

# Características de desempenho de tratores agrícolas

LEB0332 - Mecânica e Máquinas Motoras



USP



ESALQ



ENGENHARIA DE  
BIOSISTEMAS  
USP - ESALQ

José P. Molin  
jpmolin@usp.br

# Bibliografia

## Material no e-Disciplinas

1. MIALHE, L.G. Máquinas Agrícolas: ensaios & certificação. FEALQ. Piracicaba, SP. 1996. 772p.  
(cap. 8 – Ensaio e certificação de tratores)

2. Artigo Cultivar Máquinas, 04/2022

MODELO	TL60E	TL75E	TL85E	TL95E
<b>MOTOR</b>				
Marca	New Holland	New Holland	New Holland	New Holland
Potência a 2.400 rpm	65 cv	78 cv	88 cv	88 cv
Torque máximo a 1.400 rpm	205 Nm	280 Nm	300 Nm	300 Nm
Número de cilindros	3	4	4	4
Aspiração	Natural	Natural	Turbo	Turbo
Câmbria	2,930 L	3,908 L	3,908 L	3,908 L
Reserva de torque	33%	30%	30%	30%
Bomba injetora	Boach	Delphi	Delphi	Delphi
Filtro de ar	Seco duplo elemento	Seco duplo elemento	Seco	Seco
Refrigeração	Por água	Por água	Por água	Por água
Filtro sedimentador de combustível	Standard	Standard	Standard	Standard
<b>EMBREAGEM</b>				
Material do disco	Orgânico	Duplo seco cerâmico	Duplo	Duplo
Acionamento	Mecânico	Mecânico	Mecânico	Mecânico
<b>TRANSMISSÃO</b>				
Tipo	Sincronizada	Sincronizada	Sincronizada	Sincronizada
Velocidades (frente e ré)	12x4	12xM12x12	12x12	12x12
Super-redutor	-	20x12 (opcional)	20x12	20x12
Reversor hidráulico	-	12x12 (opcional)	12x12	12x12
Posição das alavancas	Lateral	Lateral	Lateral	Lateral
<b>BLOQUEIO DO DIFERENCIAL</b>				
Acionamento	Mecânico	Mecânico	Mecânico	Mecânico
Atuação	Eixo traseiro	Eixo traseiro	Eixo	Eixo
<b>TOMADA DE FORÇA</b>				
Atuação	Mecânica	Mecânica	Mecânica	Mecânica
Acionamento	Independente	Independente	Independente	Independente
Eletro-hidráulico	-	Opcional	Opcional	Opcional
Velocidade de 540 rpm	A 2.199 rpm do motor	A 2.199 rpm do motor	A 2.199 rpm do motor	A 2.199 rpm do motor
Tomada de força econômica/1.000 rpm	-	Opcional	Opcional	Opcional
<b>SISTEMA HIDRÁULICO</b>				
Tipo de bomba	Engrenagens	Engrenagens	Engrenagens	Engrenagens
Capacidade de vazão na bomba	44,5 l/min.	44,5 l/min.	44,5 l/min.	44,5 l/min.
Implementos	Categoria II	Categoria II	Categoria II	Categoria II
Liift-O-Matic	Standard	Standard	Standard	Standard
Válvulas de controle remoto centro aberto	2	2	2	2
Sistema de direção	Hidroestática	Hidroestática	Hidroestática	Hidroestática
Capacidade de levantar a 610 mm do eixo	1.431Kg	2.204Kg	2.204	2.204
Capacidade de levantar no eixo	2.900Kg	3.690Kg	3.690Kg	3.690Kg
<b>TRAÇÃO DIANTEIRA</b>				
Acionamento	Eletro-hidráulico	Eletro-hidráulico	Eletro-hidráulico	Eletro-hidráulico
<b>FREIOS</b>				
Tipo	Disco em banho de óleo	Disco em banho de óleo	Disco em banho de óleo	Disco em banho de óleo
Acionamento	Hidráulico	Hidráulico	Hidráulico	Hidráulico
Freio de estacionamento	Manual	Manual	Manual	Manual
<b>CAPACIDADE</b>				
Tanque de combustível cab/plat.	140/171 L	140/171 L	140/171 L	140/171 L
<b>CONFORTO DO OPERADOR</b>				
Cabinado	Disponível	Disponível	Disponível	Disponível
Plataformado	Disponível	Disponível	Disponível	Disponível
Disposição ergonômica dos controles	Standard	Standard	Standard	Standard
Odômetro digital	Standard	Standard	Standard	Standard
<b>PESO*</b>				
Peso do trator com lastro — versão plataforma	3.810 kg	3.880 kg	4.030 kg	4.130 kg
Peso do trator com lastro — versão cabineada	4.130 kg	4.130 kg	4.280 kg	4.400 kg



### Série 5E | Tratores John Deere

Trator John Deere	5055E	5105E	5205E
Potência do motor em condições nominais (cv)	55	65	75
Potência do TDF na condição nominal do motor (cv)	47	55	62
Velocidade máxima (km/h)	30	32	34
Velocidade econômica (km/h)	18	19	20
Relação transmissão motor/engrenagem	24/20	24/20	24/20
Relação de torque máximo (rpm)	1.300	1.500	1.600
Relação de torque (rpm)	278	278	278
Cilindros/Cilindros x L	3/2,5	3/2,5	3/2,5
Aspiração	Natural	Natural	Substituíveis
1) Conforme norma ISO 1595			
<b>Sistema de transmissão</b>			
Acionamento	Mecânico — eixo traseiro	Mecânico — eixo traseiro	Mecânico — eixo traseiro
Diâmetro do disco (mm)	285	285	285
<b>Trator John Deere</b>			
Tipo	5055E	5105E	5205E
Número de velocidades	24	24	24
Marcha	A1	A2	A3
B	4,0	4,0	4,0
C	5,5	5,5	5,5
D	8,2	8,2	8,2
E	12,0	12,0	12,0
F	18,0	18,0	18,0
G	27,0	27,0	27,0
H	39,0	39,0	39,0
I	55,0	55,0	55,0
J	81,0	81,0	81,0
K	117,0	117,0	117,0
L	175,0	175,0	175,0
M	255,0	255,0	255,0
N	382,0	382,0	382,0
O	567,0	567,0	567,0
P	850,0	850,0	850,0
Q	1275,0	1275,0	1275,0
R	1912,0	1912,0	1912,0
S	2868,0	2868,0	2868,0
T	4302,0	4302,0	4302,0
U	6453,0	6453,0	6453,0
V	9680,0	9680,0	9680,0
W	14520,0	14520,0	14520,0
X	21780,0	21780,0	21780,0
Y	32670,0	32670,0	32670,0
Z	49005,0	49005,0	49005,0
AA	73507,0	73507,0	73507,0
AB	109510,0	109510,0	109510,0
AC	164265,0	164265,0	164265,0
AD	246400,0	246400,0	246400,0
AE	369600,0	369600,0	369600,0
AF	554400,0	554400,0	554400,0
AG	831600,0	831600,0	831600,0
AH	1247400,0	1247400,0	1247400,0
AI	1871100,0	1871100,0	1871100,0
AJ	2806650,0	2806650,0	2806650,0
AK	4209975,0	4209975,0	4209975,0
AL	6314962,0	6314962,0	6314962,0
AM	9472443,0	9472443,0	9472443,0
AN	14208664,0	14208664,0	14208664,0
AO	21312996,0	21312996,0	21312996,0
AP	31969494,0	31969494,0	31969494,0
AQ	47954241,0	47954241,0	47954241,0
AR	71931361,0	71931361,0	71931361,0
AS	107907041,0	107907041,0	107907041,0
AT	161860561,0	161860561,0	161860561,0
AU	242790841,0	242790841,0	242790841,0
AV	364186261,0	364186261,0	364186261,0
AW	546179391,0	546179391,0	546179391,0
AX	819779111,0	819779111,0	819779111,0
AY	122966861,0	122966861,0	122966861,0
AZ	184450291,0	184450291,0	184450291,0
BA	276675431,0	276675431,0	276675431,0
BB	415013151,0	415013151,0	415013151,0
BC	622519721,0	622519721,0	622519721,0
BD	929997091,0	929997091,0	929997091,0
BE	139499561,0	139499561,0	139499561,0
BF	209249341,0	209249341,0	209249341,0
BG	313873961,0	313873961,0	313873961,0
BH	471710941,0	471710941,0	471710941,0
BI	70756641,0	70756641,0	70756641,0
BJ	106134961,0	106134961,0	106134961,0
BK	159202461,0	159202461,0	159202461,0
BL	238803691,0	238803691,0	238803691,0
BM	358130461,0	358130461,0	358130461,0
BN	539997091,0	539997091,0	539997091,0
BO	810496261,0	810496261,0	810496261,0
BP	121549341,0	121549341,0	121549341,0
BQ	182323961,0	182323961,0	182323961,0
BR	273486261,0	273486261,0	273486261,0
BS	410130461,0	410130461,0	410130461,0
BT	613873961,0	613873961,0	613873961,0
BU	915013151,0	915013151,0	915013151,0
BV	137166861,0	137166861,0	137166861,0
BW	205997091,0	205997091,0	205997091,0
BX	310130461,0	310130461,0	310130461,0
BY	460496261,0	460496261,0	460496261,0
BZ	690997091,0	690997091,0	690997091,0
CA	103149341,0	103149341,0	103149341,0
CB	154710941,0	154710941,0	154710941,0
CC	232073961,0	232073961,0	232073961,0
CD	349997091,0	349997091,0	349997091,0
CE	524496261,0	524496261,0	524496261,0
CF	78166861,0	78166861,0	78166861,0
CG	116997091,0	116997091,0	116997091,0
CH	175496261,0	175496261,0	175496261,0
CI	264997091,0	264997091,0	264997091,0
CJ	399997091,0	399997091,0	399997091,0
CK	594997091,0	594997091,0	594997091,0
CL	884997091,0	884997091,0	884997091,0
CM	1324997091,0	1324997091,0	1324997091,0
CN	199997091,0	199997091,0	199997091,0
CO	299997091,0	299997091,0	299997091,0
CP	449997091,0	449997091,0	449997091,0
CQ	674997091,0	674997091,0	674997091,0
CR	1014997091,0	1014997091,0	1014997091,0
CS	1514997091,0	1514997091,0	1514997091,0
CT	2264997091,0	2264997091,0	2264997091,0
CU	344997091,0	344997091,0	344997091,0
CV	519997091,0	519997091,0	519997091,0
CV	774997091,0	774997091,0	774997091,0
CW	1164997091,0	1164997091,0	1164997091,0
CX	1744997091,0	1744997091,0	1744997091,0
CY	264997091,0	264997091,0	264997091,0
CZ	399997091,0	399997091,0	399997091,0
CA	599997091,0	599997091,0	599997091,0
CB	899997091,0	899997091,0	899997091,0
CC	1349997091,0	1349997091,0	1349997091,0
CD	2049997091,0	2049997091,0	2049997091,0
CE	3099997091,0	3099997091,0	3099997091,0
CF	4649997091,0	4649997091,0	4649997091,0
CG	6949997091,0	6949997091,0	6949997091,0
CH	1049997091,0	1049997091,0	1049997091,0
CI	1564997091,0	1564997091,0	1564997091,0
CJ	2349997091,0	2349997091,0	2349997091,0
CK	3549997091,0	3549997091,0	3549997091,0
CL	5349997091,0	5349997091,0	5349997091,0
CM	8049997091,0	8049997091,0	8049997091,0
CN	12149997091,0	12149997091,0	12149997091,0
CO	18149997091,0	18149997091,0	18149997091,0
CP	27149997091,0	27149997091,0	27149997091,0
CQ	4049997091,0	4049997091,0	4049997091,0
CR	6049997091,0	6049997091,0	6049997091,0
CS	9049997091,0	9049997091,0	9049997091,0
CT	13649997091,0	13649997091,0	13649997091,0
CU	2049997091,0	2049997091,0	2049997091,0
CV	3049997091,0	3049997091,0	3049997091,0
CV	4549997091,0	4549997091,0	4549997091,0
CW	6849997091,0	6849997091,0	6849997091,0
CX	10349997091,0	10349997091,0	10349997091,0
CY	1549997091,0	1549997091,0	1549997091,0
CZ	2349997091,0	2349997091,0	2349997091,0
CA	3549997091,0	3549997091,0	3549997091,0
CB	5349997091,0	5349997091,0	5349997091,0
CC	8049997091,0	8049997091,0	8049997091,0
CD	12149997091,0	12149997091,0	12149997091,0
CE	18149997091,0	18149997091,0	18149997091,0
CF	27149997091,0	27149997091,0	27149997091,0
CG	4049997091,0	4049997091,0	4049997091,0
CH	6049997091,0	6049997091,0	6049997091,0
CI	9049997091,0	9049997091,0	9049997091,0

# Objetivos

1. Apresentar os parâmetros definidores do desempenho de tratores
2. Compreender como é realizada a avaliação do desempenho dos tratores
3. Interpretar resultados de desempenho de tratores

Os tratores são máquinas projetadas para...

Tracionar, transportar e acionar  
outras máquinas e implementos

Qual o mais adequado  
para a minha demanda?

Para isso avalia-se o desempenho dos tratores passíveis de serem selecionados

O que é avaliar desempenho?

Ato de apreciar o valor **qualitativo** e **quantitativo** do trabalho realizado (pelo trator, máquinas e implementos) durante a execução das operações para as quais foram projetadas e construídas

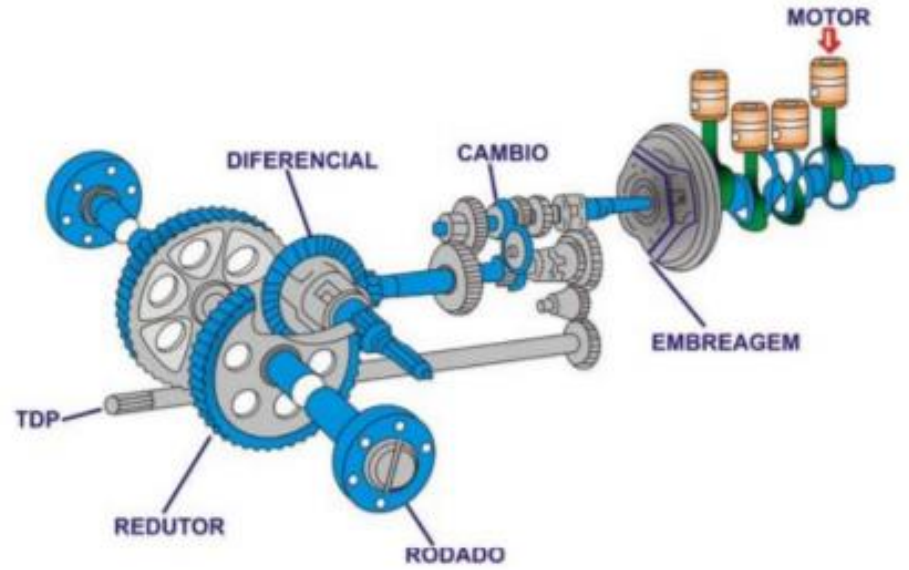
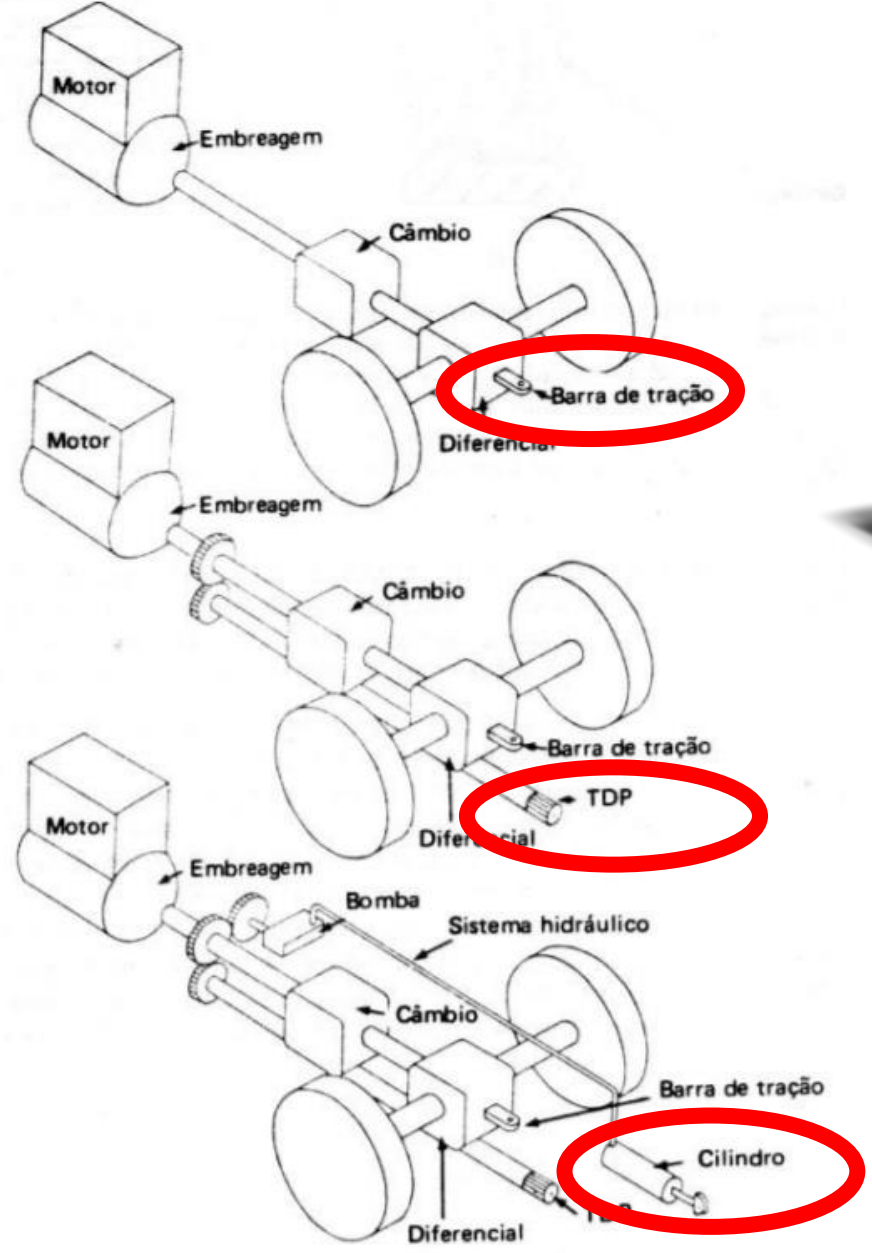
# Tipos de desempenho

**Desempenho teórico** – o que o projetista tomou como base para o dimensionamento

**Desempenho efetivo** – sob condições de ensaio, reflete um dado comportamento da máquina sob ação de um conjunto de condições pré-estabelecidas e especificadas em um método

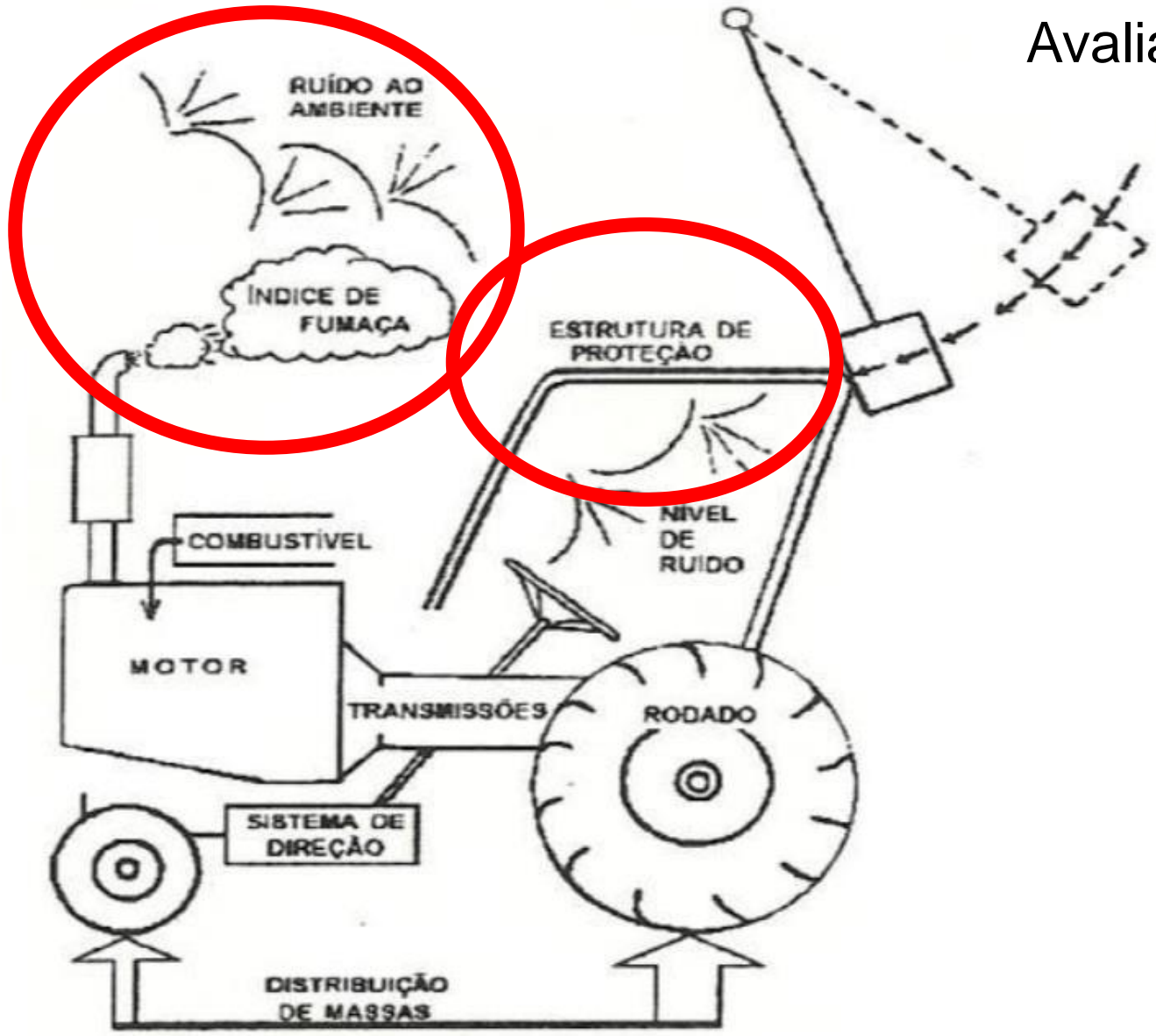
**Desempenho operacional** – sob condições reais de operação, nas mãos do usuário

Avalia-se o desempenho...

