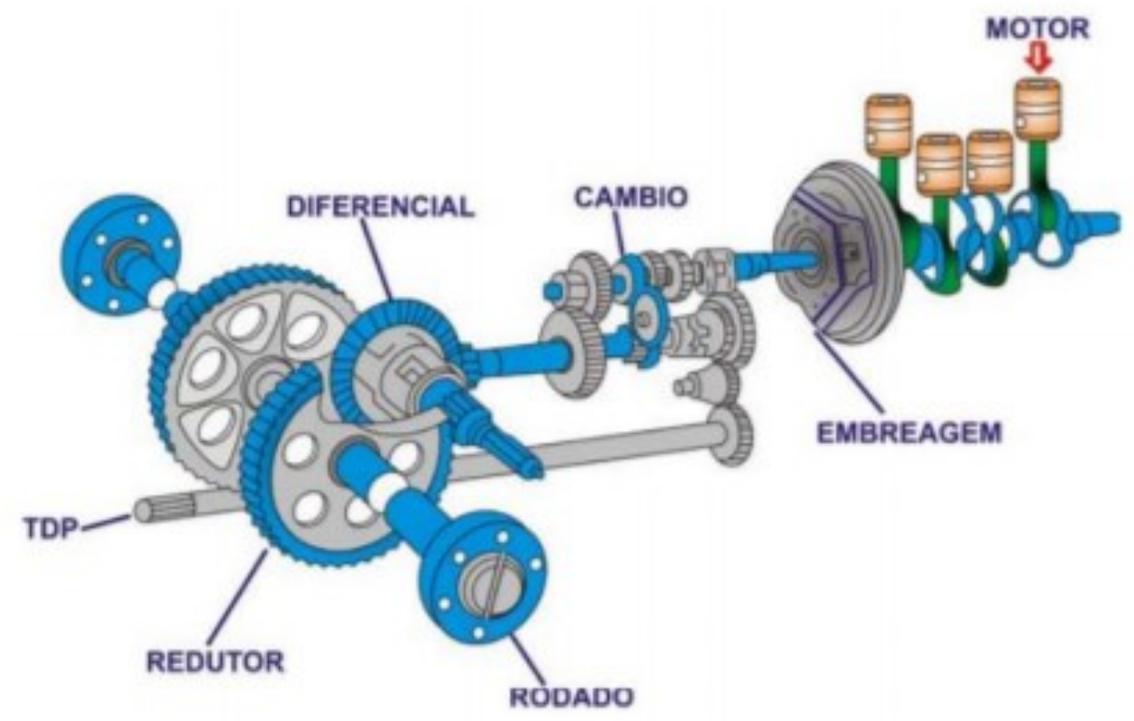
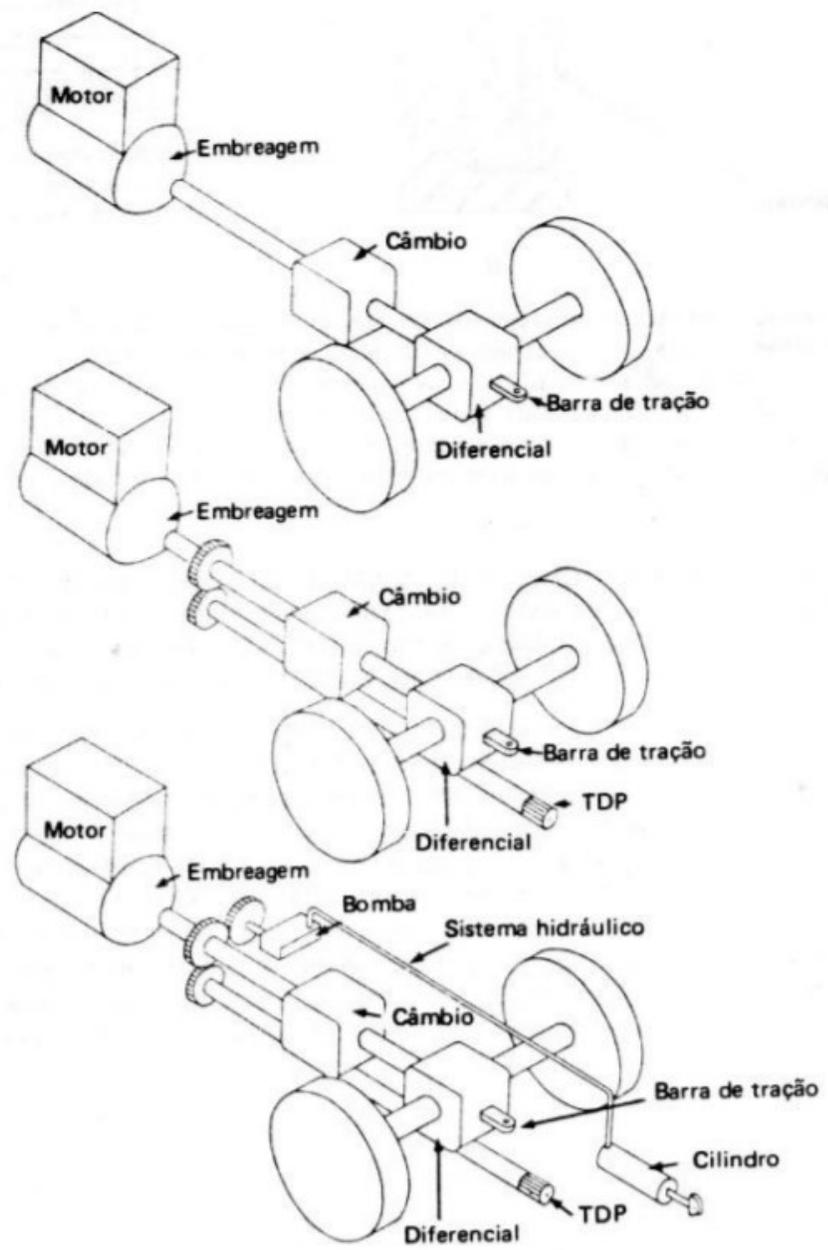


Avaliação do Desempenho de Tratores

LEB 5050 - Avaliação e controle de máquinas agrícolas na era digital
LEB0466: Avaliação do Desempenho de Máquinas Agrícolas



