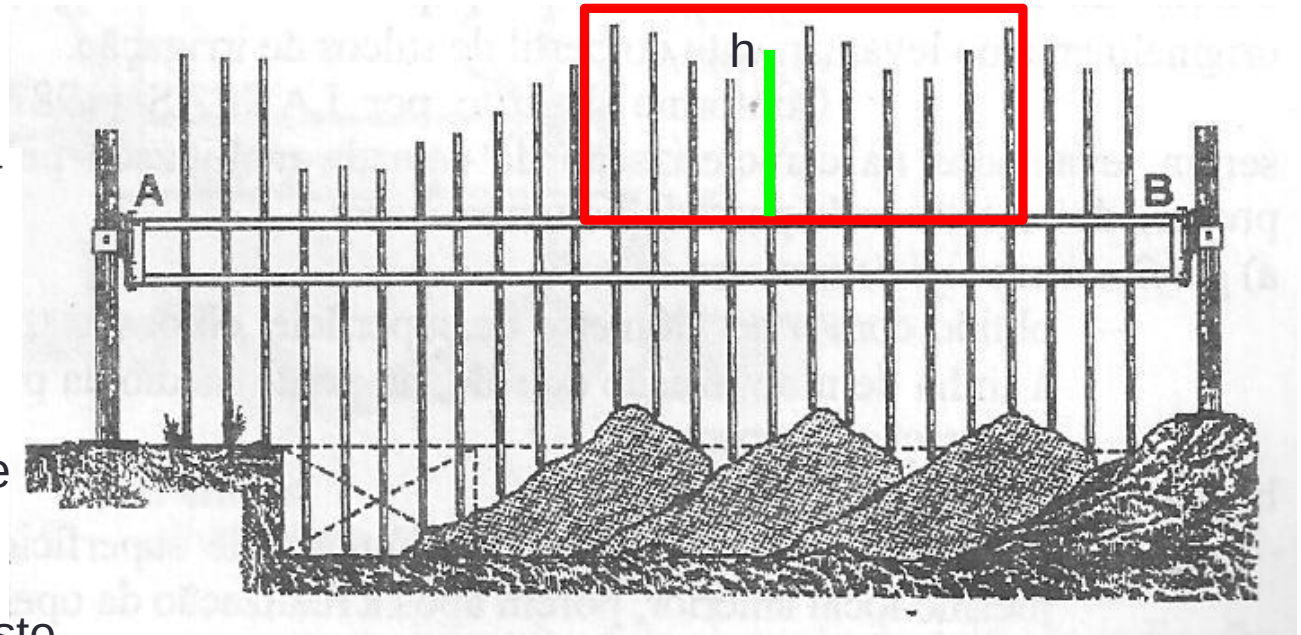
$$IR = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(Y_i - \bar{Y} \right)^2}{n}}$$

IR, índice de rugosidade superficial (cm)