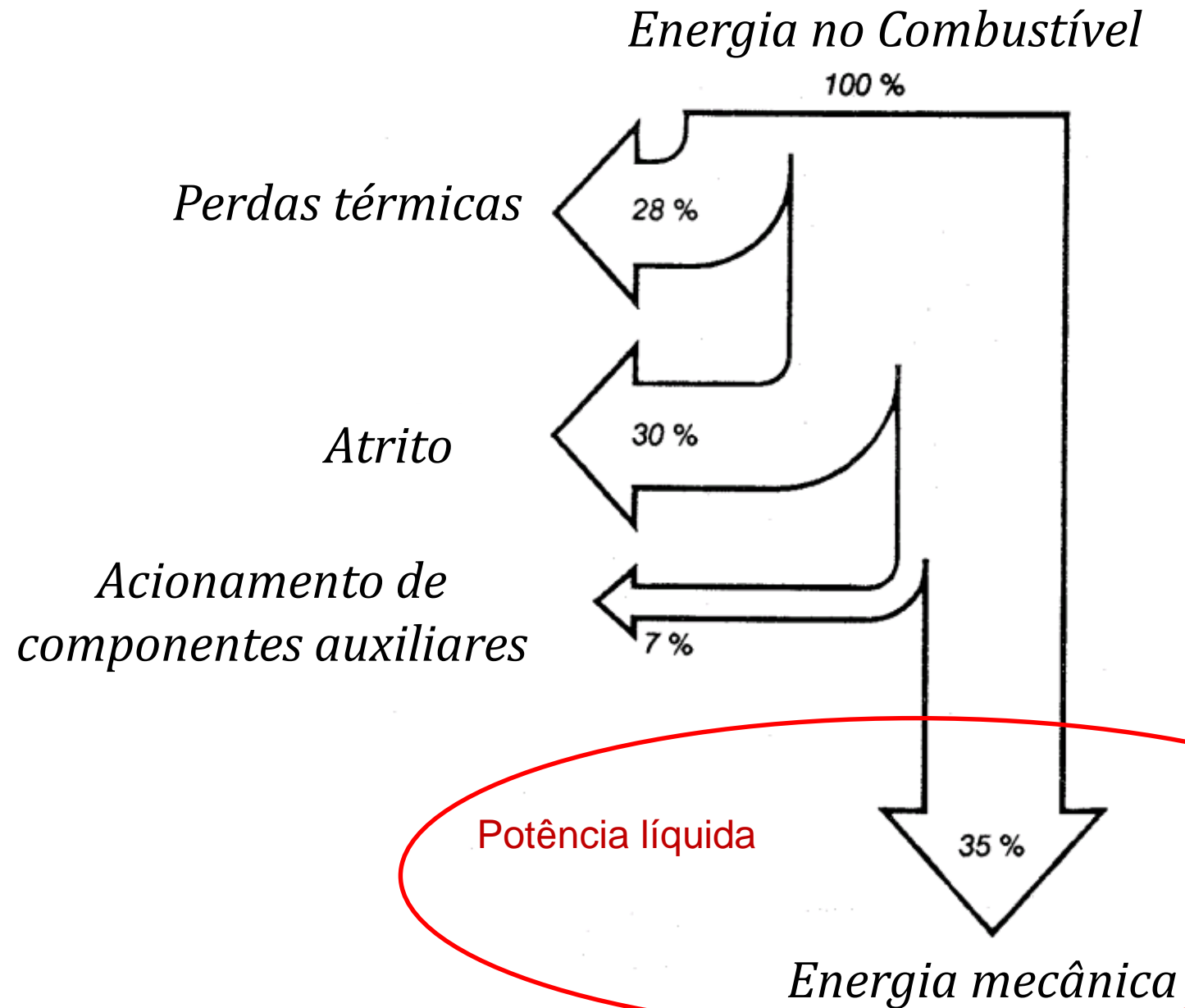




Avalia-se o desempenho...



# Rendimento de motores Diesel



# Normas ensaio de motores...

- NBR ISO1585, potência líquida, 100%
- DIN 70020, potência líquida: 100%
- SAE J1995, potência bruta:111%
- ISO TR14396, potência bruta:107%
- SAE J1349, potência bruta:104%
- ECE R24; 80/1269/CEE , potência líquida, 100% emissão de poluentes



## ESPECIFICAÇÕES MF 250 XE

PERFORMANCE	ISO TR14396	SAE J1995
Potência do motor, na rotação nominal - cv (kW)	50 (37)	52,5 (38,85)
Potência máxima na TDP - cv(Kw)	41 (30,2)	43,05 (31,71)
Torque máximo no motor @ 1500 rpm - Nm (mkgf)	167 (17)	175,35 (17,85)
Rotação nominal do motor - rpm	2250	2250
MOTOR		
Modelo / Marca	TII S 325 / Simpson	
Número de cilindros	3	
Cilindrada - cm <sup>3</sup>	2500	
Aspiração	Natural	
SISTEMA ELÉTRICO		
Alternador - A		
Plataformado	55	
Tensão - V	12	
Bateria - Ah	70	
EMBREAGEM		
Trator plataformado	Dupla	
Material do disco	Orgânico	
Diâmetro (transmissão / TDP) - mm	305 / 254	
TRANSMISSÃO		
Plataformado	8x2 Deslizante	
RODADOS		
Dianteiro	Traseiro	
4x2 6.00-16F2	14.9-24R1	
4x2 6.00-16F2	12.4-28R1	
4x4 8.3-24R1	14.9-24R2	
4x4 8.00-18R1	12.4-28R1	
4x4 8.00-18R1	14.9-24R1	
TOMADA DE POTÊNCIA		
Tipo	Dependente / Independente	
Rotação nominal da TDP (motor 1900 rpm) - rpm	540	



## ESPECIFICAÇÕES MF 8690

PERFORMANCE	ISO TR14396	SAE J1995
Potência máxima a 2.000 rpm - cv (kW)	370 (272)	388 (285,3)
Potencia maxima da TDP - cv (kW)	333 (200)	349 (256,8)
Torque motor máx no motor @ 1.400 rpm - Nm (mkgf)	1540 (157)	1617 (165)
MOTOR		
Marca	AGCO POWER	
Número de cilindros	6	
Cilindradas (cm <sup>3</sup> )	8400	
Aspiração	Turbo aftercooler	
TRANSMISSÃO		
Tipo	Dyna-VT com Power Control: Transmissão variável contínua progressiva com gestão de trator dinâmica (DTM)	
Faixa de velocidades para campo	0,03 – 28 km/h a frente e de 0,03 km/h – 16 km/h a ré	
Faixa de velocidades para transporte	0-40 km/h a frente e de 0,03 km/h – 38 km/h a ré	
TOMADA DE FORÇA		
Funcionamento e controle	Independente, acionamento eletrohidráulico com controle de ativação/desativação, montado no suporte de braço e para-lamas traseiro com automatização de cabeceira	
REGIME DE TDP A RPM DO MOTOR		
Rotação nominal na TDP	540E / 1.000	

# Desempenho de tratores - métodos padronizados

## Códigos OCDE

- 2) **Desempenho de tratores**
- 3) Resistência de estruturas de proteção – Teste dinâmico
- 4) Resistência de estruturas de proteção – Teste estático
- 5) Ruídos na posição do operador

## No Brasil

Code 2 = NBR 10400 – Tratores agrícolas – determinação das características técnicas e desempenho

Code 5 = NBR 9999 - Medição do nível de ruído, no posto de operação, de tratores e máquinas agrícolas – Procedimento

# Pontos Importantes (para LER!)

- Para selecionar o trator adequado à realização de determinada operação há métodos que permitem avaliar seu desempenho.
- Os pontos chave, definidores do desempenho dos tratores são aqueles que permitem avaliar a potência disponibilizada e sua eficiência no uso do combustível.
- Métodos padronizados devem ser utilizados para que se possa realizar a comparação entre equipamentos e entre um equipamento e valores de referência.
- Há mais de uma norma para caracterizar o desempenho, sendo importante reconhecer as especificidades das normas, principalmente daquelas utilizadas para caracterizar a potência disponível.
- A potência líquida é aquela de interesse no caso dos tratores, mas alguns fabricantes podem especificar a potência bruta.
- A avaliação do desempenho, através de ensaios padronizados, é requisito para a comercialização de tratores e outras máquinas em alguns países. Valores de consumo de combustível, nível de ruído, emissão de gases e particulados são exemplos de parâmetros levantados em ensaios padronizados que são comparados com valores de referência da legislação vigente – permitindo ou não sua comercialização.

# Desempenho de Tratores

## 1. Características dimensionais e ponderais

Tomada de medidas

Cálculo do centro de gravidade

## 2. Desempenho do Motor

Avaliação na tomada-de-potência

## 3. Desempenho do Conjunto

Avaliação em ensaios de pista

## 4. Sistema Hidráulico

4. Força de Levantamento

5. Potência Hidráulica

## 5. Desempenho em Solo

## 6. Exemplos de Resultados

# Desempenho de Tratores

## 1. Características dimensionais e ponderais

Tomada de medidas

Cálculo do centro de gravidade

## 2. Desempenho do Motor

Avaliação na tomada-de-potência

## 3. Desempenho do Conjunto

Avaliação em ensaios de pista

## 4. Sistema Hidráulico

4. Força de Levantamento

5. Potência Hidráulica

## 5. Desempenho em Solo

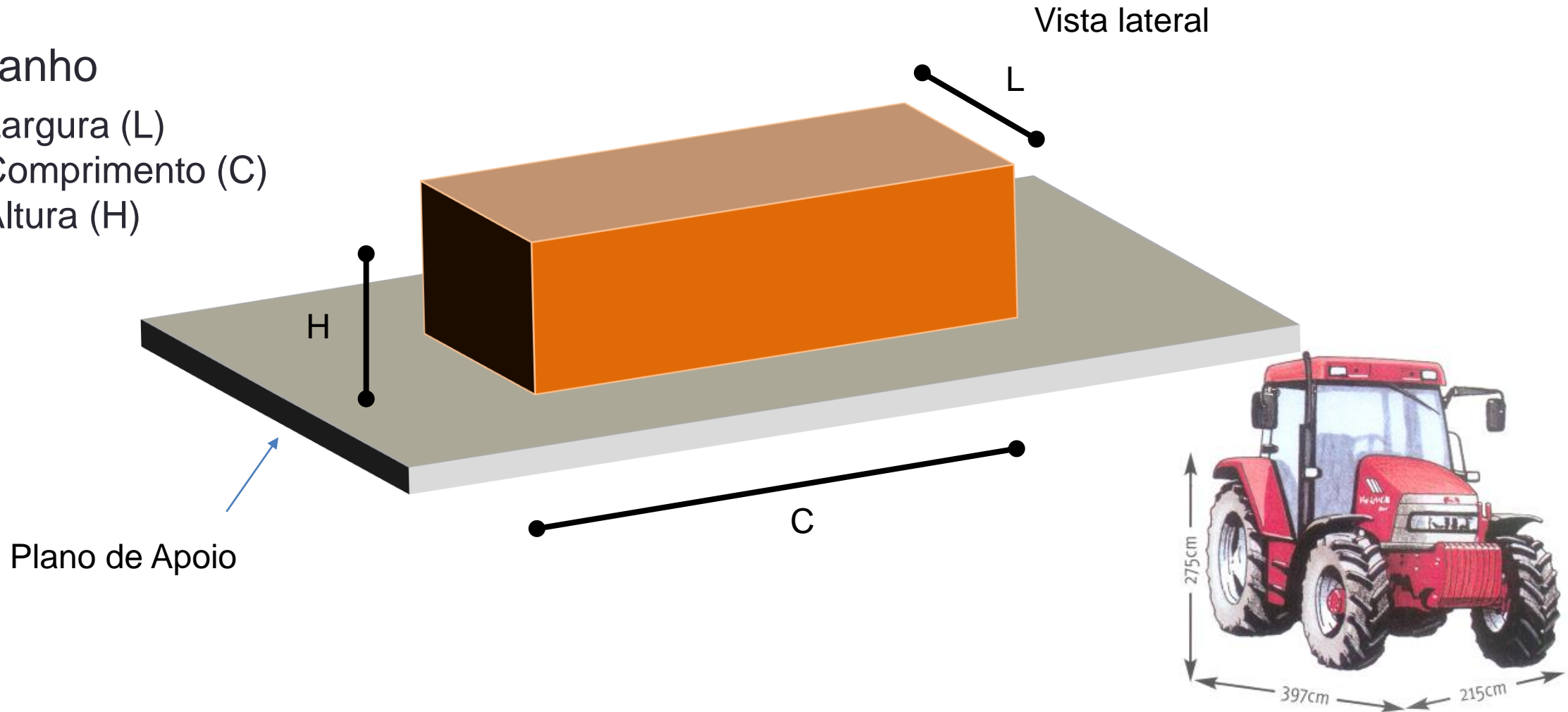
## 6. Exemplos de Resultados



# Características dimensionais

- Tamanho

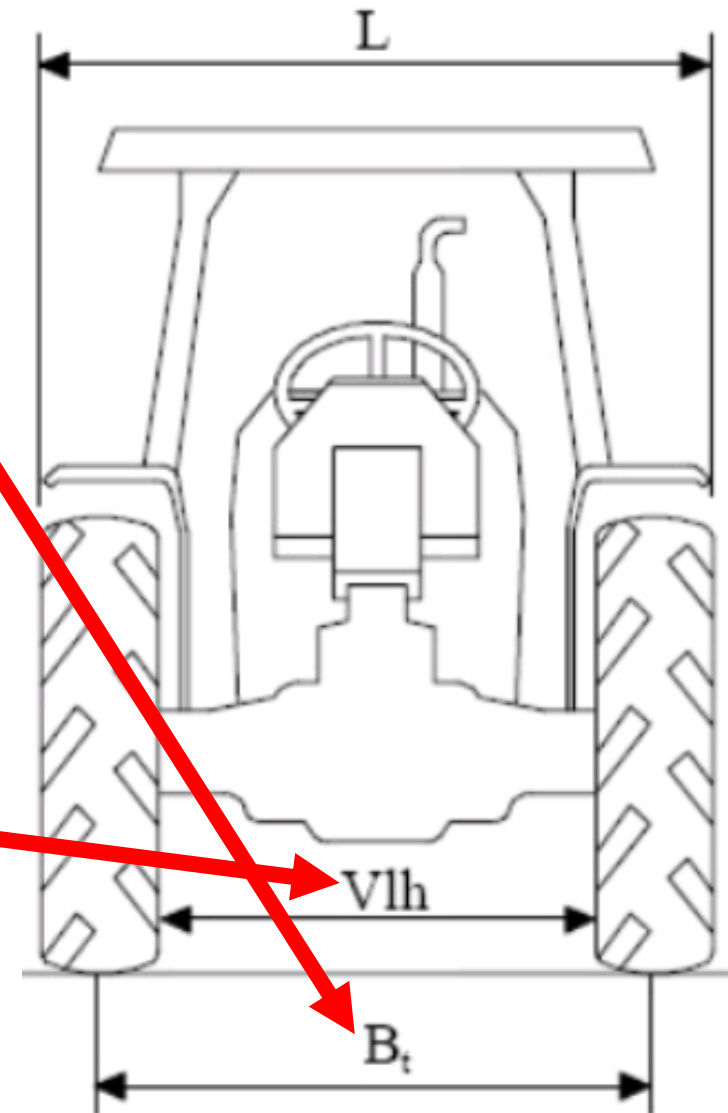
- Largura (L)
- Comprimento (C)
- Altura (H)



# Configuração geométrica

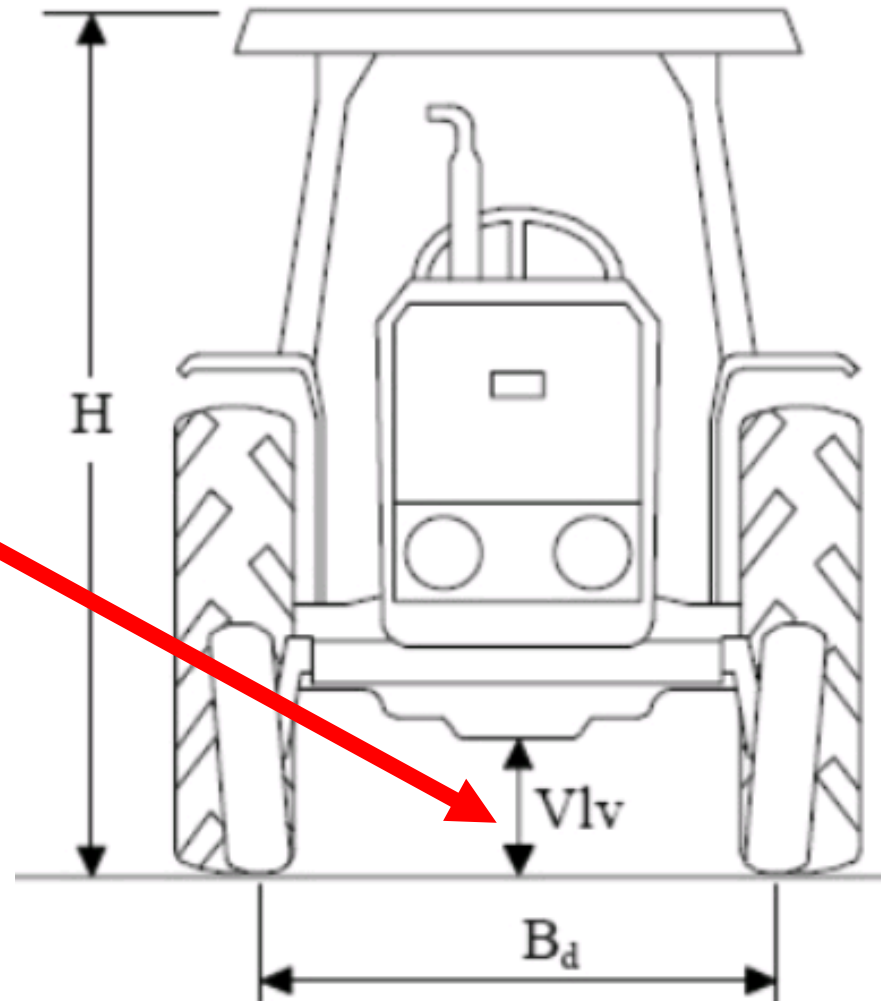
**Bitola:** distância entre os dois pontos gerados sobre o plano de apoio da máquina pela interseção deste com os planos médios das rodas de um mesmo eixo e o plano transversal das mesmas rodas