Prof. Leandro M. Gimenez



4X2 TDA



4X2

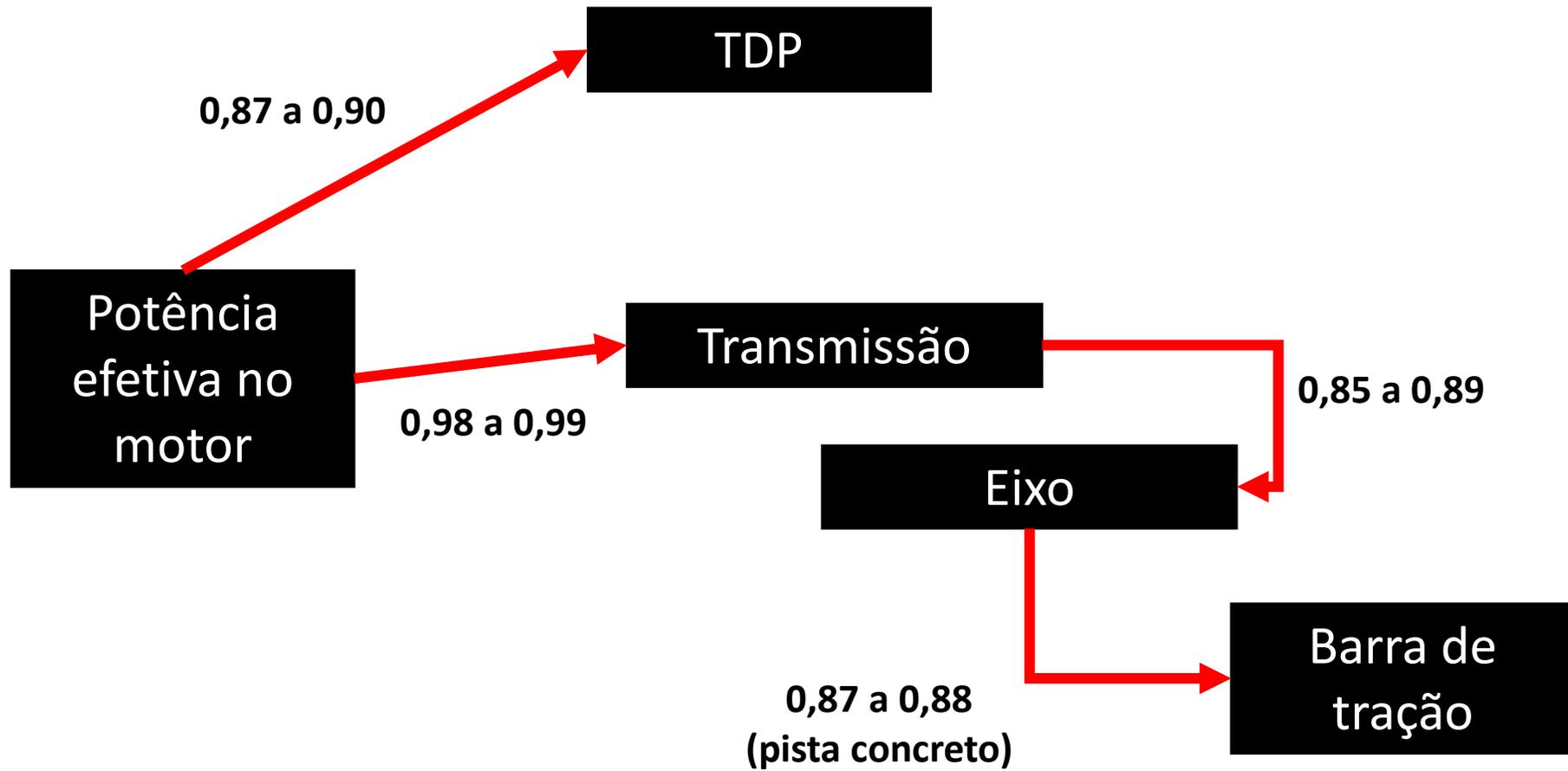


Esteira



4X4





TÓPICOS

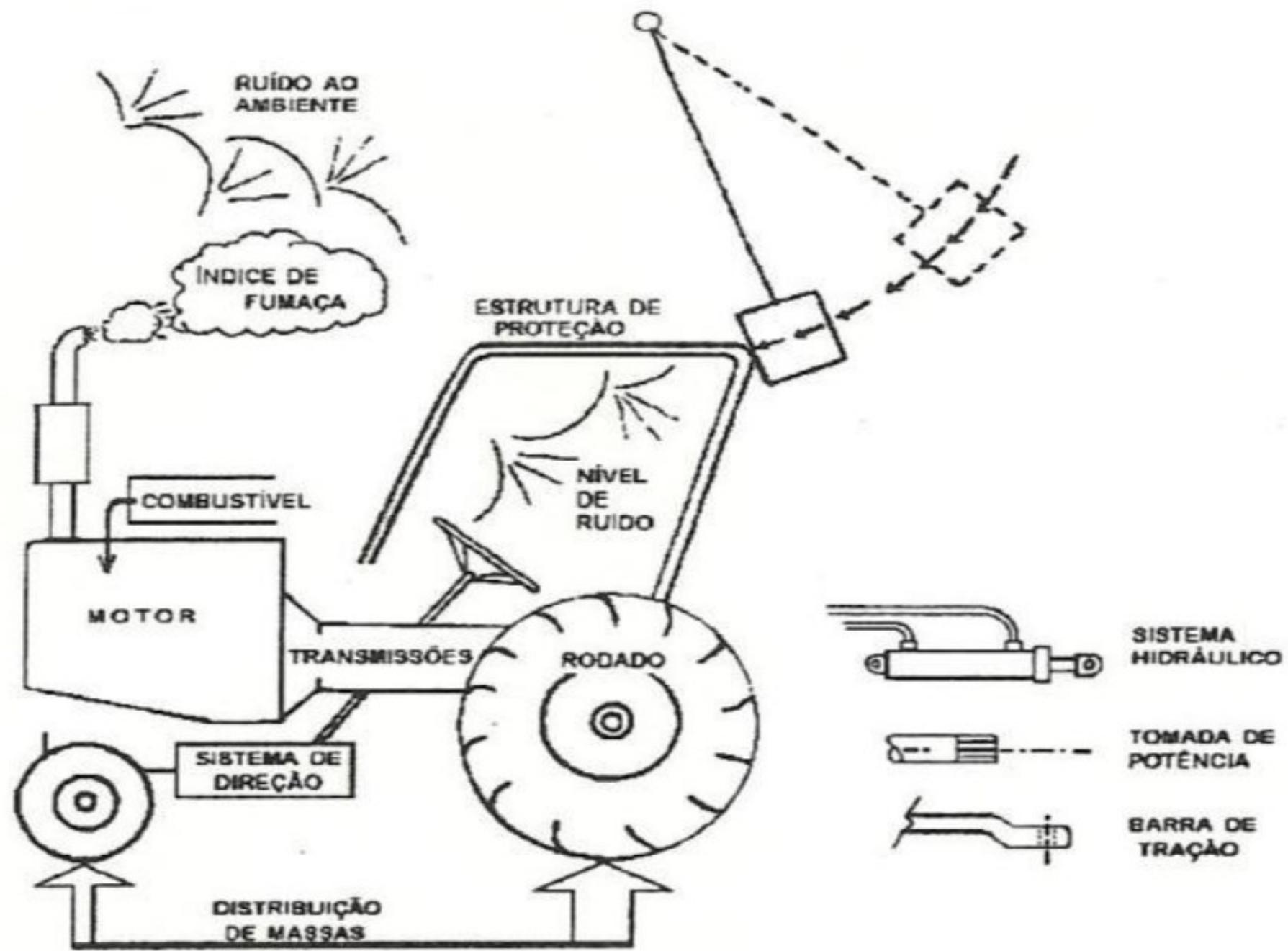
- ✓ Ensaios Padronizados
 - ✓ Características dimensionais
 - ✓ Motor: Ensaios de tomada-de-potência
 - ✓ Conjunto: Ensaios de pista
 - ✓ Sistema Hidráulico
- ✓ Avaliações em condição de campo

TRATORES

- ✓ Máquinas projetadas para tracionar, transportar e acionar máquinas e implementos agrícolas

O quão bem realizam sua função???