Y_i , altura de cada haste

$\bar{Y}$, média das alturas

n = número de leituras



Profundidade de mobilização

$$Prof_m = \bar{A} - \bar{B}$$

Área mobilizada

$$A_m = Prof_m \times n \times d$$

Profundidade com empolamento

$$Prof_e = \bar{C} - \bar{B}$$

Área com empolamento

$$A_e = Prof_e \times n \times d$$

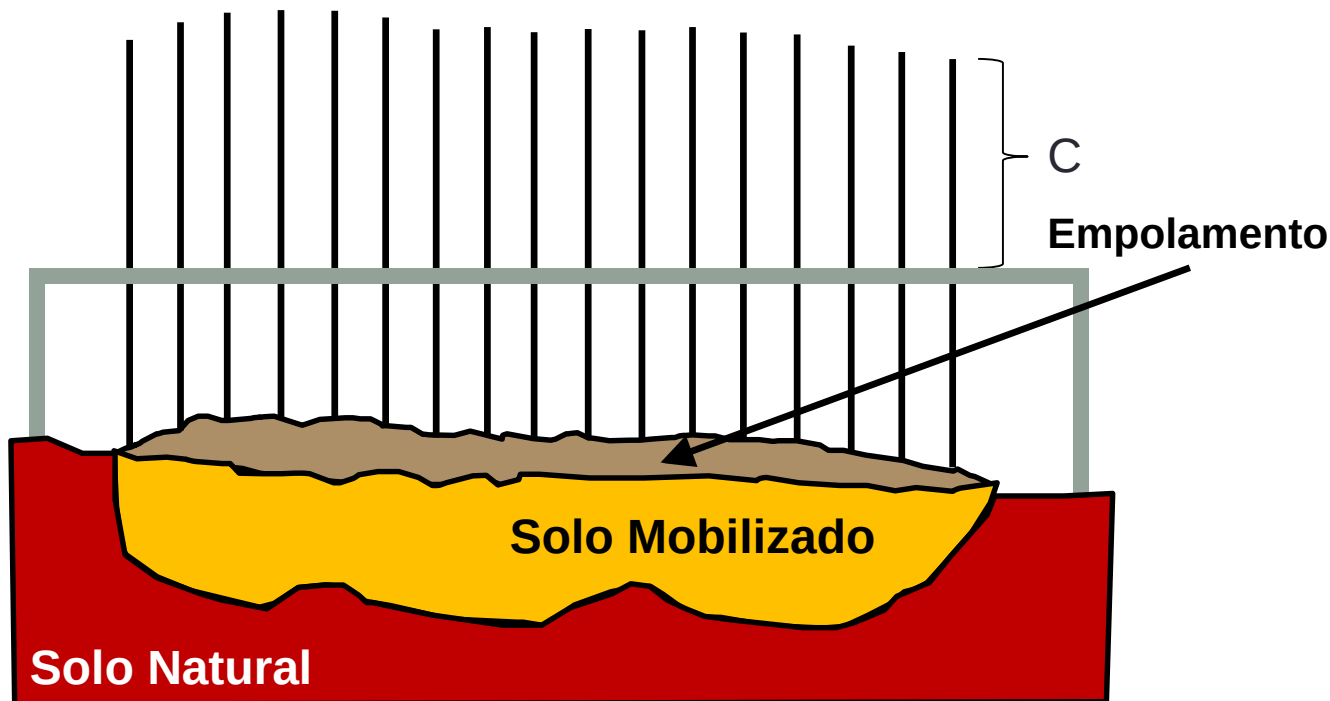
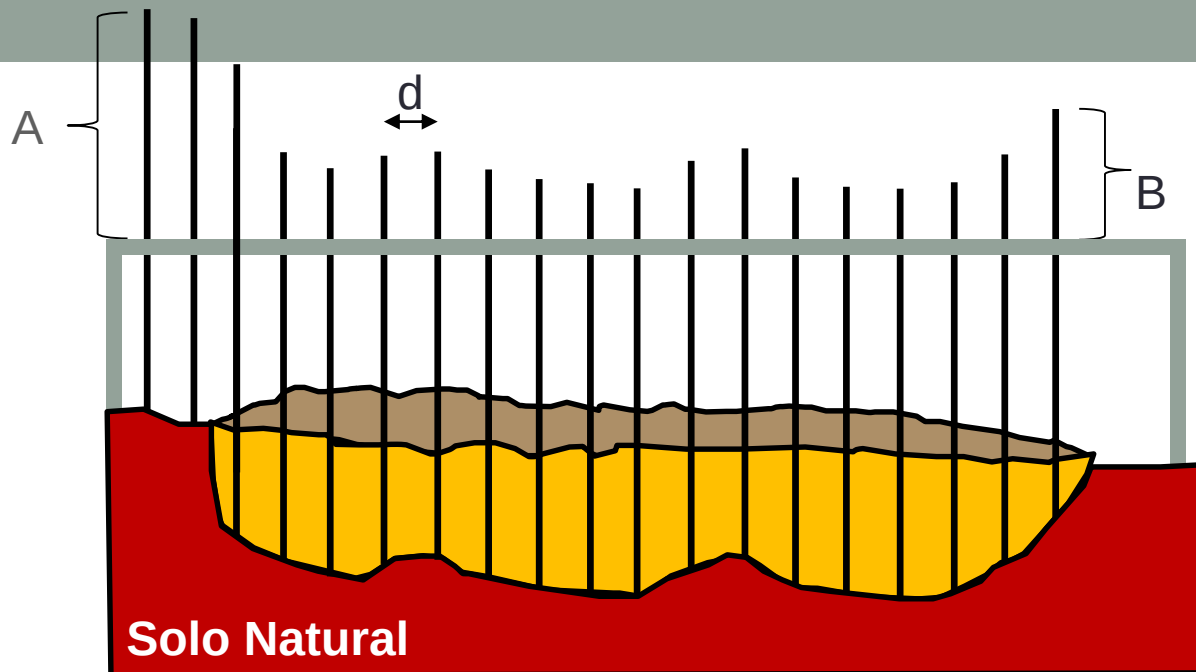
Empolamento (%)

$$E(\%) = \left(1 - \frac{A_m}{A_e}\right) \times 100$$

Em que:

n=número de hastes

d=distância entre hastes



FIM