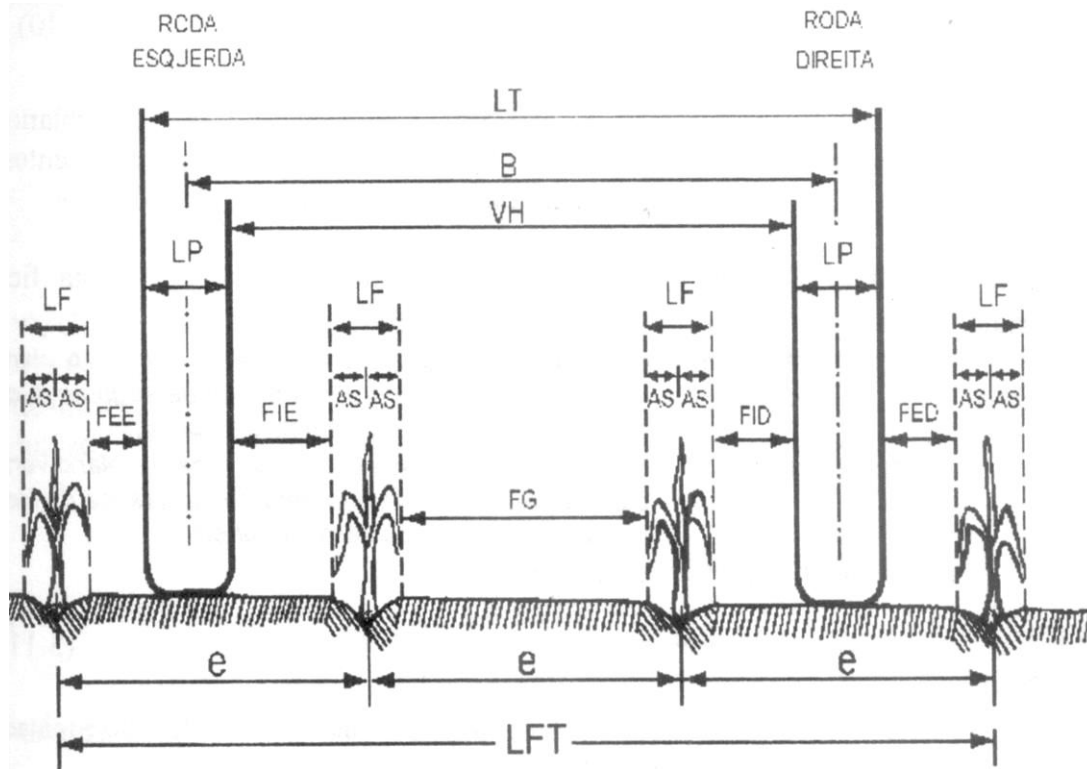
**Vão livre horizontal:** distância entre dois planos paralelos ao plano médio longitudinal e tangentes aos pontos mais internos dos rodados



# Configuração geométrica

**Vão livre vertical:** distância entre o plano de apoio e o ponto mais baixo da parte central do trator





MIALHE, 1996

Largura da faixa de tráfego – LFT

Afastamento de segurança – AS

Largura da fileira – LF

Folga geral entre fileiras – FG

Folga externa – FE

Folga externa esquerda – FEE

Folga externa direita - FED

Folga interna – FI

Folga interna esquerda – FIE

Folga interna direita - FID

Largura do pneu – LP

# Valtra BH 160

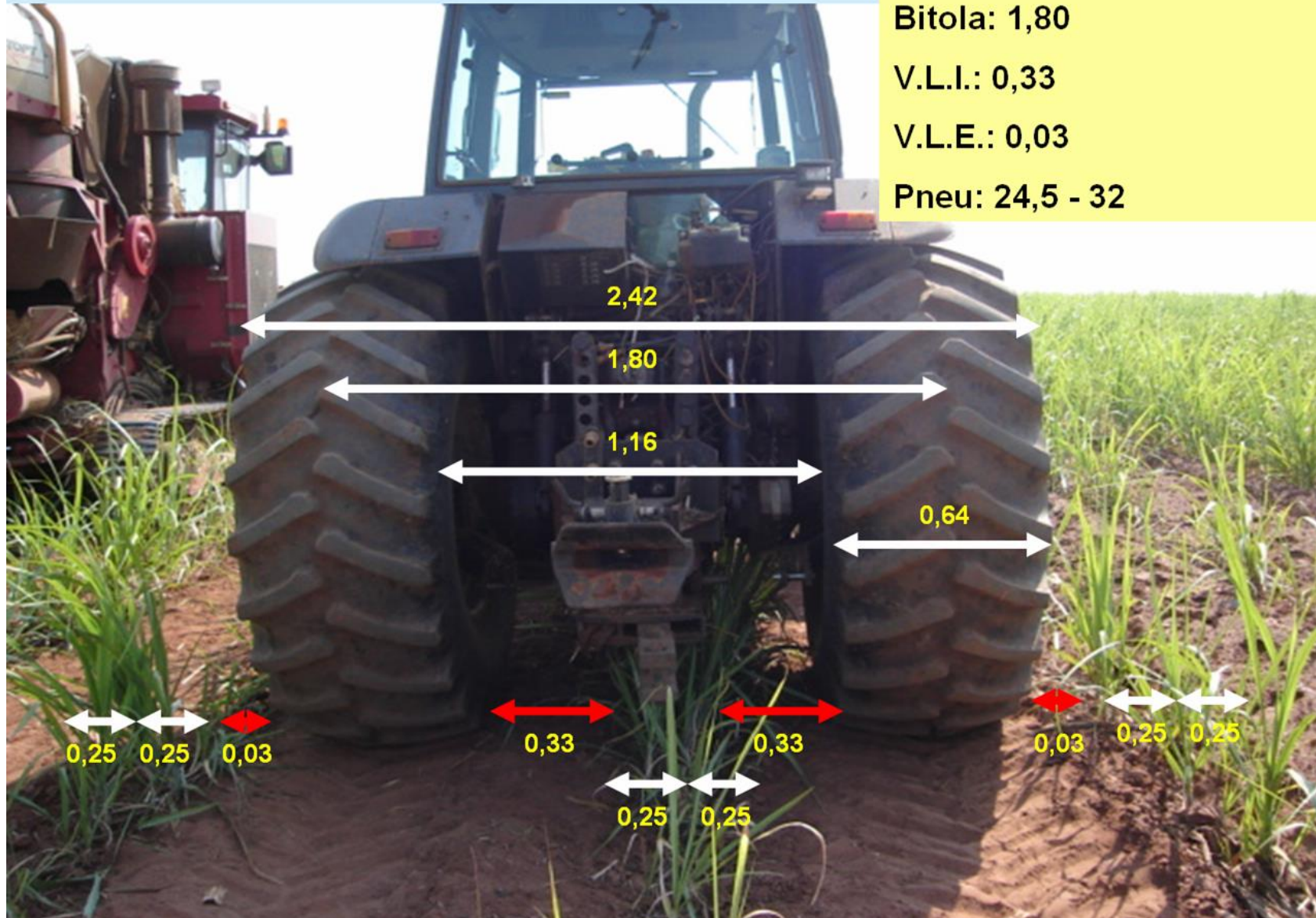
Trator: Rodados traseiros

Bitola: 1,80

V.L.I.: 0,33

V.L.E.: 0,03

Pneu: 24,5 - 32



Agrishow 2016



Agrishow 2013



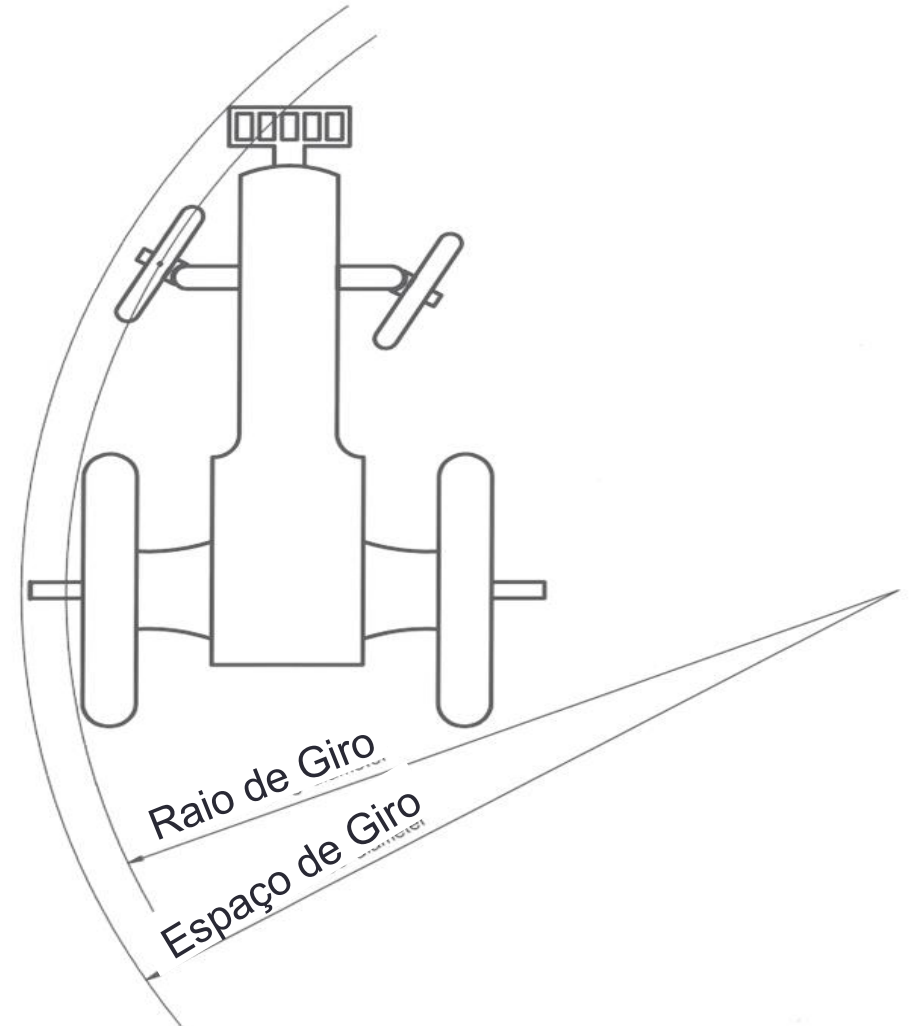
# Configuração geométrica

**Raio de Giro:** raio do menor círculo descrito por um ponto da intersecção do plano vertical médio da **roda mais externa do trator**, com o plano de apoio, em nível, sobre o qual a máquina desloca-se em círculo com o volante de direção totalmente esterçado à direita ou à esquerda, com os freios direcionais aplicados ou não.



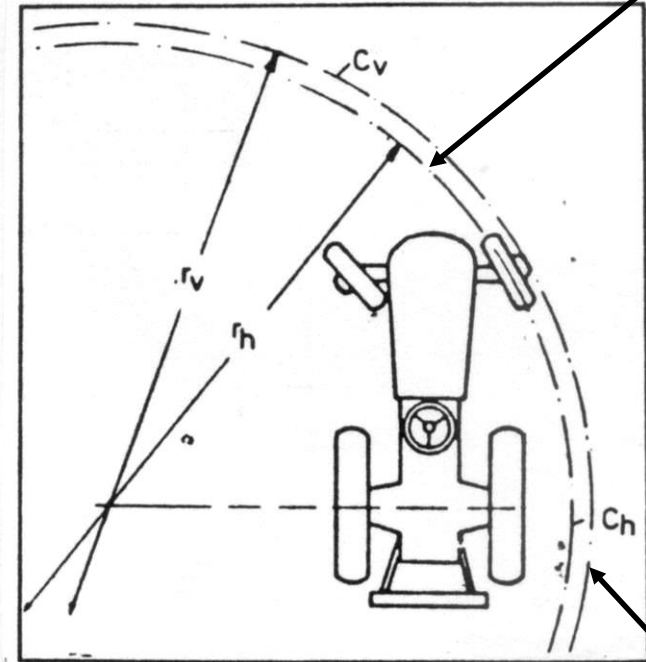
# Configuração geométrica

**Espaço de Giro:** espaço circular expresso através do raio de sua circunferência como raio do espaço de giro, delimitado pelo deslocamento do ponto de intersecção da perpendicular baixada **pelo ponto mais externo do trator** com o plano de apoio em nível, sobre o qual o espécime desloca-se em condições idênticas às definidas para o espaço de giro

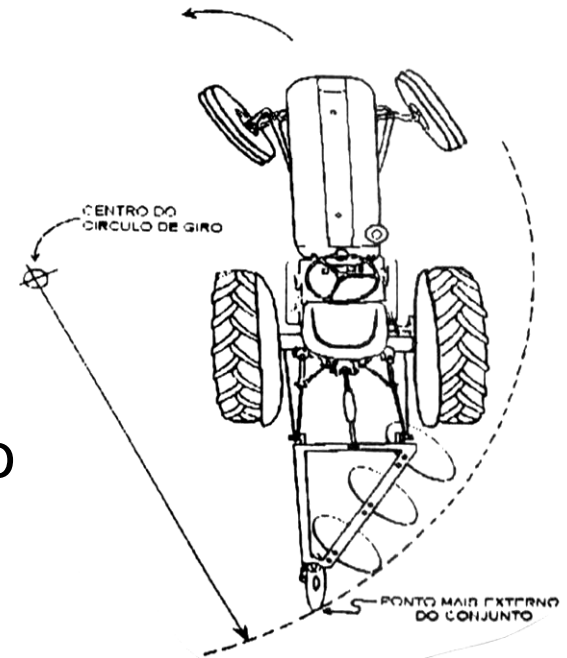
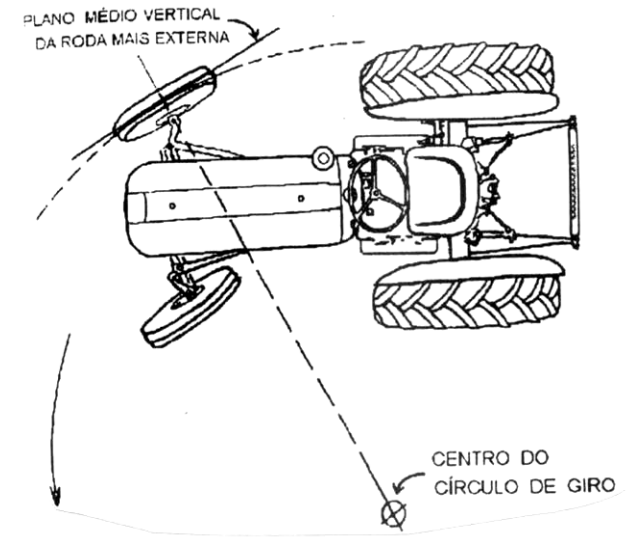


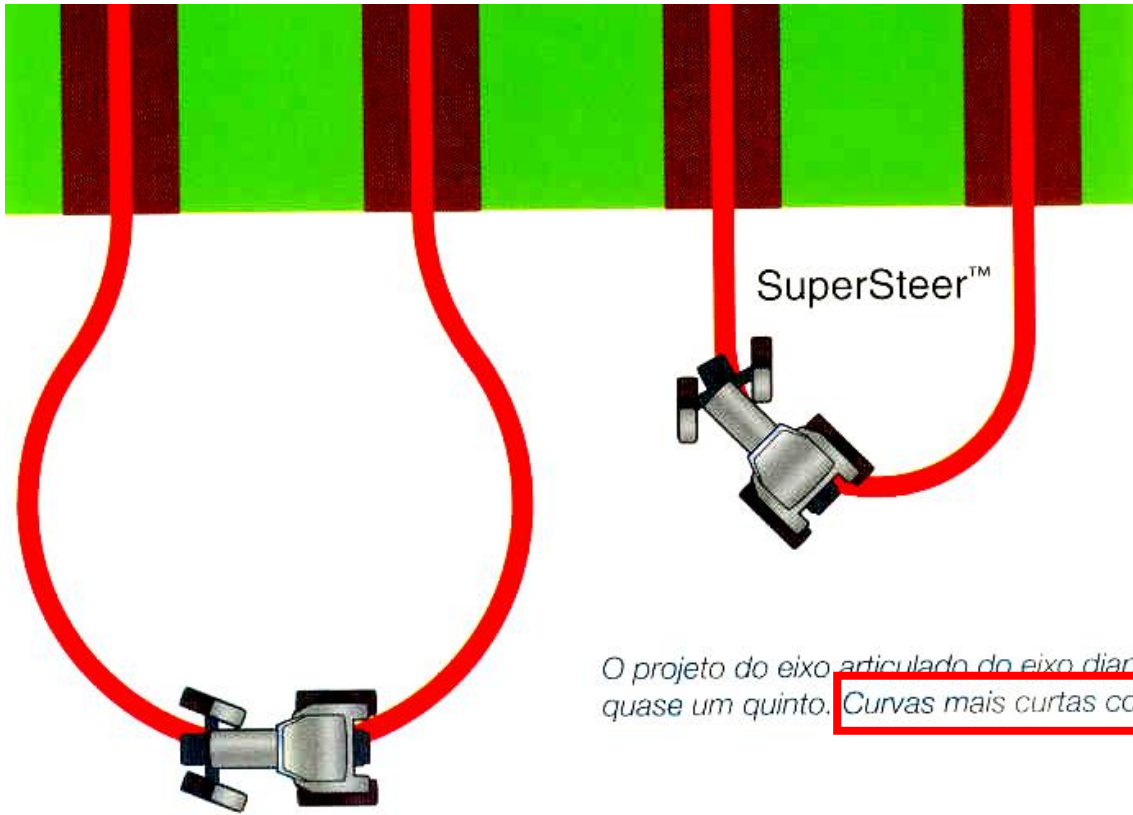


Raio de giro



Espaço de giro





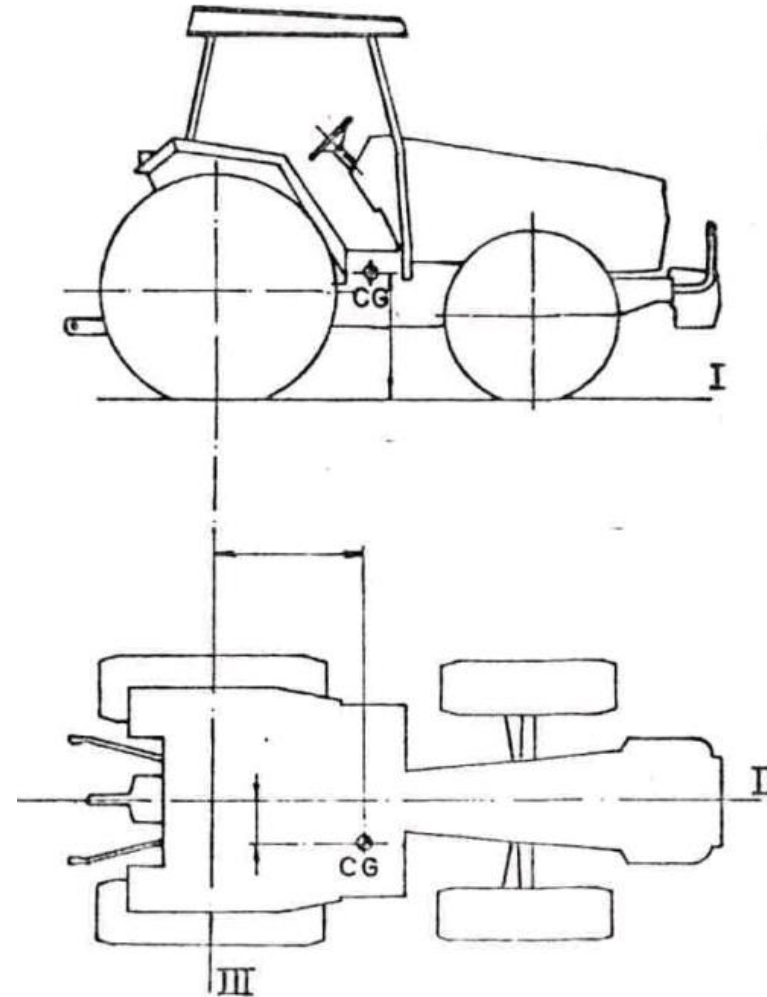
Os pesos dianteiros fazem parte do eixo SuperSteer, articulando-se ao se mudar a direção para permitir maior folga para a roda externa.