- ✓ A partir de 1920 – “Nebraska Tractor Law” – SAE
- ✓ A partir de 1953 – ISO
- ✓ A partir de 1955 – OCDE



NORMAS OCDE

- ✓ Code 2 : Desempenho de tratores
- ✓ Code 3: Resistência de estruturas de proteção – Teste dinâmico
- ✓ Code 4: Resistência de estruturas de proteção – Teste estático
- ✓ Code 5: Ruídos na posição do operador
- ✓ Code 10: Resistência de estruturas de prot. para objetos em queda

Brasil

Code 2 = NBRISO 789 – 12 partes algumas ainda por publicar

PARTE 1: ENSAIOS DE POTÊNCIA PARA A TOMADA DE POTÊNCIA

PARTE 2: CAPACIDADE DE LEVANTAMENTO DO ENGATE TRASEIRO DE TRÊS PONTOS

PARTE 3: DIÂMETROS DE GIRO E DO ESPAÇO DE GIRO

PARTE 4 : MEDIÇÃO DA FUMAÇA DE EXAUSTÃO

PARTE 6: CENTRO DE GRAVIDADE

PARTE 7: DETERMINAÇÃO DA POTÊNCIA NO EIXO

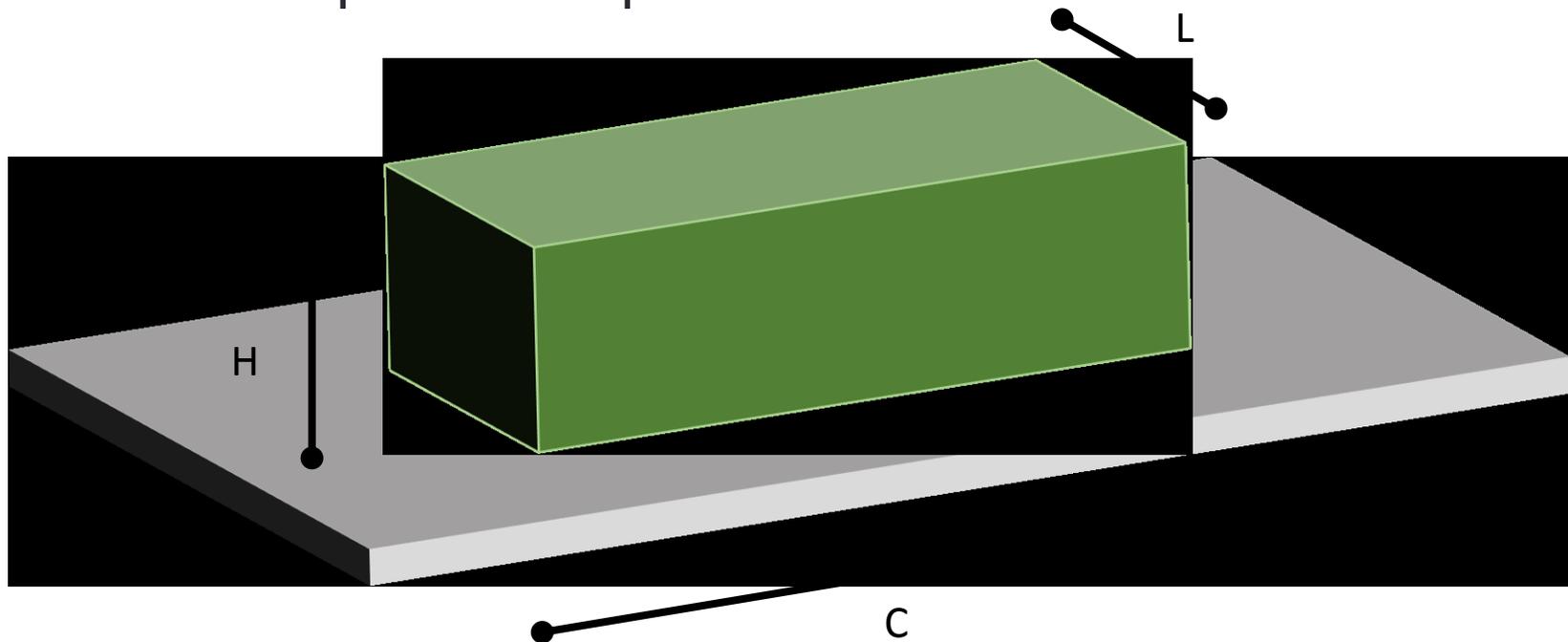
PARTE 10: POTÊNCIA HIDRÁULICA NA INTERFACE TRATOR/IMPLEMENTO

PARTE 11: CAPACIDADE DE DIREÇÃO DE TRATORES DE RODAS

PARTE 12: PARTIDA EM BAIXA TEMPERATURA

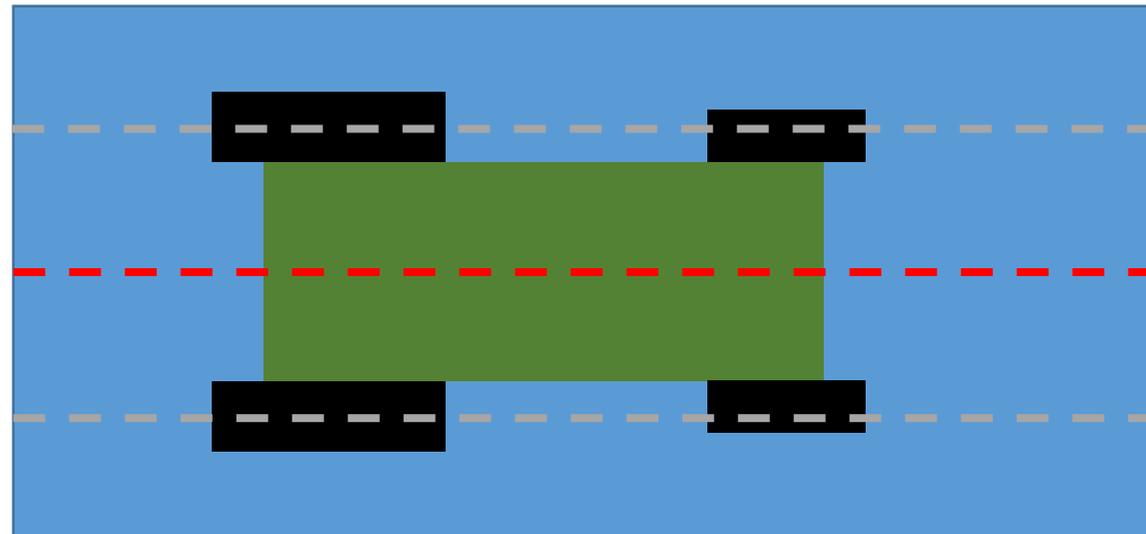
CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS

- Tamanho
 - Largura (L)
 - Comprimento (C)
 - Altura (H)
- Mensurados sobre um plano de apoio



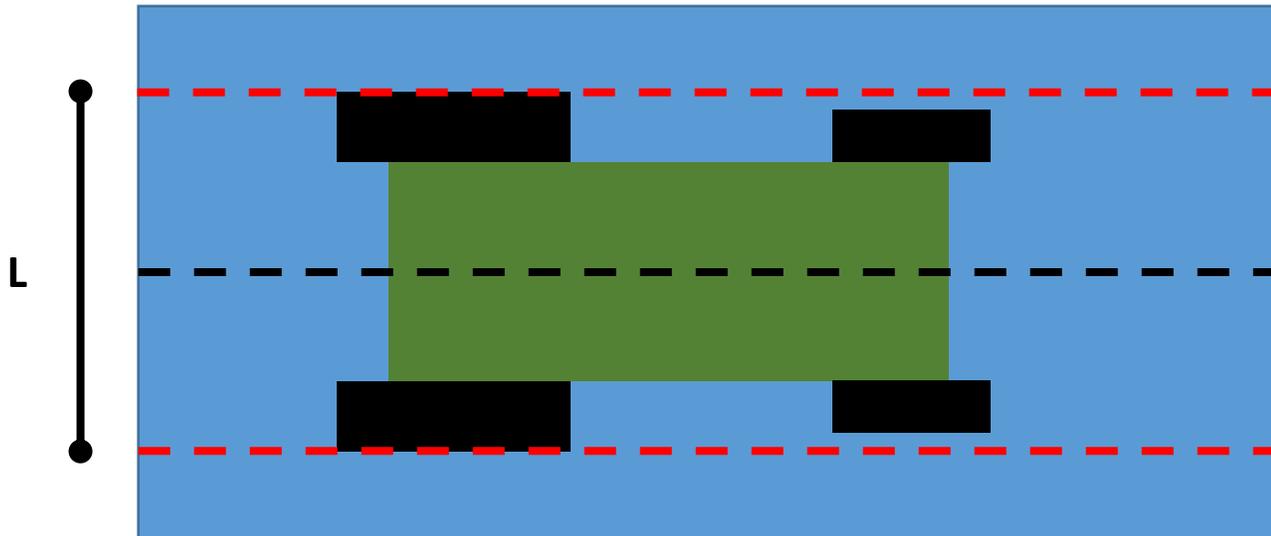
CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS

- **Plano Médio Longitudinal:** plano perpendicular ao plano de apoio, paralelo e equidistante dos planos médios das rodas traseiras, com o trator em posição tal que possa se deslocar em linha reta



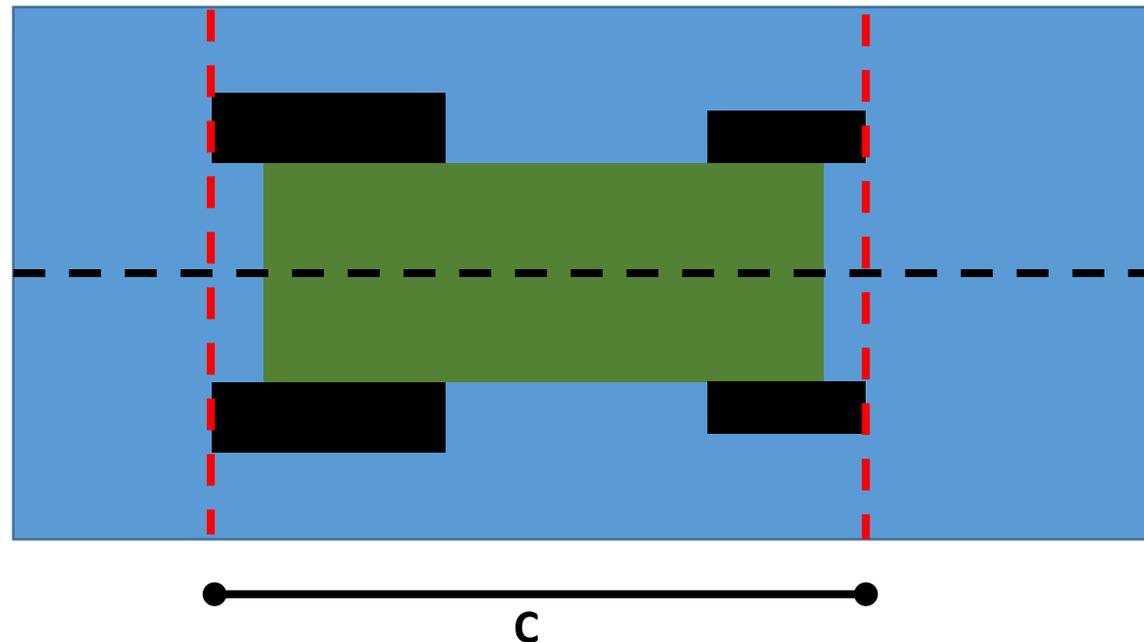
CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS

L = distância entre dois planos paralelos a plano médio longitudinal e tangentes aos pontos mais extremos do trator, no caso de bitolas ajustáveis será aquela da menor



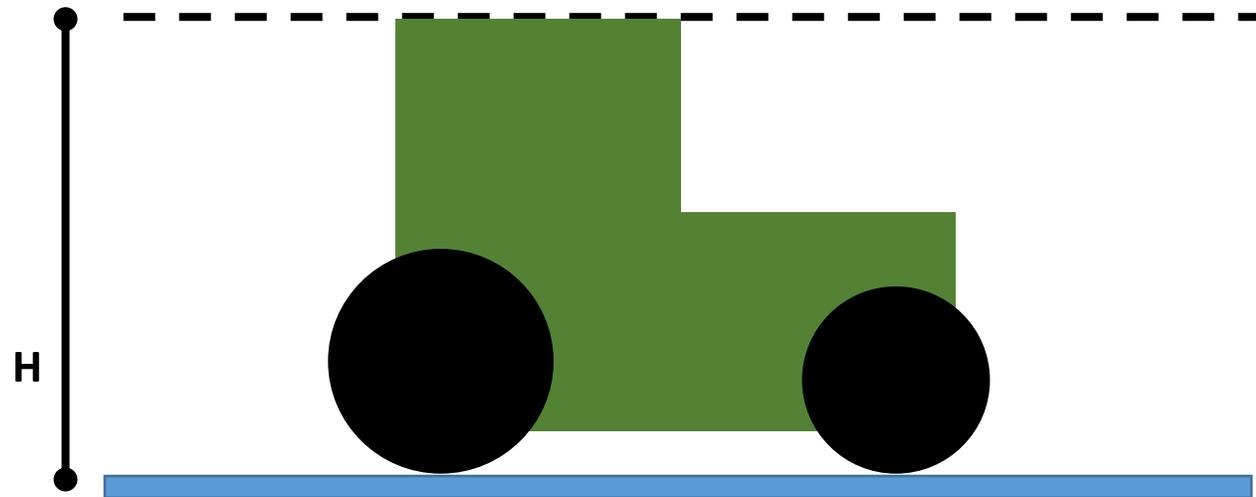
CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS

C = distância entre dois planos perpendiculares ao plano de apoio e ao plano médio longitudinal e tangentes aos pontos mais extremos do trator; componentes removíveis do engate de 3 pontos, localizados na frente ou atrás, não são incluídos.



CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS

H = distância entre o plano de apoio e o plano paralelo ao mesmo e tangente ao ponto mais elevado do trator.



CONFIGURAÇÃO GEOMÉTRICA

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

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

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.

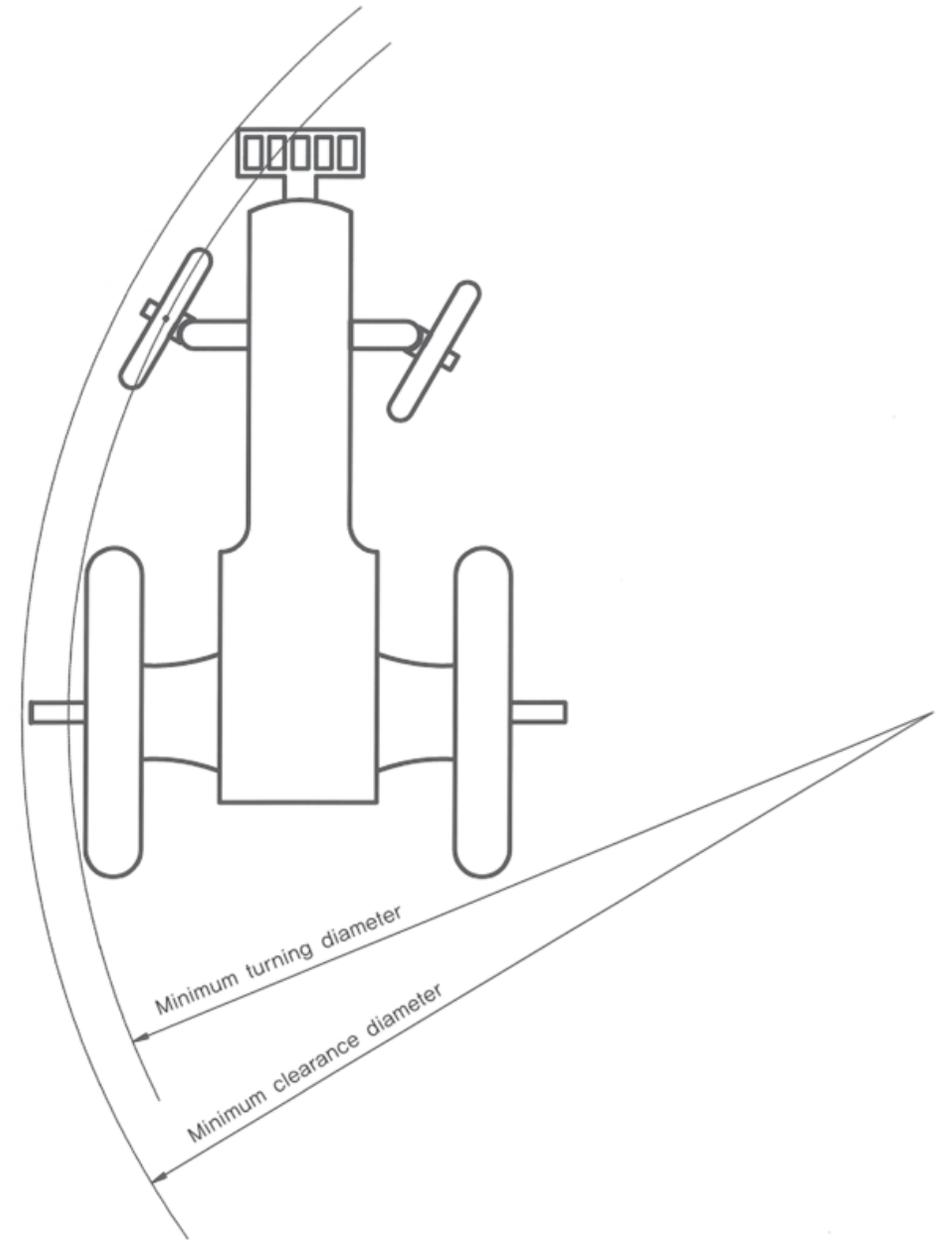
CONFIGURAÇÃO GEOMÉTRICA

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



CODE 2 – TRACTOR PERFORMANCE

Equipamentos elegíveis para o teste:

Tratores de rodas auto propelidos que possuam ao menos dois eixos ou que possuam esteiras, projetados para realizar em ambiente agrícola ou florestal as seguintes funções de:

Carregar, tracionar ou acionar máquinas ou implementos agrícolas e florestais e, quando necessário, fornecer energia para seu acionamento com o trator parado ou em movimento.

CODE 2 – TRACTOR PERFORMANCE

Testes compulsórios

- ✓ Potência fornecida pela TDP em sua rotação nominal e em mais cinco rotações que permitam calcular o consumo de combustível;
- ✓ Potência do sistema hidráulico e força de levantamento do engate de três pontos;
- ✓ Potência e consumo de combustível através do tracionamento pela barra de tração (sem lastro);

CODE 2 – TRACTOR PERFORMANCE

✓ **Testes opcionais**

- ✓ Potência fornecida pela TDP em mais pontos de rotação;
- ✓ Consumo de reagente nos testes de potência na TDP e barra de tração;
- ✓ Potência hidráulica;
- ✓ Partida em baixas temperaturas;
- ✓ Pontos adicionais no ensaio da barra de tração;
- ✓ Teste de dez horas (tratores lastrados);
- ✓ Consumo de combustível sob esforços de tração distintos;
- ✓ Área e círculo de giro;
- ✓ Centro de gravidade;
- ✓ Frenagem;
- ✓ Ruído externo;
- ✓ Teste de resistência à entrada de água
- ✓ Nível de ruído no posto do operador;

CODE 2 – TRACTOR PERFORMANCE

✓ **Requisitos: Seleção**

- ✓ O trator sob teste deve ser originário de uma linha de produção efetiva, com o aceite do centro de testes;
- ✓ Deve ser um modelo em produção em todos os aspectos, com todas as características conforme a descrição e especificação apresentada pelo fabricante quando da submissão.
- ✓ Modelos em pré-produção são aceitos excepcionalmente e quando da publicação do relatório o centro de ensaio deve atestar que modelos produzidos em série apresentam as mesmas características do ensaiado.