O projeto do eixo articulado do eixo dianteiro SuperSteer reduz os raios de giro em quase um quinto. **Curvas mais curtas com retorno mais rápido ao trabalho.**



# Características Ponderais

- Massa do trator
  - Com e sem lastro
- Massa dianteira
  - Com e sem lastro
- Massa traseira
  - Com e sem lastro
- Massa dos lastros
  - Dianteiros;
  - Nas rodas traseiras;
  - Nas rodas dianteiras
- Centro de gravidade



# Pontos Importantes (para LER!)

- Os valores caracterizados das dimensões e pesos dos tratores são mensurados seguindo um padrão.
- Alguns dos parâmetros são importantes para compreender o espaço ocupado pelo trator seja em transporte seja no galpão: comprimento, largura, altura.
- Alguns dos parâmetros permitem a compreensão do desempenho durante a operação em campo: raio e espaço de giro, bitola, vãos livres. Por exemplo em ambientes com pouco espaço pode ser mais importante o espaço de giro que a potência ou mesmo o consumo de combustível, quando da seleção do trator.
- O peso e a sua distribuição, com e sem o emprego de lastros é relevante para compreender a possibilidade de adequação do trator em função do tipo de operação. Por exemplo tratores que realizam apenas operações que exigem esforço em tração podem ter menor flexibilidade que aqueles que fazem diversos tipos de operação.

# Desempenho de Tratores

## 1. Características dimensionais e ponderais

Tomada de medidas

Cálculo do centro de gravidade

## 2. Desempenho do Motor

Avaliação na tomada-de-potência

## 3. Desempenho do Conjunto

Avaliação em ensaios de pista

## 4. Sistema Hidráulico

4. Força de Levantamento

5. Potência Hidráulica

## 5. Desempenho em Solo

## 6. Exemplos de Resultados

# Desempenho do motor: TDP

## Medidas

rotações, torque, consumo de combustível, temperaturas, pressão barométrica

## Resultados na forma gráfica:

Potência em função da rotação (velocidade tangencial)

Torque na árvore de transmissão do motor

Consumo horário e específico em função da rotação

Consumo específico em função da potência

# Desempenho do motor: TDP

1 Temperatura do óleo do cárter

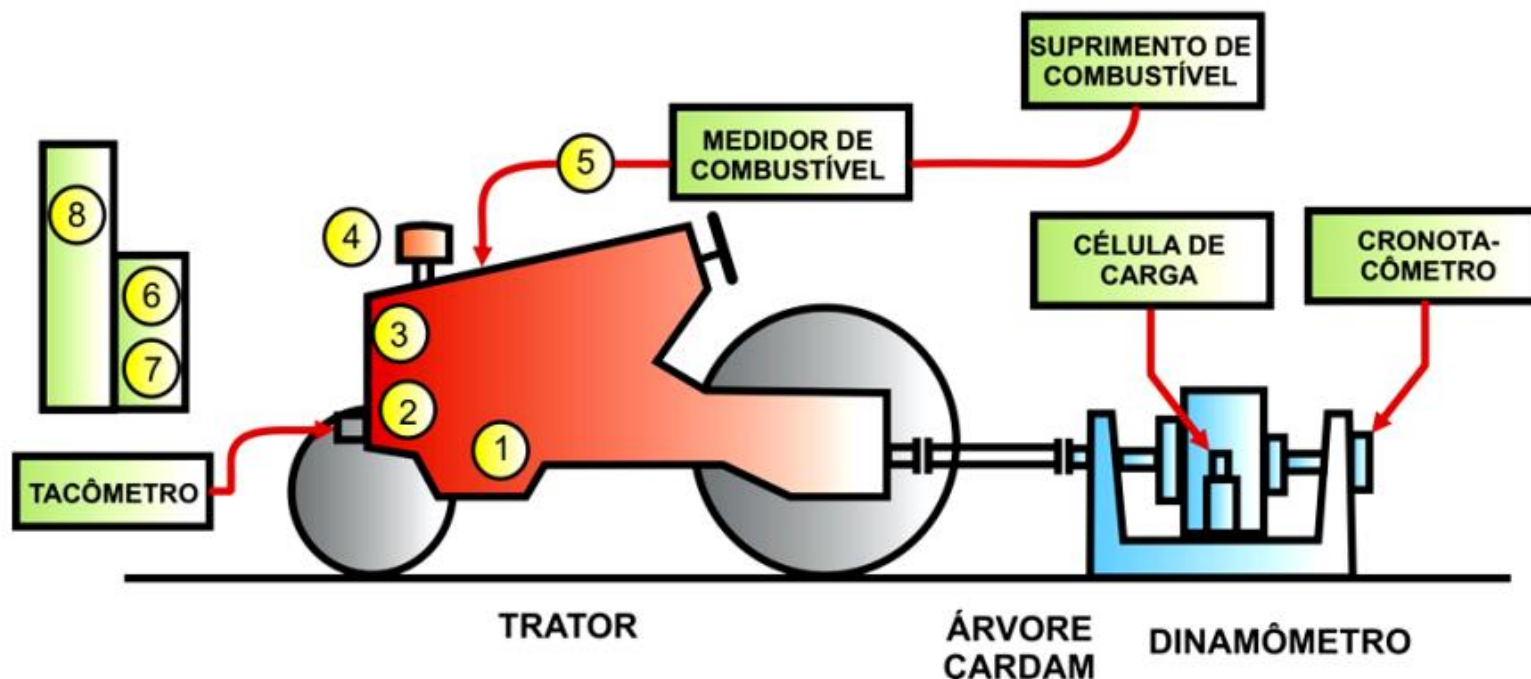
5 Temperatura do combustível

2 3 Temperaturas de entrada e saída da água de arrefecimento

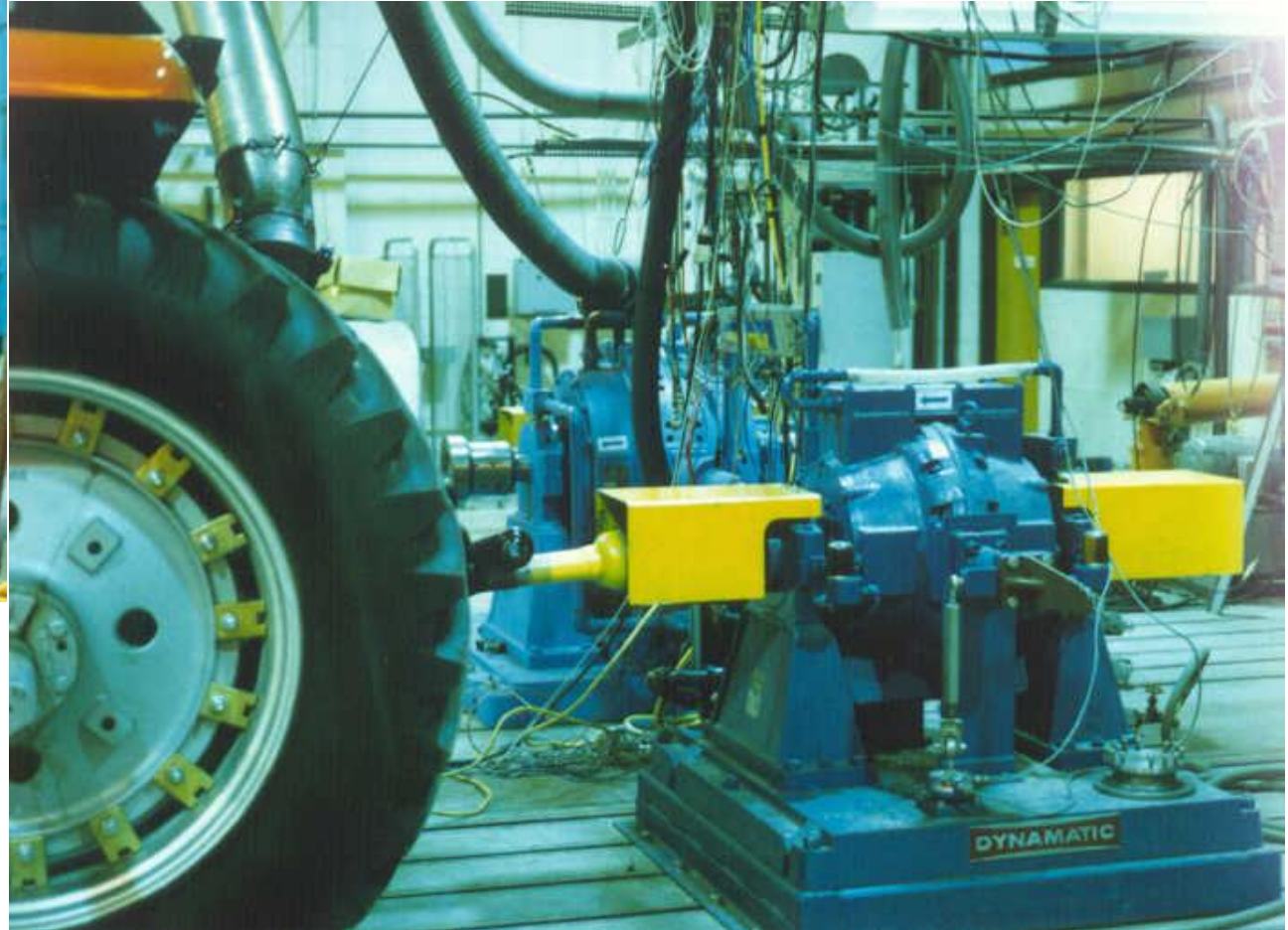
6 7 Temperatura dos termômetros de bulbos seco e úmido

4 Temperatura do ar de admissão

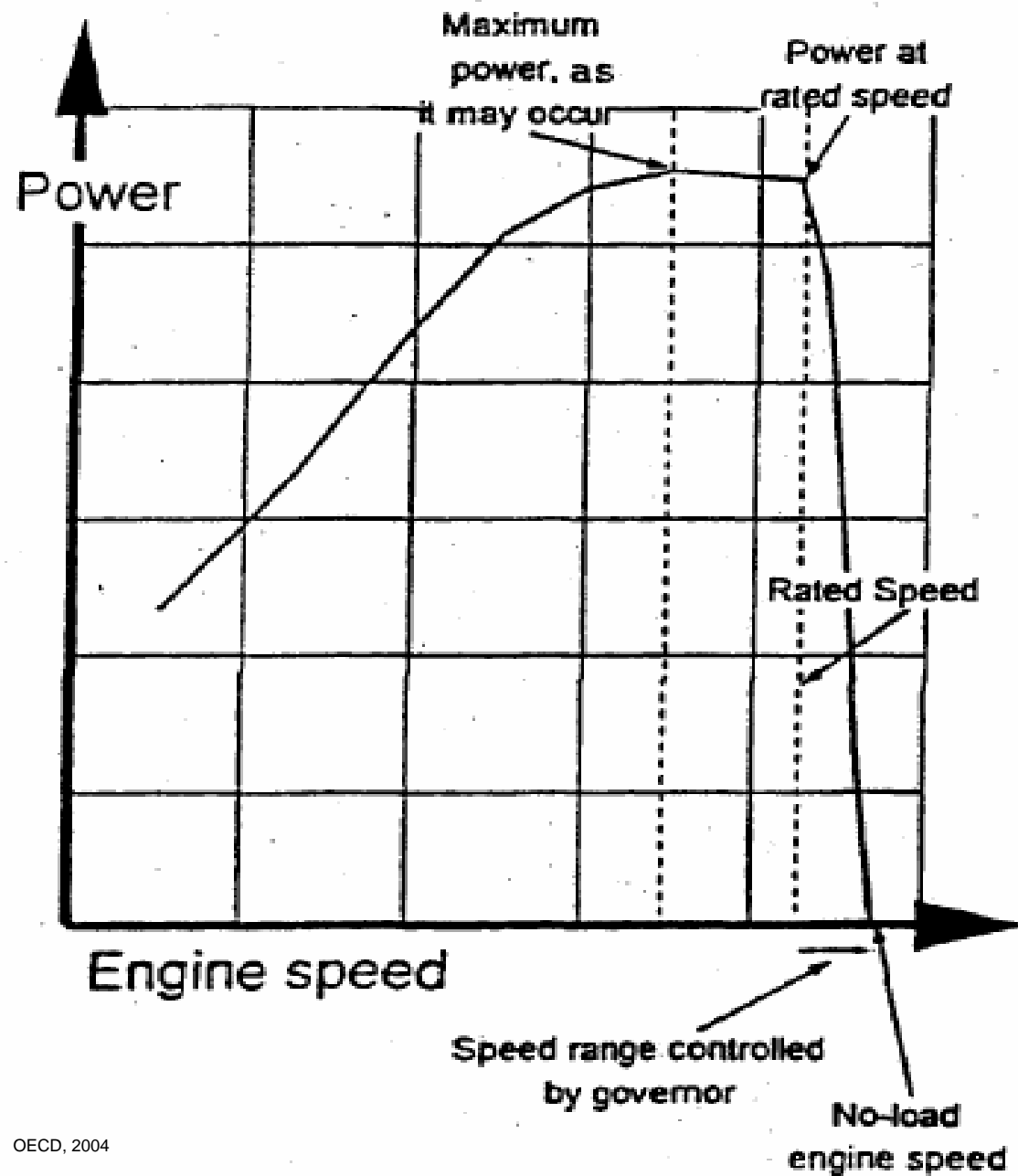
8 Barômetro



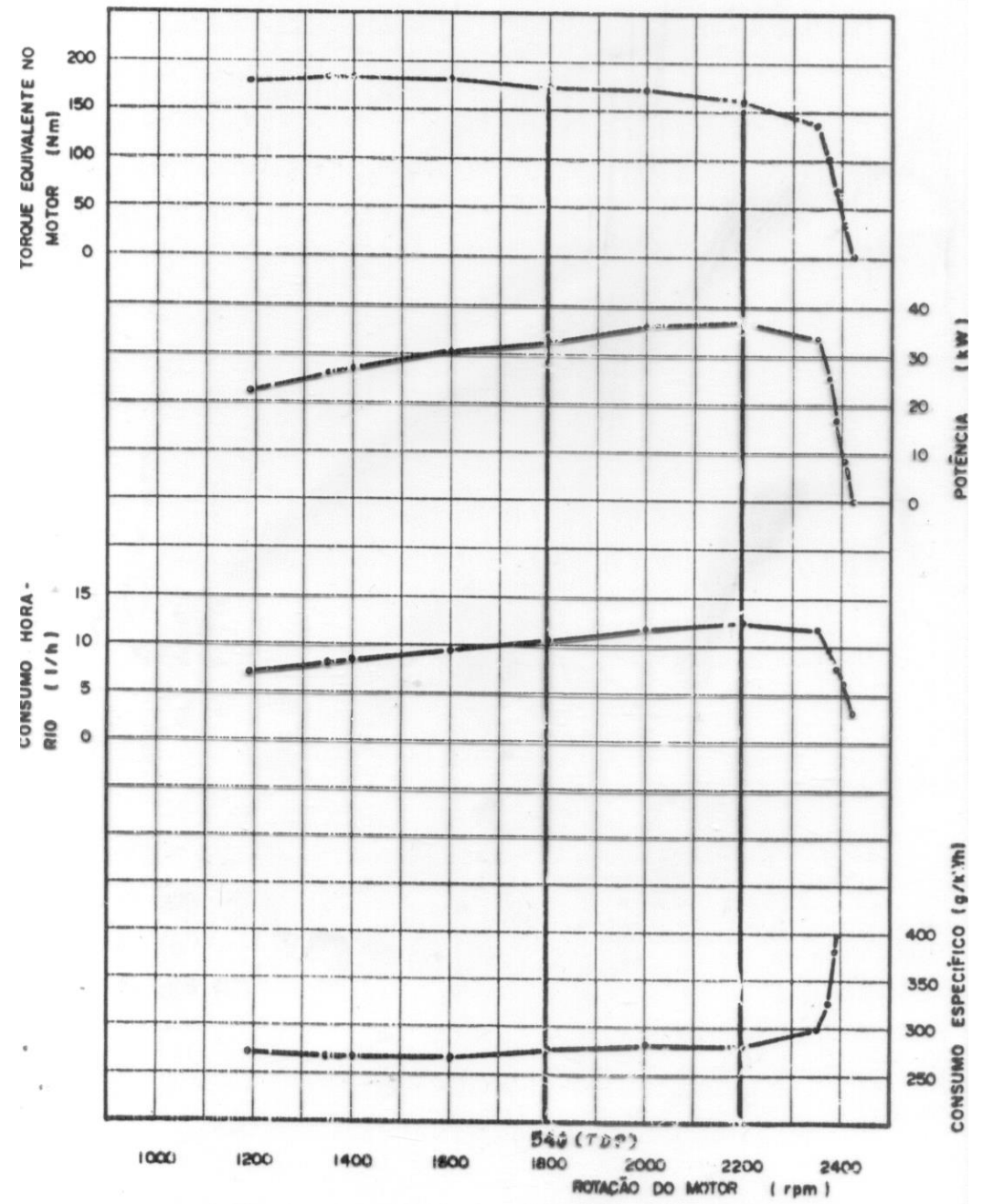
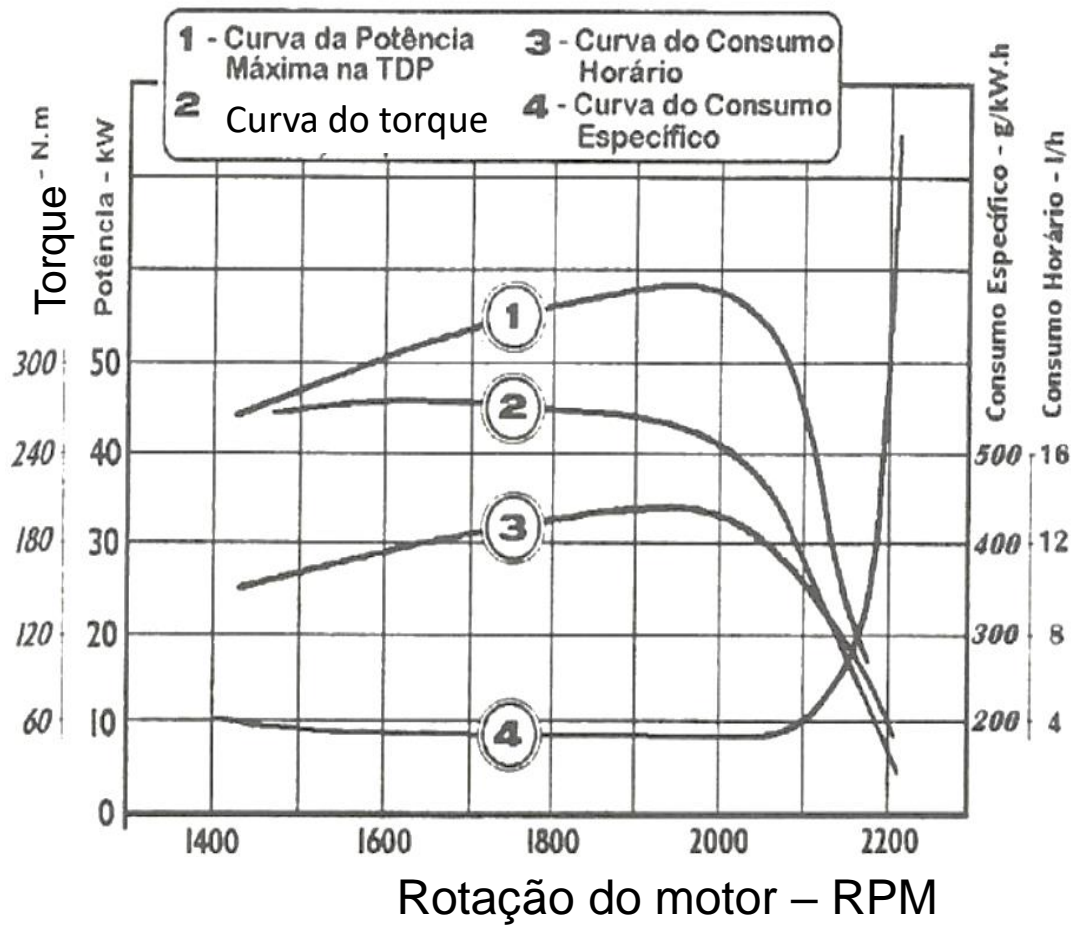
## Tractor Test Lab, Universidade de Nebraska - Lincoln







OECD, 2004

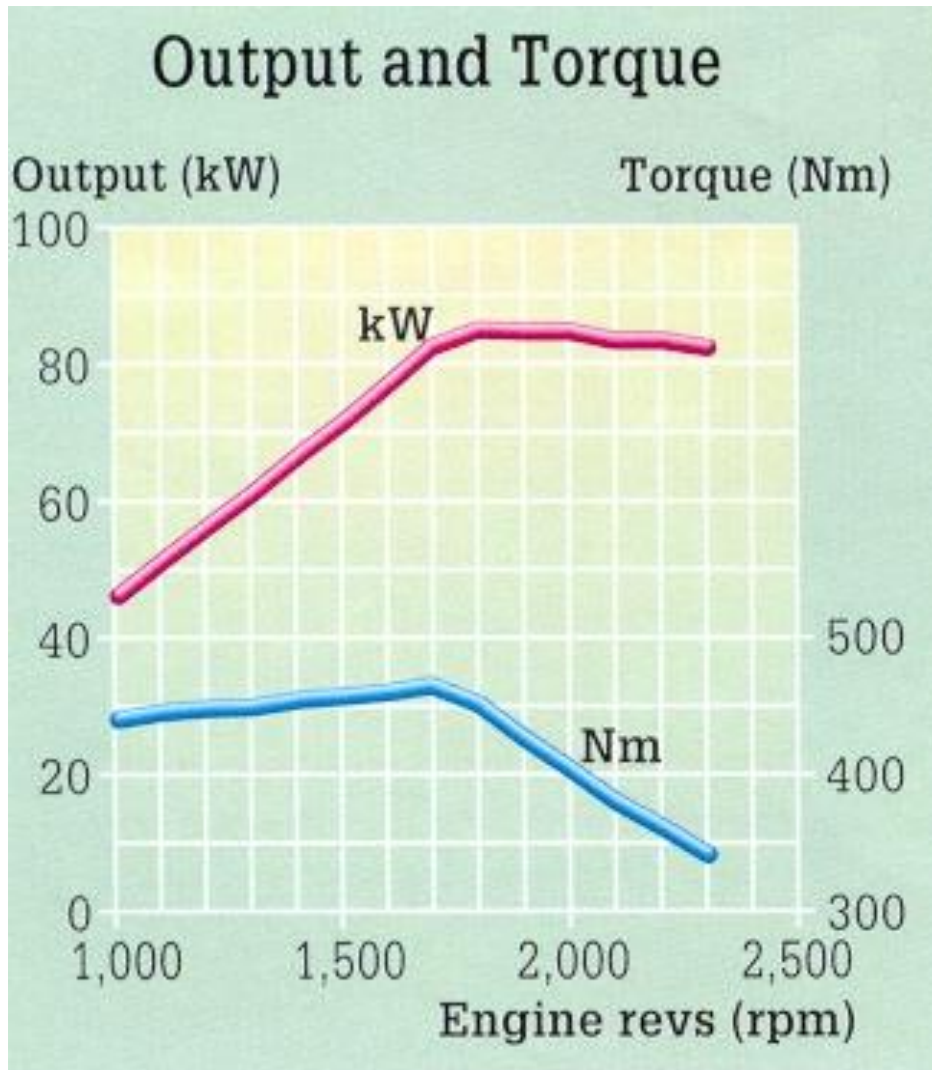


# Desempenho do motor: TDP

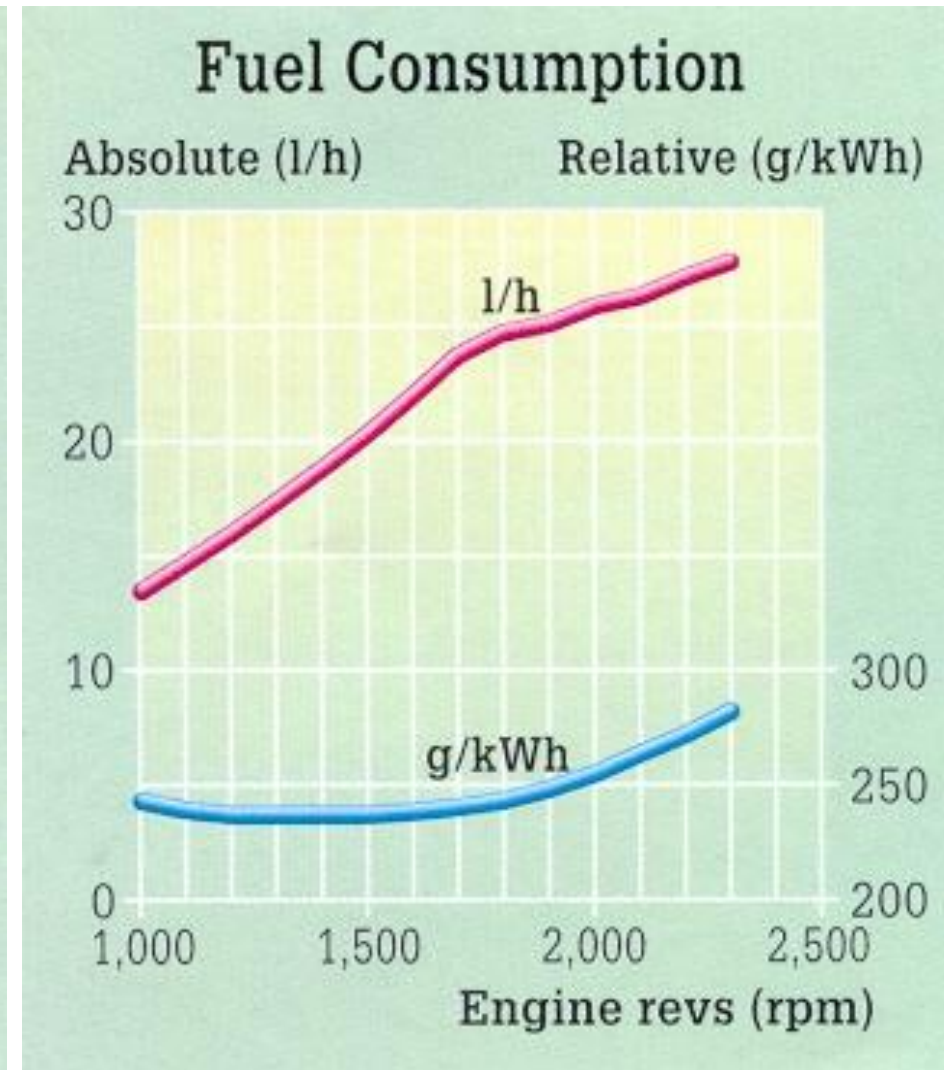
- **Consumo Horário ( $C_h$ ):** em relação ao tempo, mensurado por instrumentos que compõem a bancada dinamométrica. Pode ser expresso em  $\text{kg h}^{-1}$  ou  $\text{L h}^{-1}$ 
  - Cuidados com a mensuração volumétrica, pois a densidade é alterada com a temperatura – necessário registrar ambas
- **Consumo Específico ( $C_e$ ):** em relação ao trabalho desenvolvido, obtido pela relação entre o consumo horário e a potência desenvolvida. Expresso em  $\text{g kWh}^{-1}$

$$C_e = \frac{C_h * 1000}{H}$$

H = Potência, kW



Profi



Profi

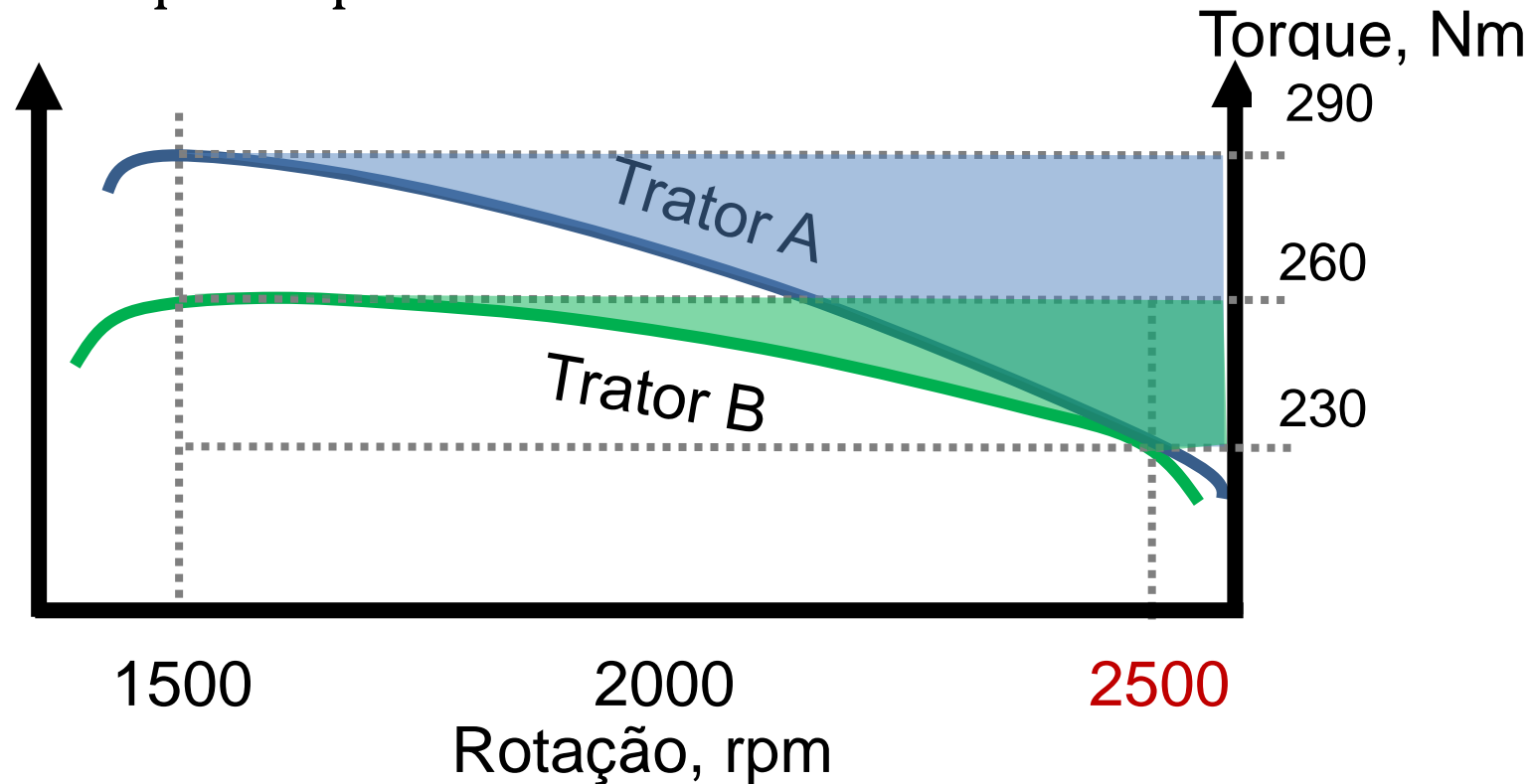
# Reserva de torque → suportar carga momentânea

$R_T$  = reserva de torque

$T_{max}$  = torque máximo

$TP_{max}$  = torque na potência máxima

$$R_T = \left( \frac{T_{max} - TP_{max}}{TP_{max}} \right) * 100$$



$$R_{TA} = 26\%$$

$$\left( \frac{290 - 230}{230} \right) * 100$$

$$R_{TB} = 13\%$$

$$\left( \frac{260 - 230}{230} \right) * 100$$

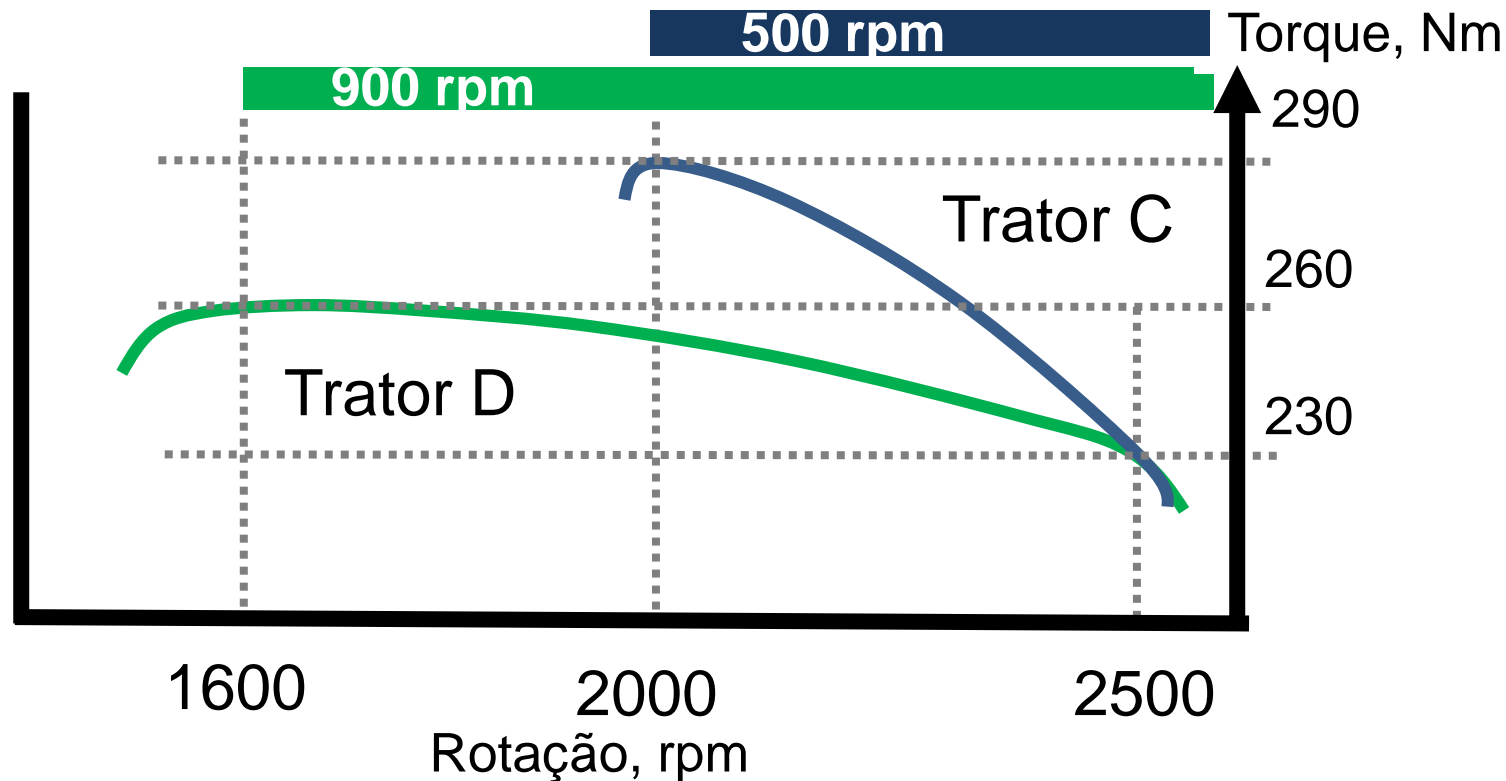
# Reserva de rotação → flexibilidade em operações leves

$R_R$  = reserva de rotação

$RP_{max}$  = rotação de potência máxima

$RT_{max}$  = rotação de torque máximo

$$R_R = \left( \frac{RP_{max} - RT_{max}}{RT_{max}} \right) * 100$$



$$R_{RC} = 25\%$$

$$\left( \frac{2500 - 2000}{2000} \right) * 100$$

$$R_{RD} = 56\%$$

$$\left( \frac{2500 - 1600}{1600} \right) * 100$$

# Pontos Importantes (para LER!)

- O desempenho do motor é obtido por meio de mensurações realizadas na TDP.
- Além da rotação e da força, mensurada pelo dinamômetro, são determinados o consumo de combustível e as temperaturas.
- Medidas são realizadas em diversos regimes de operação, permitindo caracterizar a potência, torque e consumo simulando condições de uso em campo.
- Além dos parâmetros básicos é possível inferir sobre comportamento quando em regime variável de cargas: reserva de torque e reserva de rotação.

# Desempenho de Tratores

## 1. Características dimensionais e ponderais

Tomada de medidas

Cálculo do centro de gravidade

## 2. Desempenho do Motor

Avaliação na tomada-de-potência

## 3. Desempenho do Conjunto

Avaliação em ensaios de pista

## 4. Sistema Hidráulico

4. Força de Levantamento

5. Potência Hidráulica

## 5. Desempenho em Solo

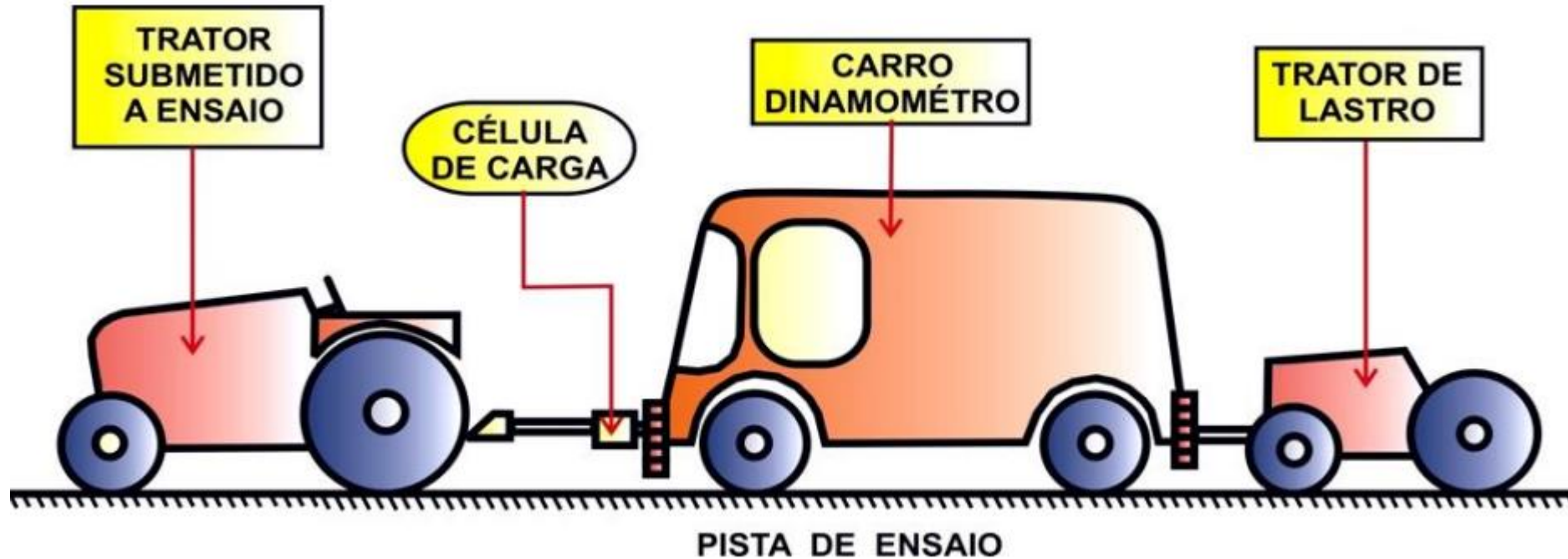
## 6. Exemplos de Resultados



# Desempenho do conjunto: barra de tração

- Pista de concreto ou asfalto plana e sem remendos;
- Pneus novos;
- Linha de tração horizontal, respeitando limites de dirigibilidade;
- Testes com e sem lastragem de acordo com o especificado pelo fabricante e pressão de pneus segundo fabricante dos pneus;
- **Limite de patinagem** para tratores de rodas **15%**
- Marchas no intervalo entre 2,5 e 17 km h<sup>-1</sup>
  - Em cada marcha, combinação de velocidade e torque que gere a maior potência