CODE 2 – TRACTOR PERFORMANCE

Amaciamento e ajustes preliminares

- ✓ O trator deve ser novo e amaciado pelo fabricante, segundo suas instruções ao usuário final;
- ✓ O ajuste do sistema de alimentação deve ser realizado especificações para o modelo definidas pelo fabricante;
- ✓ Ajustes podem ser realizados pelo fabricante, seguindo suas próprias especificações, antes do período de testes, não podendo ser realizados durante o período dos testes.
- ✓ O relatório do ensaio deve apresentar a localização e a duração do amaciamento.

CODE 2 – TRACTOR PERFORMANCE

Requisitos

Planilha de especificações técnicas e outras informações

- O fabricante deve fornecer uma lista com as especificações do espécime em avaliação, bem como outras informações necessárias para a condução do ensaio;
- Estas especificações, informadas pelos fabricantes são checadas pelo centro de testes no espécime ensaiado

CODE 2 – TRACTOR PERFORMANCE

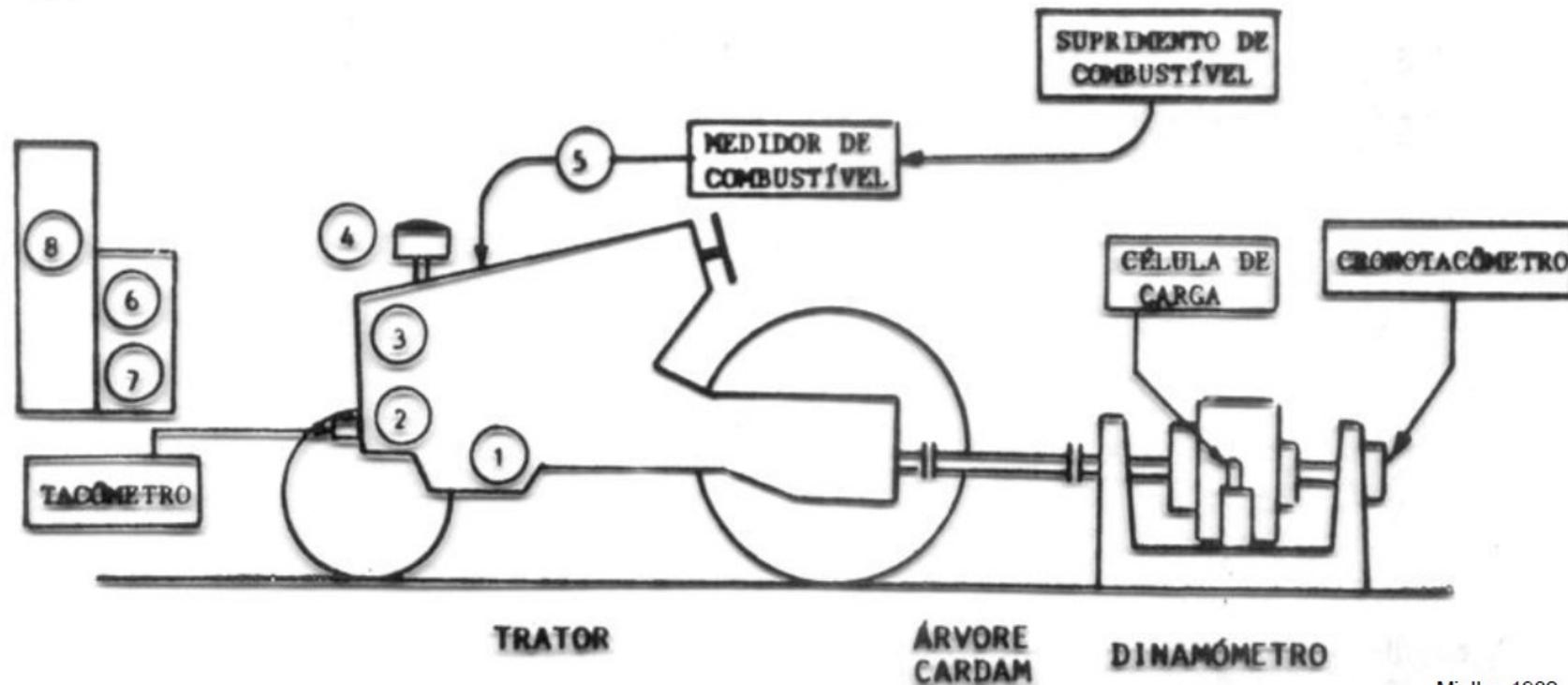
Requisitos

Planilha de especificações técnicas e outras informações

- O fabricante deve fornecer uma lista com as especificações do espécime em avaliação, bem como outras informações necessárias para a condução do ensaio;
- Estas especificações, informadas pelos fabricantes são checadas pelo centro de testes no espécime ensaiado

DESEMPENHO NA TDP E DO MOTOR

- ① Temperatura do óleo do cárter
- ② ③ Temperaturas de entrada e saída da água de arrefecimento
- ④ Temperatura do ar de admissão
- ⑤ Temperatura do combustível
- ⑥ ⑦ Temperaturas dos termômetros de bulbos seco e úmido
- ⑧ Barômetro



DESEMPENHO NA TDP E DO MOTOR

- Medidas essenciais: temperatura do combustível, temperatura do óleo lubrificante, temperatura do líquido de arrefecimento, temperatura do ar no ambiente e próximo ao ponto de aspiração, pressão atmosférica e umidade do ar
- Resultados na forma gráfica:
 - Potência em função da rotação (velocidade tangencial)
 - Torque (equivalente) na árvore de transmissão do motor
 - Consumo horário e específico em função da rotação
 - Consumo específico em função da potência

DESEMPENHO NA TDP E DO MOTOR

- Teste de potência máxima: motor em rotação máxima especificada em projeto pelo fabricante
- Teste a plena carga em velocidades: consumo horário de combustível, torque e rotação são mensurados em função da rotação. Eleva-se a carga até um torque 15% inferior ao máximo ou à uma redução de 50% na rotação em relação àquela de trabalho.

DESEMPENHO NA TDP E DO MOTOR

- **Teste sob cargas variáveis**
- Consumo horário de combustível, torque e rotação são mensurados em:
 - Percentuais do torque correspondente à máxima potência disponível na rotação de trabalho
 - 85%
 - 75%
 - 50%
 - 25%

DESEMPENHO NA TDP E DO MOTOR

- **Consumo de combustível**
- Cinco pontos adicionais para estabelecer o consumo emulando os usos mais diversos, sendo usualmente:
 - Alta demanda de potência na rotação máxima
 - Alta demanda de potência a 90% da rotação máxima
 - Baixa demanda de potência a 90% da rotação máxima
 - Alta demanda de potência a 60% da rotação máxima
 - Baixa demanda de potência a 60% da rotação máxima

POWER TAKE-OFF PERFORMANCE

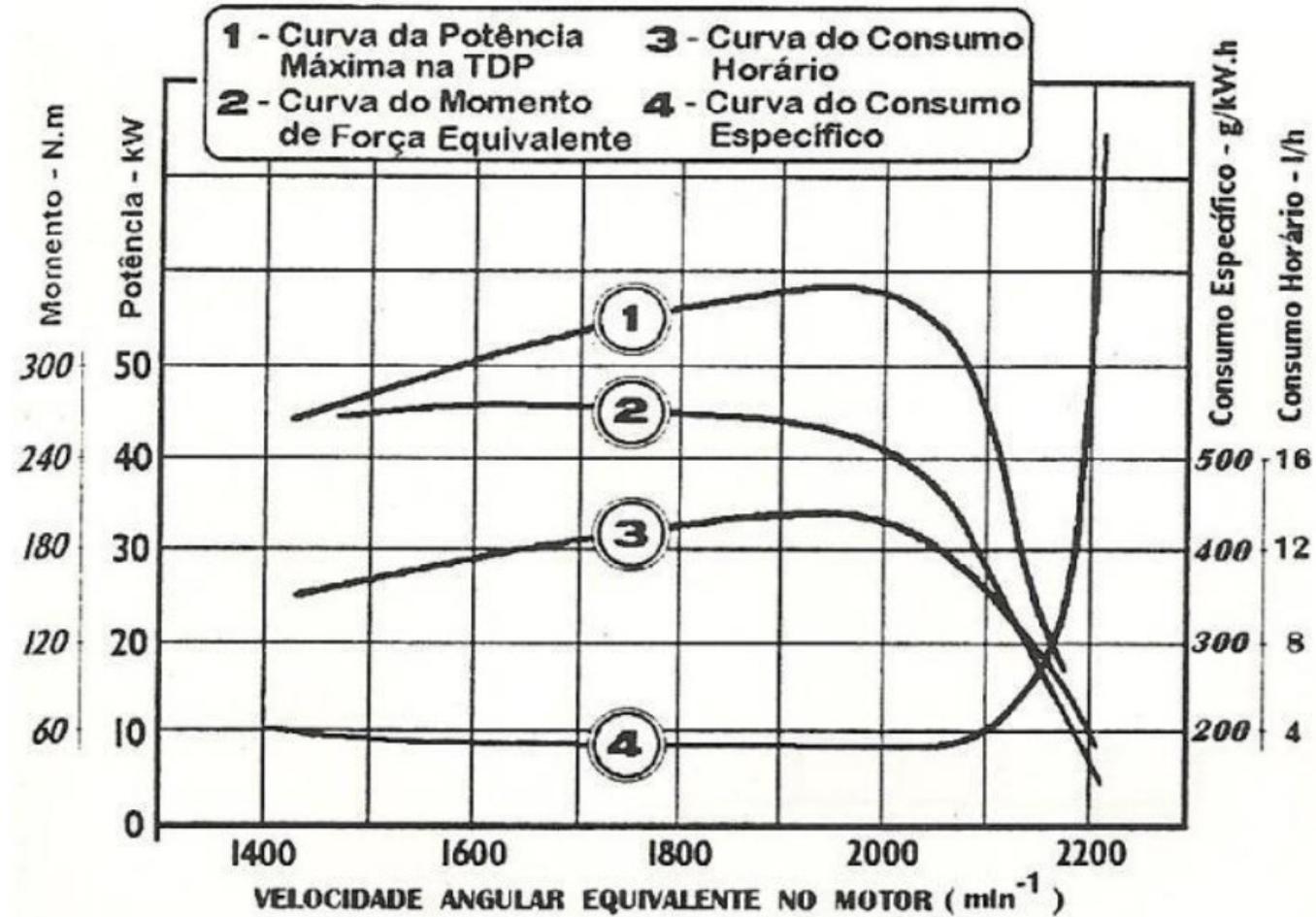
Power HP (kW)	Crank shaft speed rpm	Gal/hr (l/h)	lb/hp.hr (kg/kW.h)	Hp.hr/gal (kW.h/l)	Mean Atmospheric Conditions
MAXIMUM POWER AND FUEL CONSUMPTION					
Rated Engine Speed (PTO speed 1009 rpm)					
218.52 (162.95)	2200	12.57 (47.58)	0.405 (0.246)	17.39 (3.42)	
Maximum Power (2 hours)					
247.89 (184.85)	1950	13.04 (49.38)	0.371 (0.226)	19.00 (3.74)	
VARYING POWER AND FUEL CONSUMPTION					
218.52 (162.95)	2200	12.57 (47.58)	0.405 (0.246)	17.39 (3.42)	Air temperature
190.36 (141.95)	2257	11.37 (43.04)	0.421 (0.256)	16.74 (3.30)	76°F (24°C)
143.56 (107.05)	2267	9.24 (34.98)	0.453 (0.276)	15.54 (3.06)	Relative humidity
96.00 (71.59)	2278	7.07 (26.76)	0.519 (0.316)	13.58 (2.68)	22%
48.43 (36.12)	2287	4.90 (18.54)	0.712 (0.433)	9.89 (1.95)	Barometer
1.00 (0.75)	2297	2.98 (11.28)	20.949 (12.743)	0.34 (0.07)	29.12" Hg (98.61 kPa)
Maximum Torque - 760 lb.-ft. (1030 Nm) at 1300 rpm Maximum Torque Rise - 45.7% Torque rise at 1801 engine rpm - 31%					