# Desempenho do conjunto: barra de tração



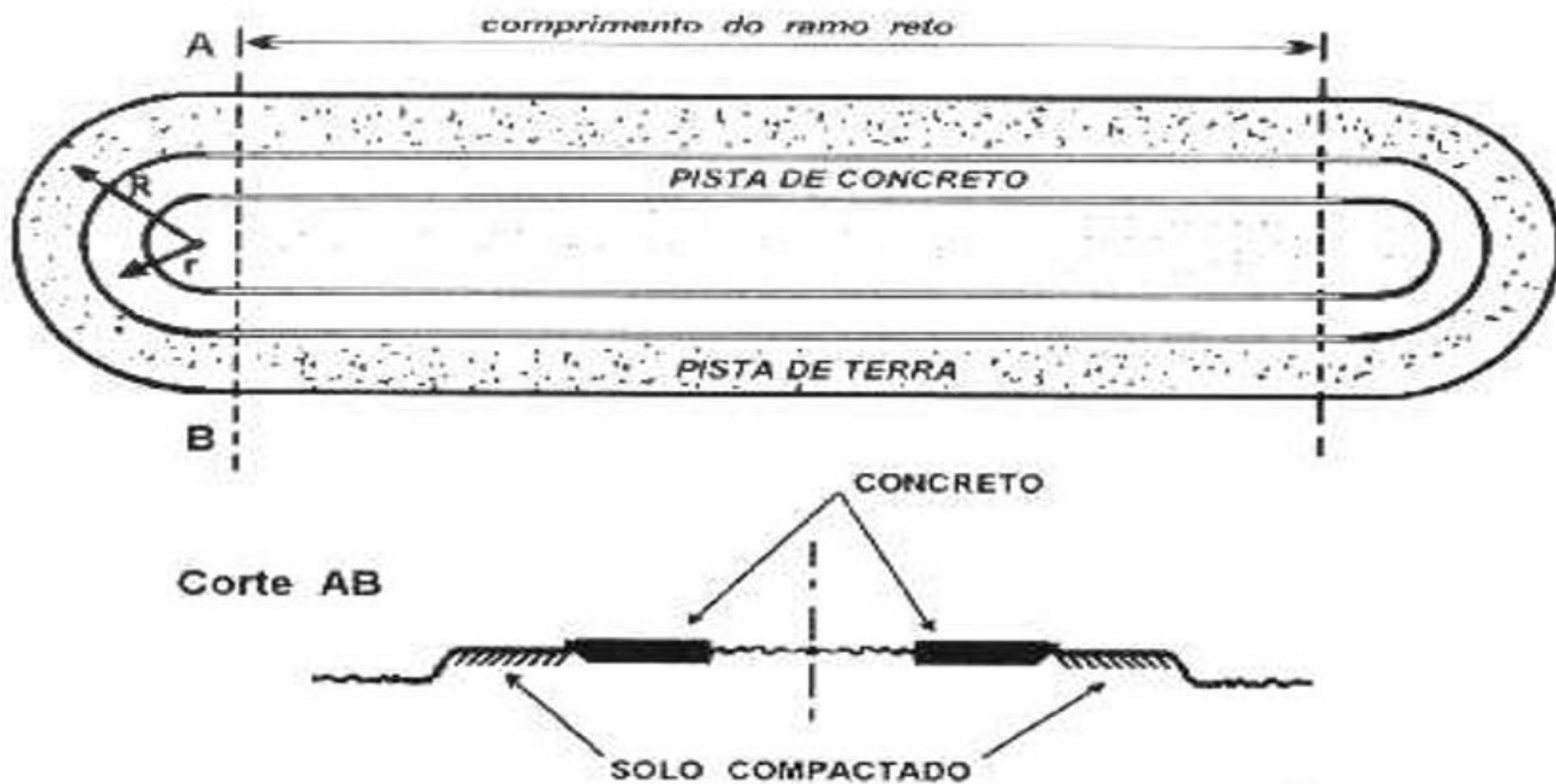
- Rotação do motor
- Força de tração
- Velocidade
- Patinagem
- Consumo de combustível

- Temperaturas:
- combustível
  - óleo lubrificante
  - fluido de arrefecimento
- Condições atmosféricas



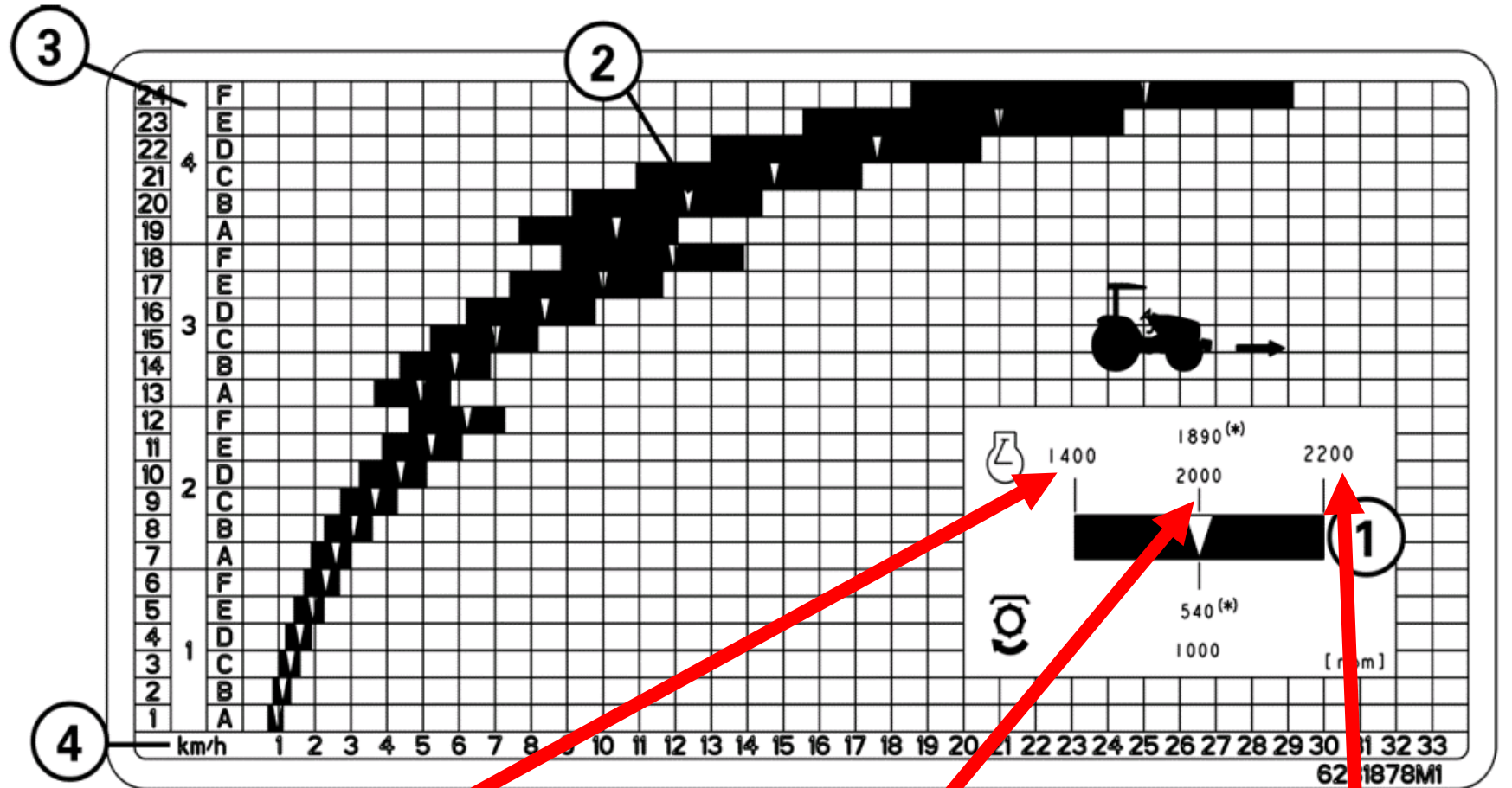
Nebraska Tractor Test Lab





# Desempenho do conjunto: barra de tração

São avaliadas as diferentes marchas, com cargas crescentes e máxima aceleração

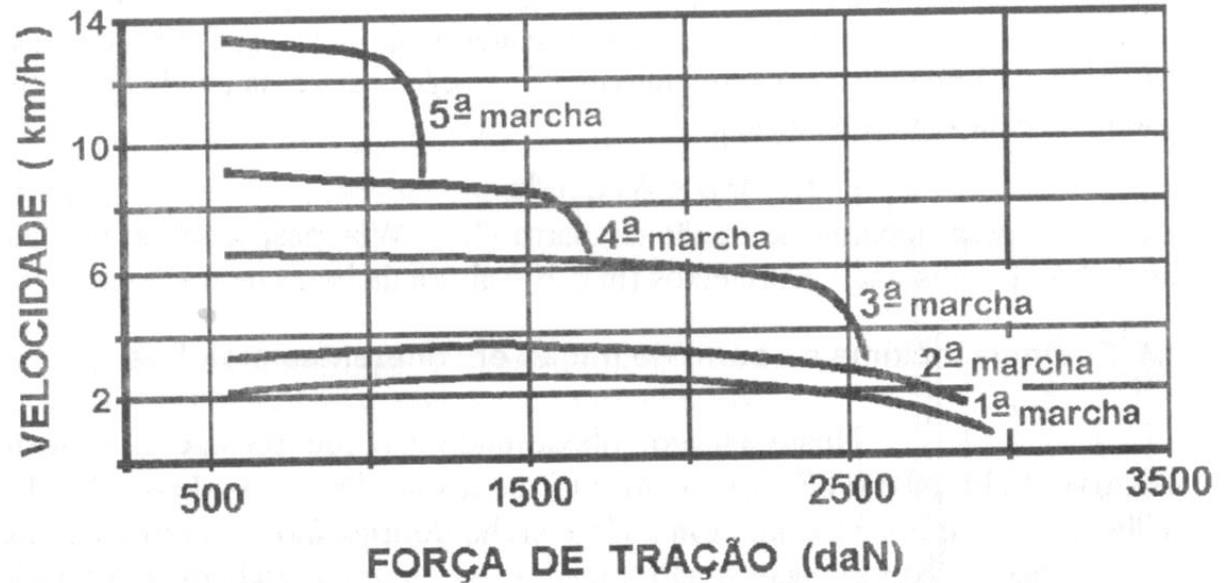
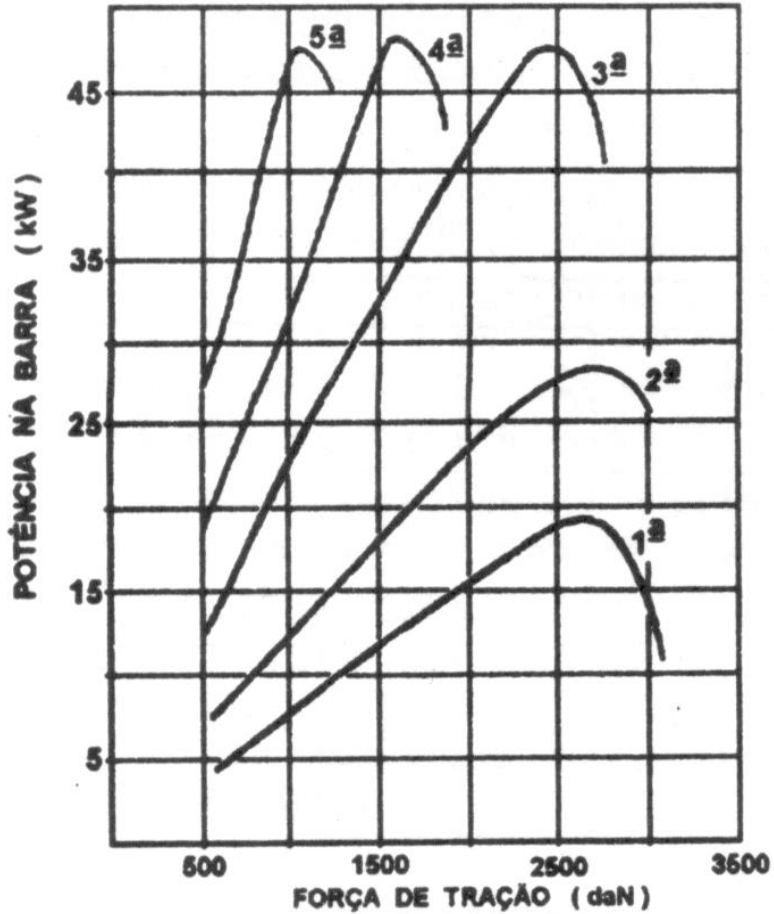


Rot. Torque máximo

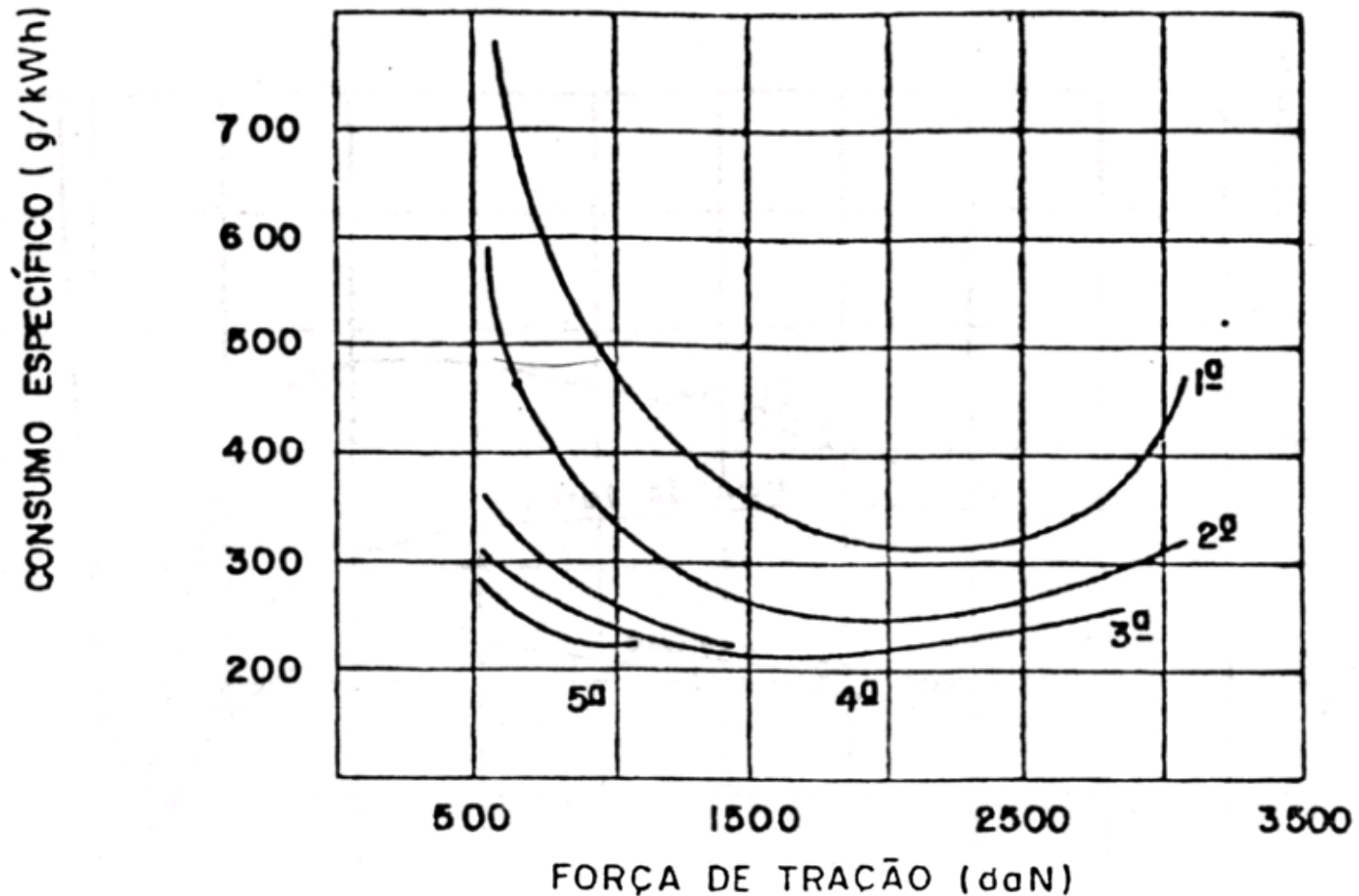
Rot. Nominal TDP

Rot. Potência máxima

# Desempenho do conjunto: barra de tração

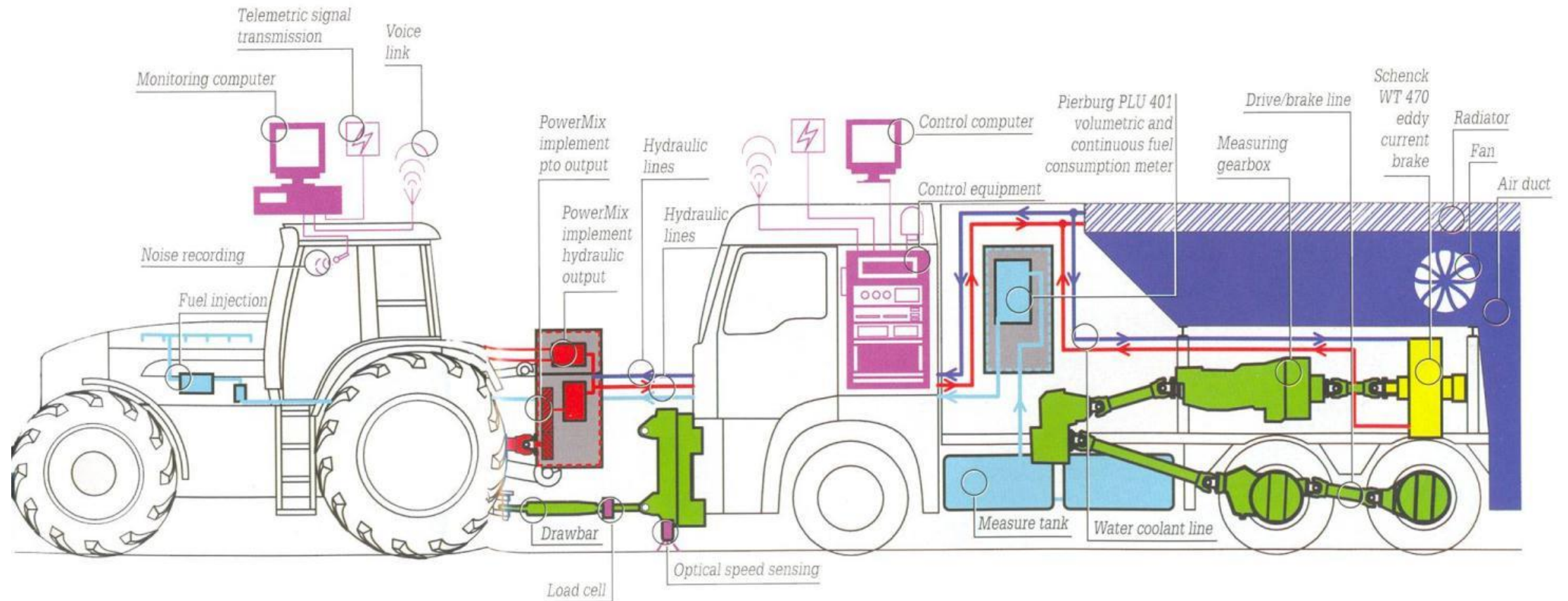


# Desempenho do conjunto: barra de tração





# DLG – Alemanha (Powermix)



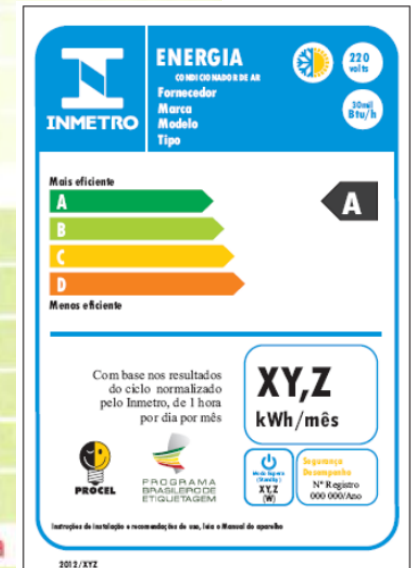
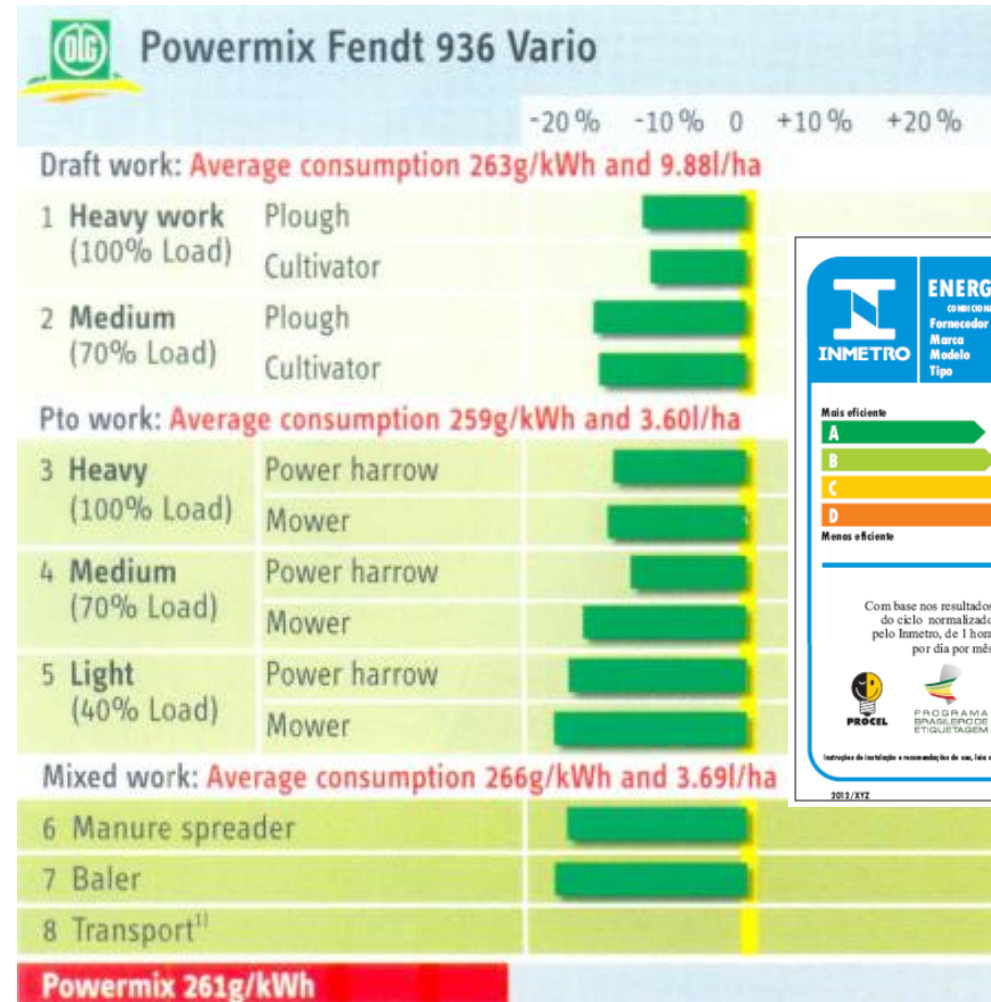
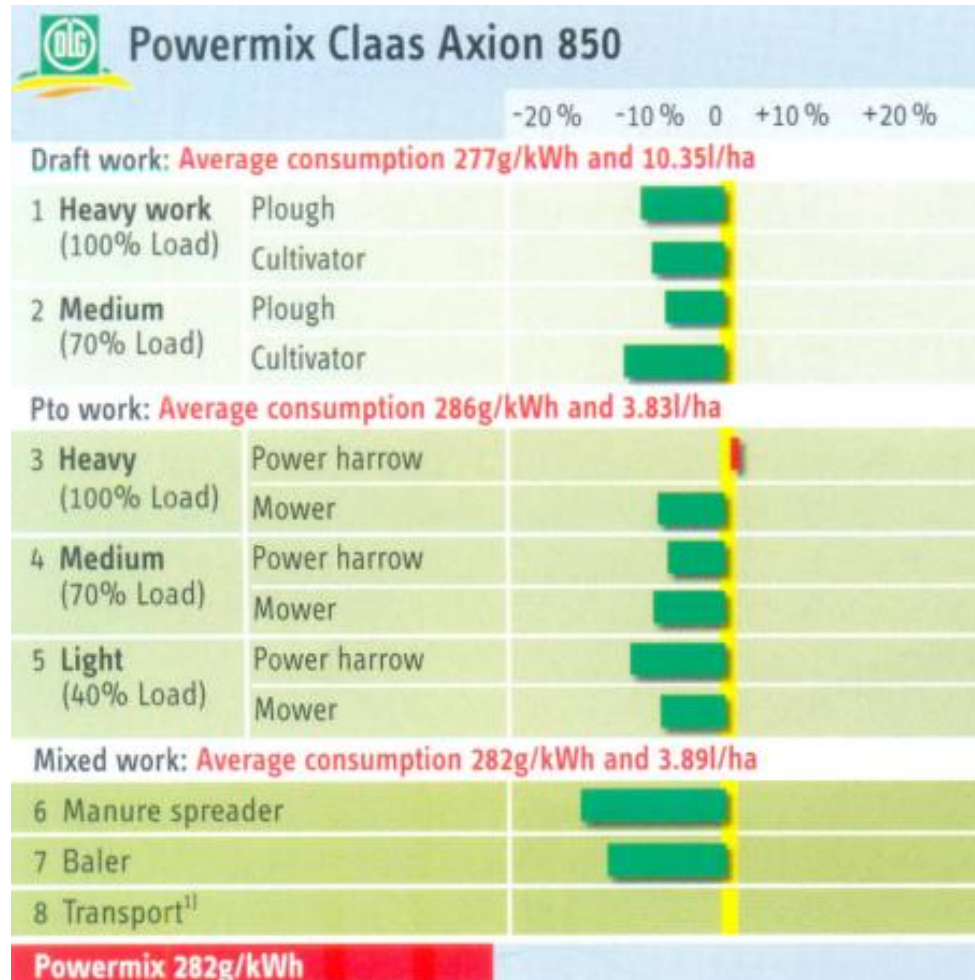
# DLG – Alemanha (Powermix)



Profi

# Comparativo de tratores dentro da população de todos já ensaiados nessa metodologia

Powermix parameter, obtained from the 21 tractors tested so far, is currently 305g/kWh.



Profi

# Taking the show indoors

Unpredictable weather and varying conditions outside – the joys of farming, eh – are just some of the reasons why we've tweaked our testing procedure with Powermix 2.0. To kick things off, we measured three tractors from Fendt, John Deere and New Holland ... to demonstrate exactly what has changed



*With the move to Powermix 2.0, all of the DLG measurements are carried out on the rolling road.*





*The dyno was supplied by Maha and is integrated into the rolling road design.*

Profi, 05/2018

# Pontos Importantes (para LER!)

- A capacidade de disponibilizar força para tracionar equipamentos acoplados à barra de tração é de grande relevância nos tratores.
- A capacidade de realizar esforço em tração depende tanto de características do trator como da condição do terreno.
- Em função da disponibilidade de relações de transmissão na caixa de mudança de marchas podem haver pontos em que não se encontre uma combinação para aproveitar a potência e torque do trator.
- Tipos e ajustes dos rodados e do lastro, além do tipo do trator influenciam a capacidade de tração.
- As avaliações realizadas em pista permitem inferir sobre o desempenho em tração, mas o desempenho em solo é distinto.

# Desempenho de Tratores

1. Características dimensionais e ponderais  
Tomada de medidas  
Cálculo do centro de gravidade
2. Desempenho do Motor  
Avaliação na tomada-de-potência
3. Desempenho do Conjunto  
Avaliação em ensaios de pista
4. Sistema Hidráulico  
Força de Levantamento  
Potência Hidráulica
5. Desempenho em Solo  
Avaliação na condição de uso
6. Exemplos de Resultados

# Desempenho do sistema hidráulico

Temperatura do óleo hidráulico padronizada  
(65 +/- 5°C), ou mensurada continuamente

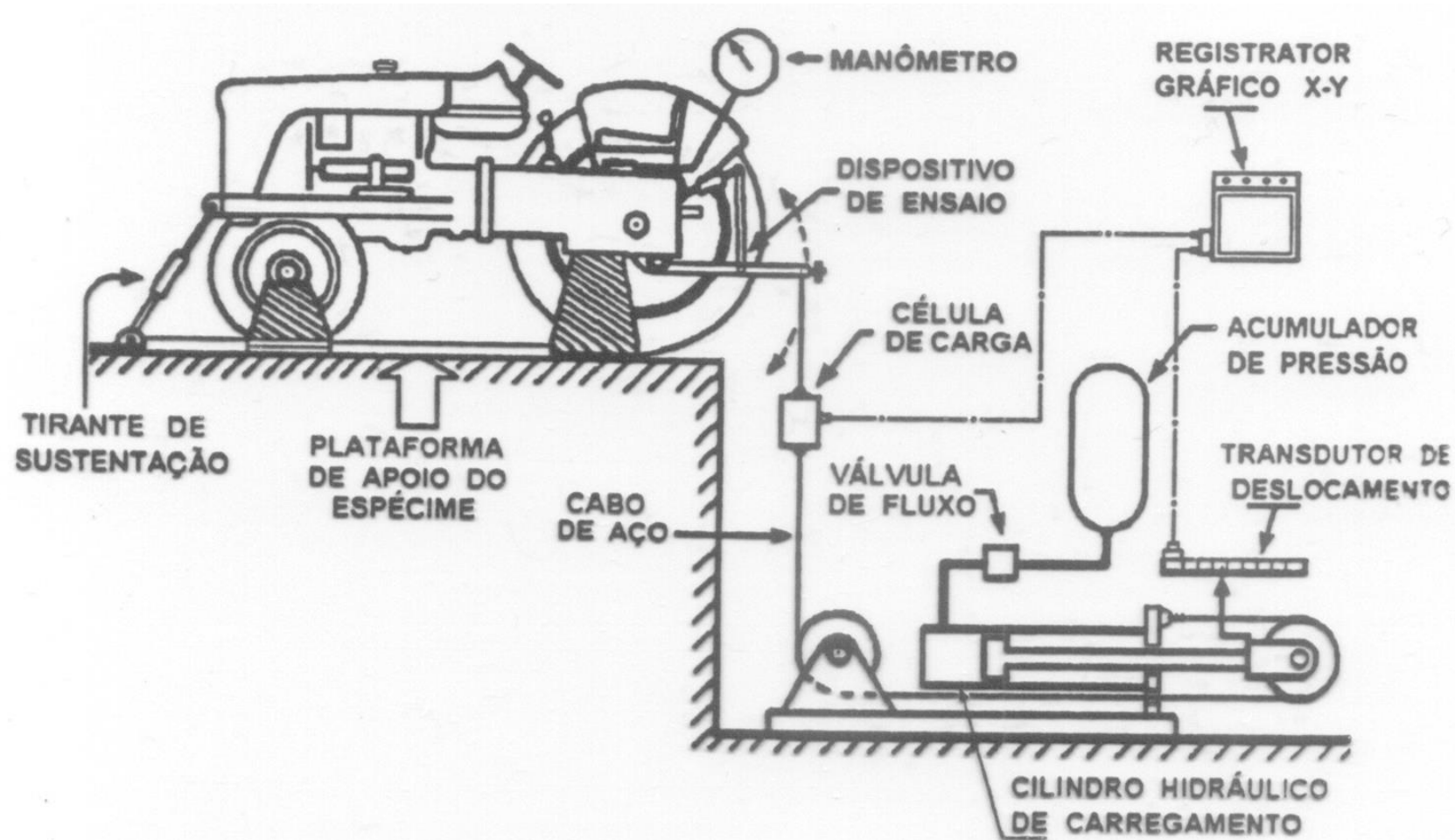
Força máxima no olhal braços inferiores

Força máxima a uma distância de 610 mm

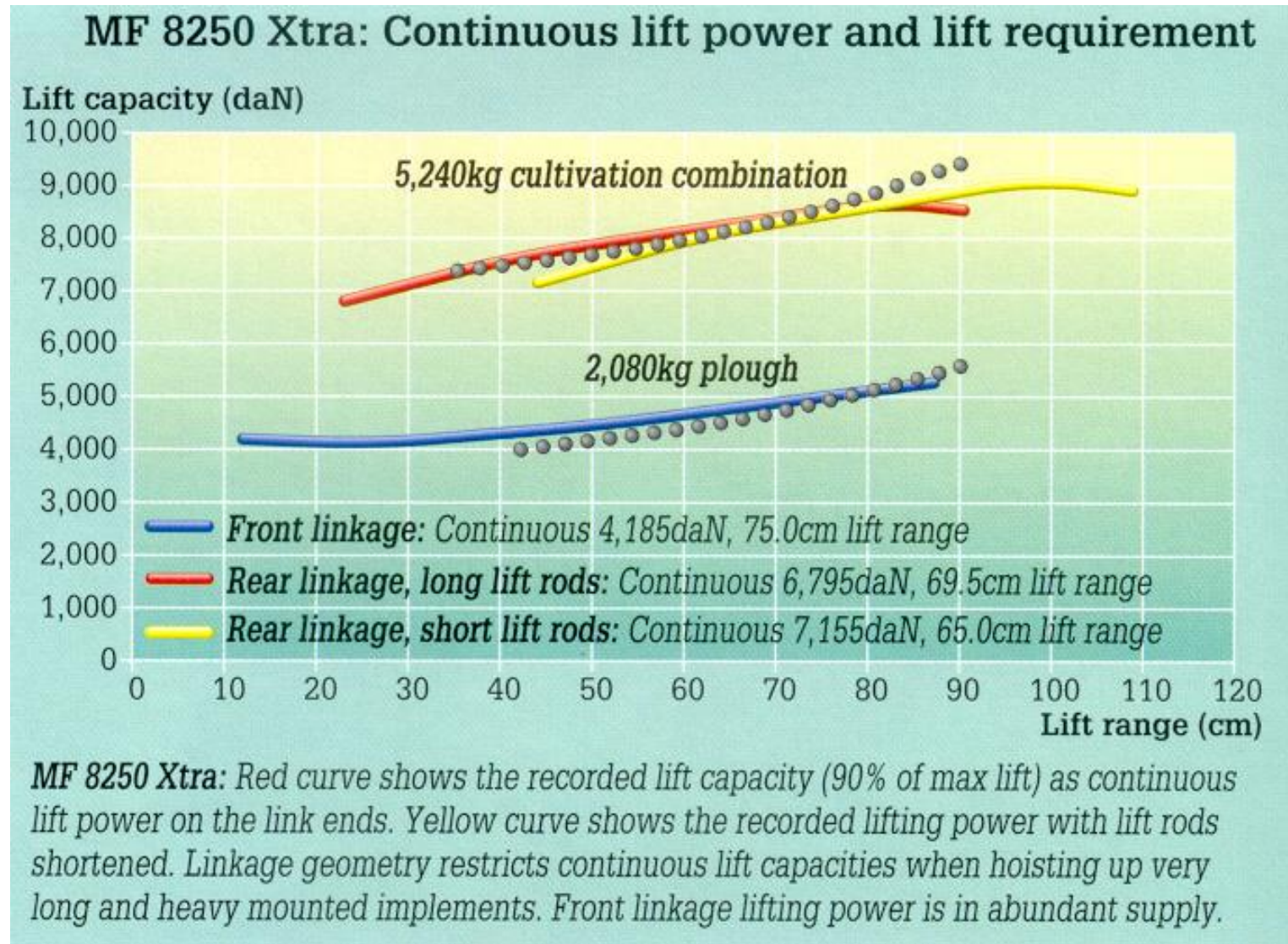
Potência máxima disponível na tomada hidráulica externa (VCR)



# Desempenho do sistema hidráulico - Força de levantamento

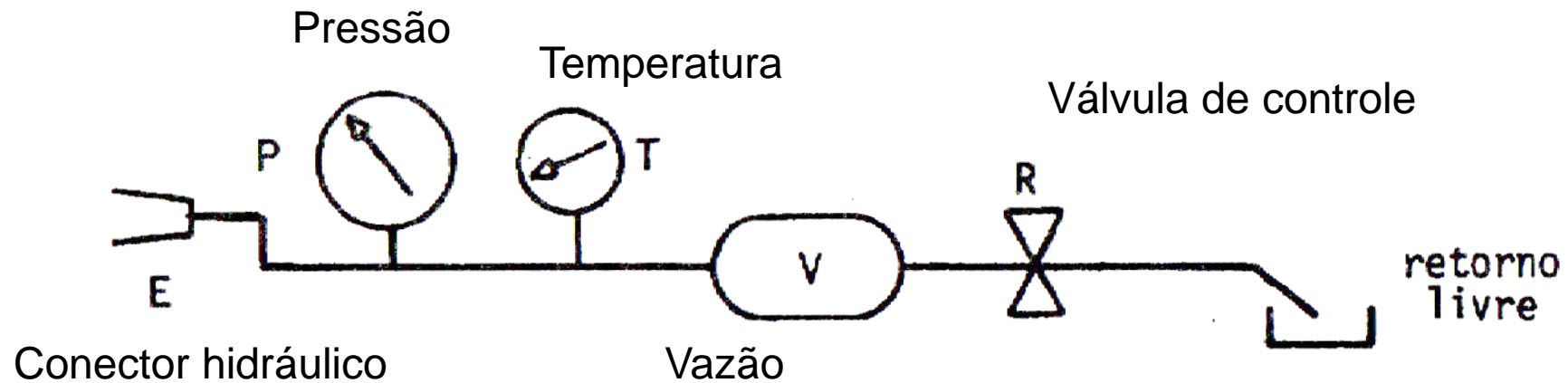


# Desempenho do sistema hidráulico - Força de levantamento



Profi

# Desempenho do sistema hidráulico – Potência hidráulica



$$N(W) = Q \left( \frac{m^3}{s} \right) * p (Pa)$$

Potência

Vazão

Pressão

# Pontos Importantes (para LER!)

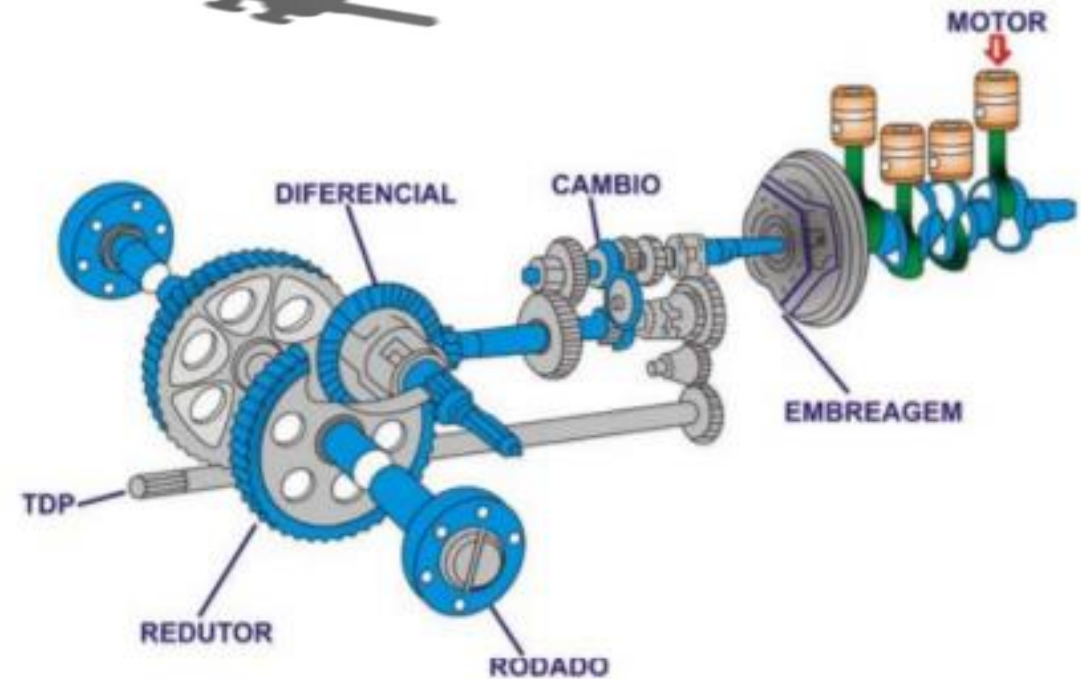
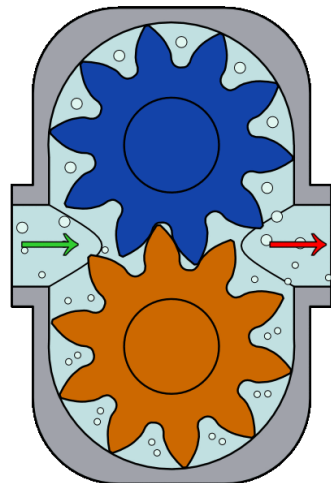
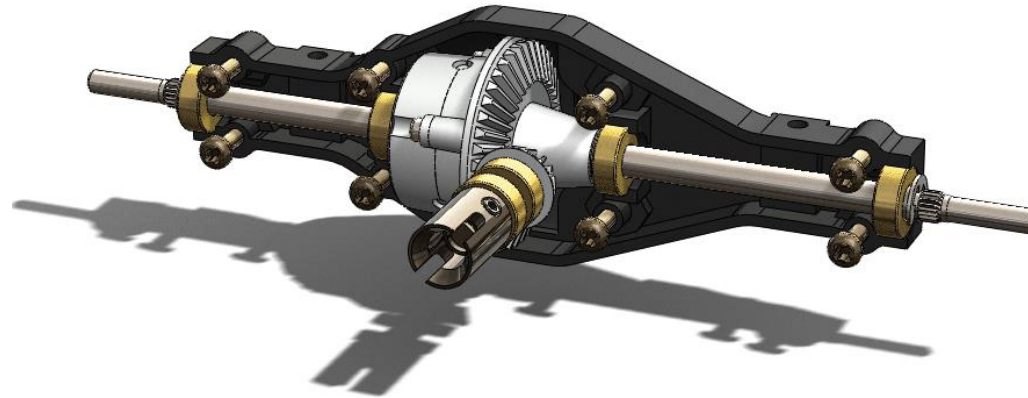
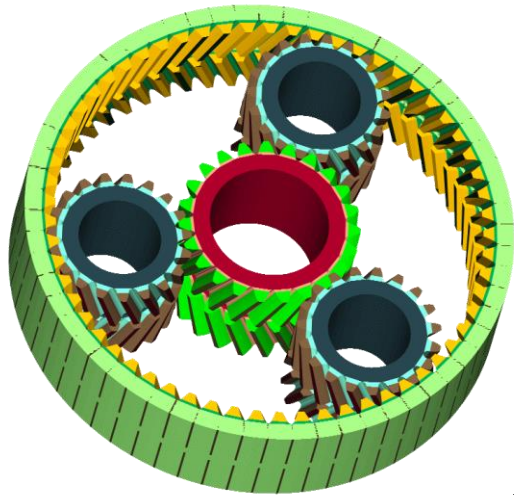
- O acoplamento ao sistema de três pontos requer que tratores tenham capacidade para suportar e posicionar o que está acoplado.
- A capacidade de levantar e as alturas são determinadas e permitem compreender se o trator é adequado para uso com os diversos equipamentos.
- A disponibilidade de potência para acionamento através do sistema hidráulico é caracterizada como uma combinação de pressão e vazão.
- Tratores que apresentam mais de uma tomada do sistema hidráulico devem ter as potências disponíveis caracterizadas para acionamento simultâneo.

# Desempenho de Tratores

1. Características dimensionais e ponderais  
Tomada de medidas  
Cálculo do centro de gravidade
2. Desempenho do Motor  
Avaliação na tomada-de-potência
3. Desempenho do Conjunto  
Avaliação em ensaios de pista
4. Sistema Hidráulico  
Força de Levantamento  
Potência Hidráulica
5. Desempenho em Solo
6. Exemplos de Resultados

# Rendimento em transmissões

80 a 98%

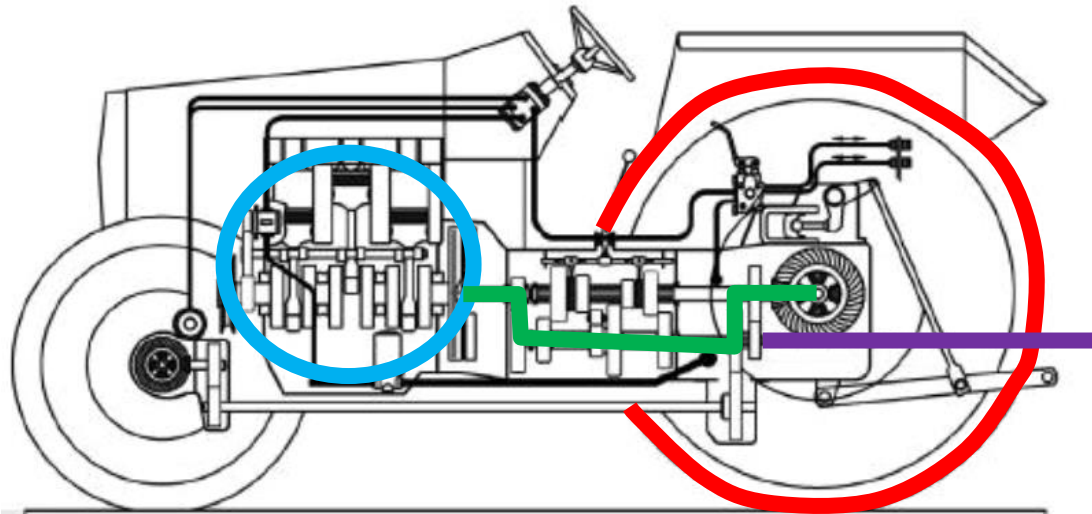


# Relações de importância

$$T_m * N_m * E_t = T_r * N_r \quad E_t = \frac{P_r}{P_m}$$

$$P_b = E_r * P_r \quad E_r = \frac{P_b}{P_r}$$

$$P_b = P_m * E_t * E_r$$



$T_m$  = Torque no motor

$T_r$  = Torque no rodado

$N_m$  = Rotação do motor

$N_r$  = Rotação do rodado

$E_t$  = Eficiência da transmissão

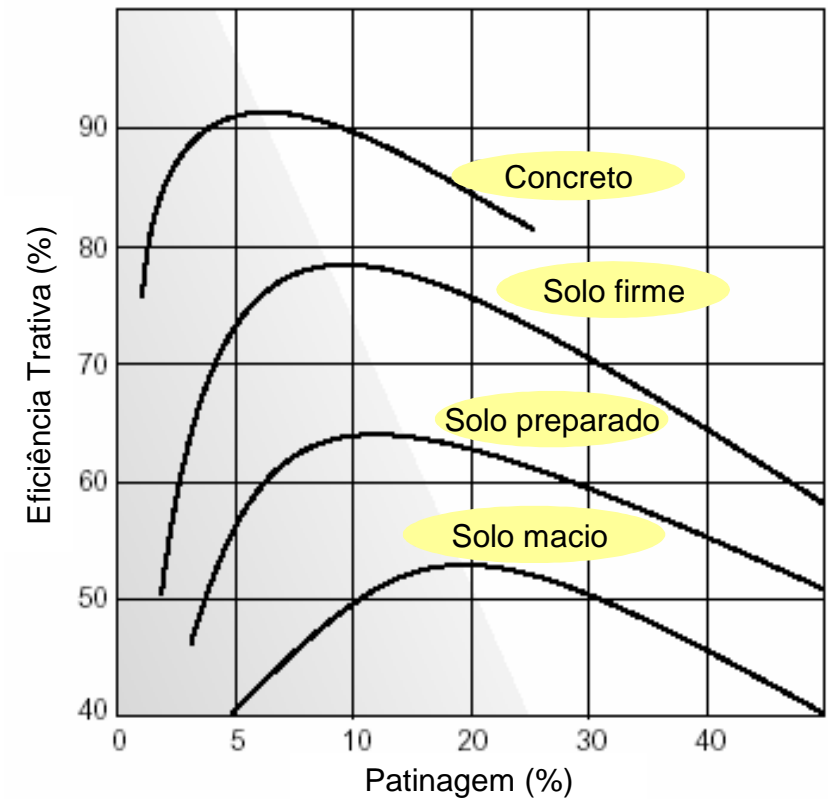
$E_r$  = Eficiência de tração rodado

$P_m$  = Potência no motor

$P_r$  = Potência no rodado

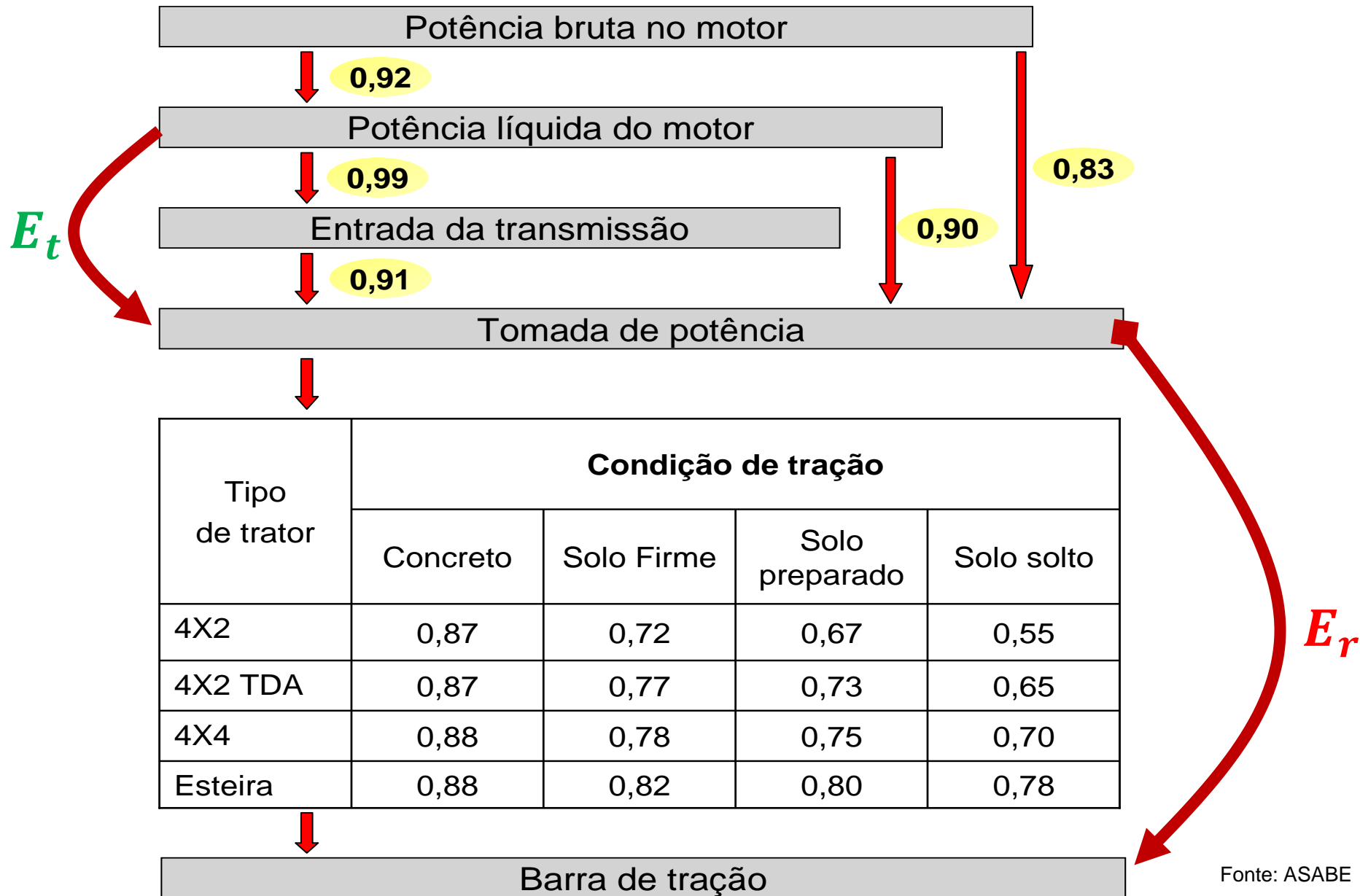
# Desempenho em solos

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



Restrição  
Resistência ao rolamento ← → Patinagem





Fonte: ASABE

# Desempenho de Tratores

1. Características dimensionais e ponderais  
Tomada de medidas  
Cálculo do centro de gravidade
2. Desempenho do Motor  
Avaliação na tomada-de-potência
3. Desempenho do Conjunto  
Avaliação em ensaios de pista
4. Sistema Hidráulico  
Força de Levantamento  
Potência Hidráulica
5. Desempenho em Solo
6. Exemplos de Resultados

# DLG – Code 2 (OCDE)

### Technical data

**Engine:** 110kW/126hp at 2,300rpm, watercooled four-cylinder StoDiesel engine, boosted up to 110kW/137hp in transport, 44CWA designation with common-rail injection technology, turbo-charger and an intercooler; 4.4-litre piston displacement; 220-litre fuel tank capacity

**Transmission:** 36F/36R speeds; four main gears and three ranges; electrohydraulic engagement, three-step semi-powershift transmission with automatic functions and powershuttle. Maximum travel speed of 40km/hr or 50km/hr; turbo clutch

**Brakes:** Wet and hydraulic disc brakes on rear wheels; accumulated hand brake, designed as park brake on shuttle lever; optional air system

**Electrics:** 12V, one battery of 170amps, 120amp alternator; 3.0kW/4.1hp starter motor

**Linkage:** Cat. II, ELC with draft link control and shock absorption (slip control option)

**Hydraulics:** Gear pump, 73 litres/min, 190 bar, two double-acting spools (max of four). Available oil for external use is 10 litres (max 40 litres)

**Pto:** 540/1,000 or 540/1400 or 540E(1,000), optional ground-speed pto. 1.3/10in, 23 or six splines, dry stub change

**Axles and running gear:** Planetary axle with multi-plate differential lock; electrohydraulic engagement of 4WD and diff lock; S20/40R26 front tyres and 450/60R38 rear tyres in best

**Service and maintenance:** 13 litres of engine oil (300-hour intervals); 55 litres of gearbox and hydraulic oil (1,000 hours); 22-litre cooling system

**Price:** €44,290 for base HiTech model, excl. VAT. Tested options include front linkage/pto (€4,700), front axle suspension (€2,300) and air brakes (€1,500). There is no charge for 50km/hr max travel capability, although in this instance front axle suspension and air brakes are a 'must'

### The test results

**Engine:** 0

Performance characteristics: 2.2  
 Fuel economy: 3.2  
 Drawbar power: 3.5  
 Strong power curve, average fuel economy. Consumption at rated speed is within 5%ish.

**Transmission:** 0

Gear spacing: 3.1  
 Shifting/functions: 2.5  
 Clutch/throttle: 2.4  
 Pto: 3.4  
 Silky smooth ratio changes, decent speed band and useful automatic functions. Only the three powershift steps. Main downgrade arises from offering just the two standard pto speeds.

**Axles and running gear:** +

Steering: 2.7  
 Four-wheel drive and diff: 2.1  
 Hand/foot brake: 1.9  
 Front-axle suspension: 2.0/0.6  
 Wheel and payload: 2.9  
 Average turning radius for wide tyres (front's test machine; optional front axle suspension system; suspended cab will be available in 2007. Practical automatic systems for four-wheel drive and other aspects of machine management.

**Linkage/hydraulics:** +/0

Lift power at lift height: 1.3  
 Operation: 2.9  
 Hydraulic output: 3.4  
 Spool valves: 3.5  
 Hydraulic couplers: 2.8  
 Muscular lift capacities, but lift power peaks in lower regions of the arc. Rear linkage is average. Average hydraulic system for this spec, swash plate pump is only fitted on the Advance series.

**Cab:** +

Spate and comfort: 2.4  
 Visibility: 2.0  
 Heating/ventilation: 2.0  
 Noise level: 2.4  
 Electrical system: 2.0  
 Build quality: 2.0  
 Maintenance: 2.3  
 Clear access, ample space and all-round operator visibility. Footwell heating is a welcome feature. Ergonomics and design could do with an update.

**Ability:** - - - 0 + ++

Basic standards: - - - 0 + ++  
 Average standards: - - - 0 + ++  
 High standards: - - - 0 + ++  
 Field work: - - - 0 + ++  
 Grassland work: - - - 0 + ++  
 Transport work: - - - 0 + ++  
 Loader work: - - - 0 + ++

**Price:** low High  
 €32,000 to €35,000  
 Typical farmer buying price after discount and VAT for base specification Valtra N121 HiTech.

**Grading system:** 0 average  
 ++ very good - - - poor  
 + good - - - below average

### Results from the test station

**Pto output:**  
 Maximum (at 1,900rpm): 85.4kW  
 At rated speed (2,300rpm): 79.1kW

**Fuel consumption: (gts at work)**  
 Specific at max output: 253g/kWh  
 Specific at rated speed: 288g/kWh  
 Absolute max/at rated speed: 25.8/26.9l/hr

**Torque:**  
 Max: 446Nm (1,300rpm)  
 Torque rise: 43.4%  
 Engine speed drop: 40.9%  
 Start-off torque: 143%

**Transmission:**  
 No. of gears in 4-12km/hr range: 36

**Rear lift: (90% of max oil pressure, 190 bar)**  
 Bottom/middle/top: 4,449/4,130/4,095daN  
 Lift range under load: 70.6cm (20.0 to 90.6cm)

**Front lift: (90% of max oil pressure, 190 bar)**  
 Bottom/middle/top: 2,590/2,075/1,446daN  
 Lift range under load: 71.3cm (14.2 to 85.5cm)

**Hydraulic output:**  
 Operating pressure: 197 bar  
 Max flow: 76.6l/min  
 Max output: 20.9kW (73.8l/min, 190 bar)

**Drawbar power:**  
 Max (1,800rpm): 72.0kW (280g/kWh)  
 At rated speed: 69.1kW (333g/kWh)

**Noise level: (Under load, driver's ear)**  
 Cab closed/open: 74.3/82.6dB(A)

**Braking:**  
 Maximum deceleration: 5.4m/s²  
 Predicted: 50daN

**Turning circle:**  
 4WD disengaged: 13.05m  
 4WD engaged: 12.75m

**Dimensions and weights:**  
 Front axle/rear axle: 2,610kg/3,350kg  
 Inladen weight/GVWR: 5,960kg/8,000kg  
 Payload: 3,040kg  
 Power-weight ratio: 41kg/kW  
 Wheelbase: 258.5cm  
 Track width front/rear: 182/185cm  
 Ground clearance (without front linkage): 54.0cm

### Fuel economy at typical performance

Working areas	Output	Speed	g/kWh	l/hr
Standard speed pto 540rpm	100%	1.874	248	25.5
Economy speed pto 540rpm	100%	-	-	-
Standard speed pto 1,000rpm	100%	2.008	261	26.8
Economy pto 1,000rpm	100%	-	-	-
Engine in top speed range	80%	max	310	23.3
High output	80%	90%	245	18.3
Transport work	40%	90%	328	12.3
Low output, 1/2 speed	40%	80%	245	18.0
High output, 1/2 speed	80%	60%	244	14.0

### Output and Torque

### Fuel Consumption

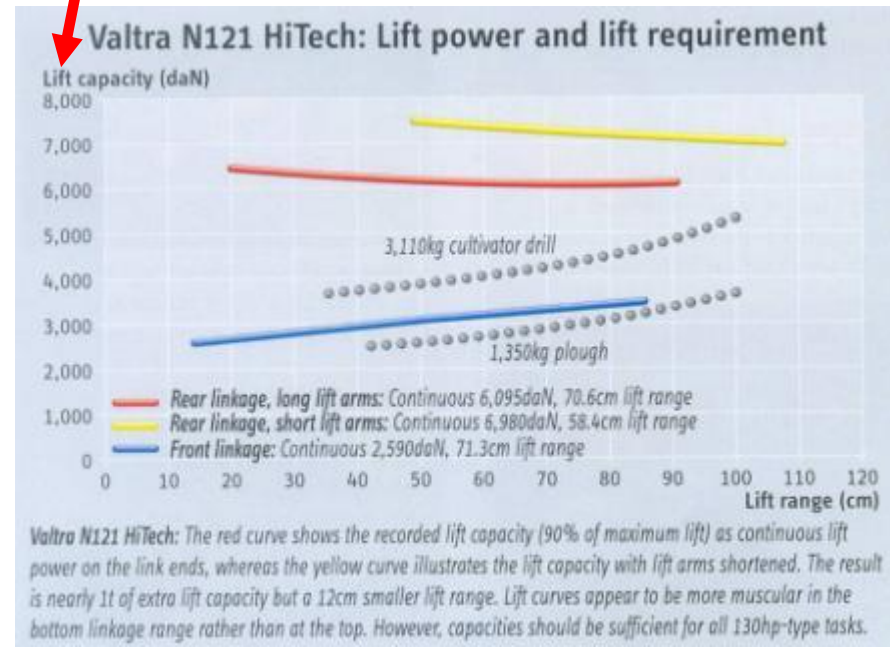
Dados técnicos disponibilizados pelo fabricante

Resultados do ensaio

Desempenho do motor

Avaliação de itens importantes feita pela equipe técnica do Centro de Ensaio

Desempenho do sistema hidráulico



# Exercício

Qual a força disponível na barra de tração de um trator 4x2 TDA de 150 cv para tracionar um equipamento de preparo do solo a  $5 \text{ km h}^{-1}$ , em terreno firme? ( $1 \text{ cv} = 735 \text{ W}$ )

Considerar  $E_t = 90\%$  e  $E_r = 77\%$  ( $E_t$  eficiência da transmissão,  $E_r$  eficiência do rodado)

- Velocidade:  $5 \text{ km h}^{-1} \div 3,6 = 1,39 \text{ m s}^{-1}$
- Potência na TDP =  $150 * 0,735 = 110,25 \text{ kW} * 0,9 \rightarrow 99,22 \text{ kW}$
- Potência na barra =  $99,22 * 0,77 \rightarrow 76,40 \text{ kW}$
- Potência (W) = Força (N) \* Velocidade ( $\text{m s}^{-1}$ )
- $76400 = F * 1,39$
- $F = 54966 \text{ N}$