LASTRAGEM

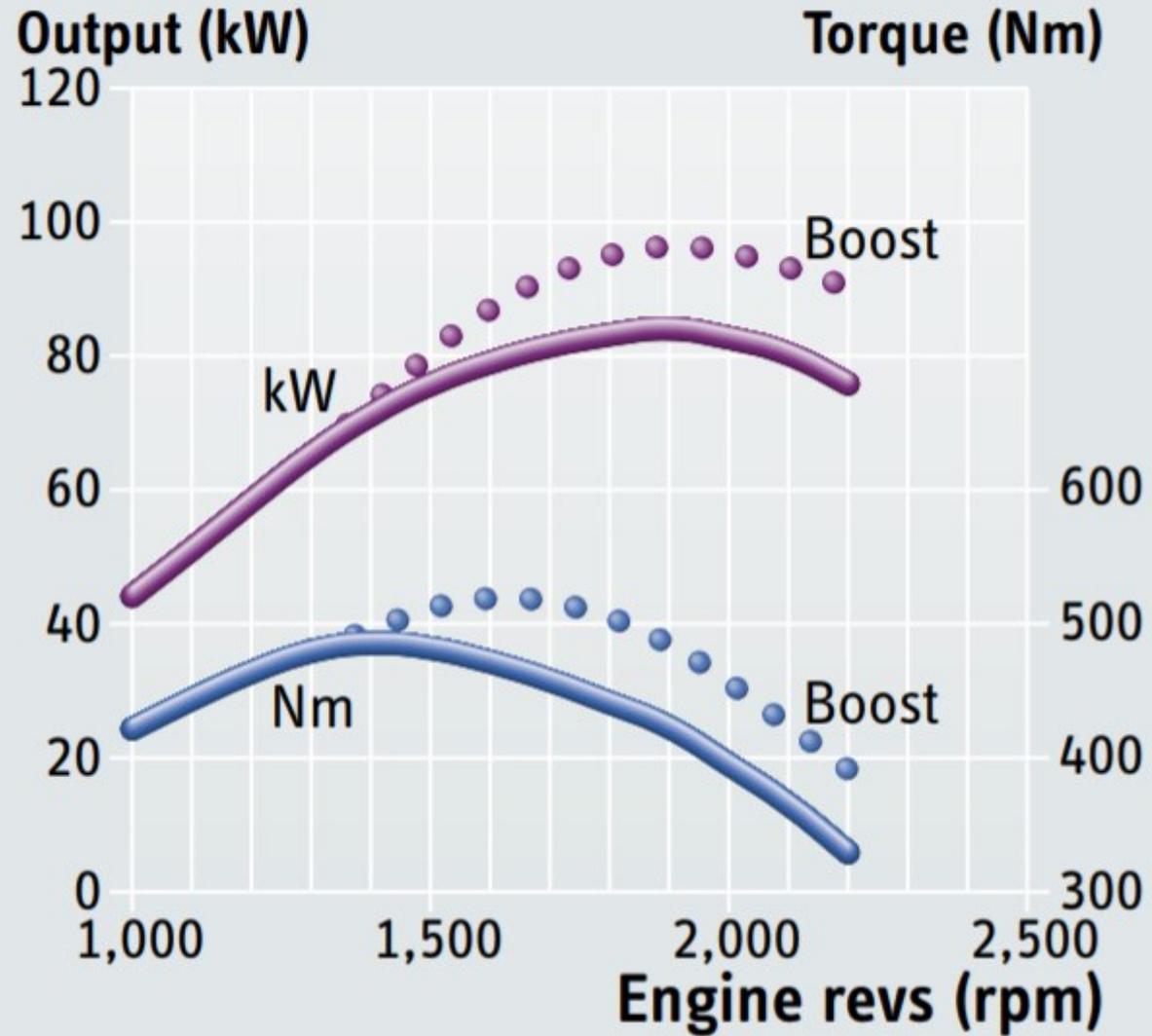
- Operações com baixo esforço de tração
 - 35 a 40 kg de lastro para cada cv de potência
- Operações com elevado esforço de tração
 - 55 a 60 kg de lastro para cada cv de potência

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

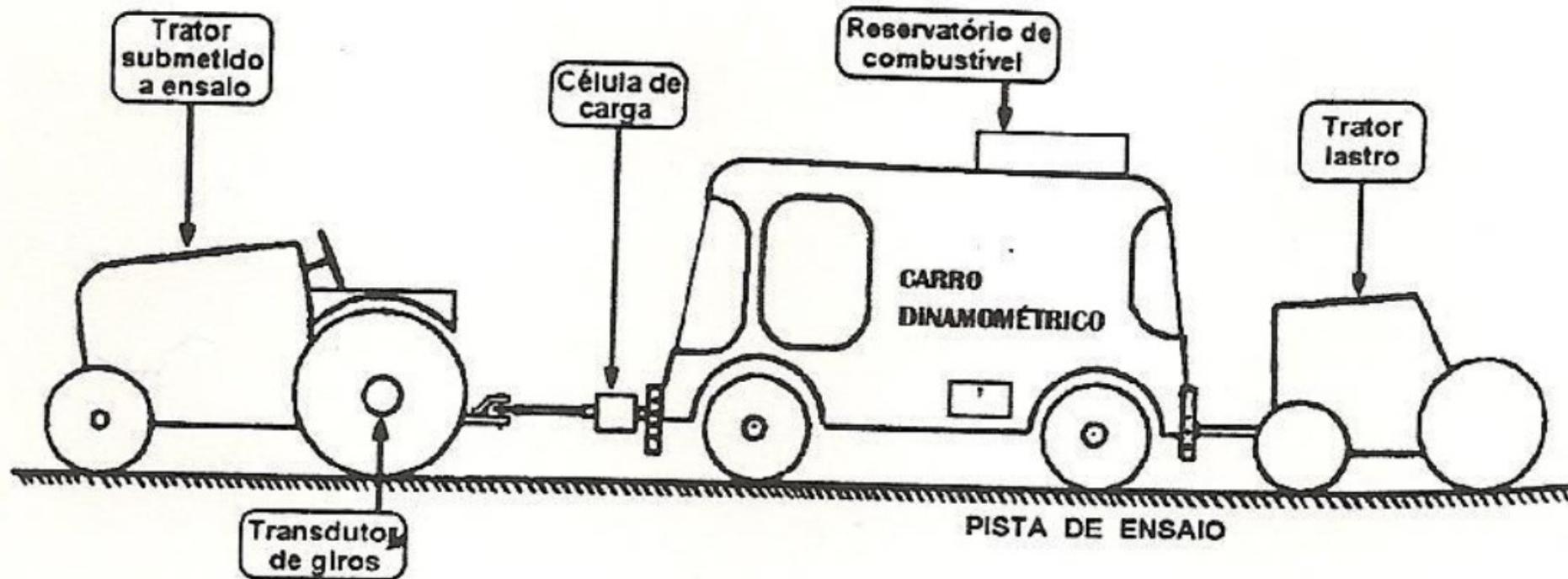
DESEMPENHO NA TDP E DO MOTOR



Output and Torque



POTÊNCIA NA BARRA DE TRAÇÃO E CONSUMO DE COMBUSTÍVEL



POTÊNCIA NA BARRA DE TRAÇÃO E CONSUMO DE COMBUSTÍVEL

- 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%
- Ao menos 7 marchas no intervalo entre 2,5 e 17 km h⁻¹
 - Em cada marcha na combinação de velocidade e torque que gere a maior potência devem ser registrados: rotação do motor, potência, força de tração, velocidade, patinagem, consumo de combustível, temperaturas do combustível, óleo lubrificante e fluido de arrefecimento, além das condições atmosféricas.

POTÊNCIA NA BARRA DE TRAÇÃO E CONSUMO DE COMBUSTÍVEL

- Para o consumo de combustível:
 - Em máxima potência para duas marchas uma de $7,5 \text{ km h}^{-1}$ e outra no intervalo entre 7 e 10 km h^{-1}
 - Em força de tração correspondente a 75% daquela obtida na rotação de potência máxima
 - Em força de tração correspondente a 50% daquela obtida na rotação de potência máxima
 - Em uma rotação do motor inferior àquela em que obteve 75% da força de tração, obtendo-se a mesma força mas em velocidade maior
 - Em uma rotação do motor inferior àquela em que obteve 50% da força de tração, obtendo-se a mesma força mas em velocidade maior



Nebraska Tractor Test Lab

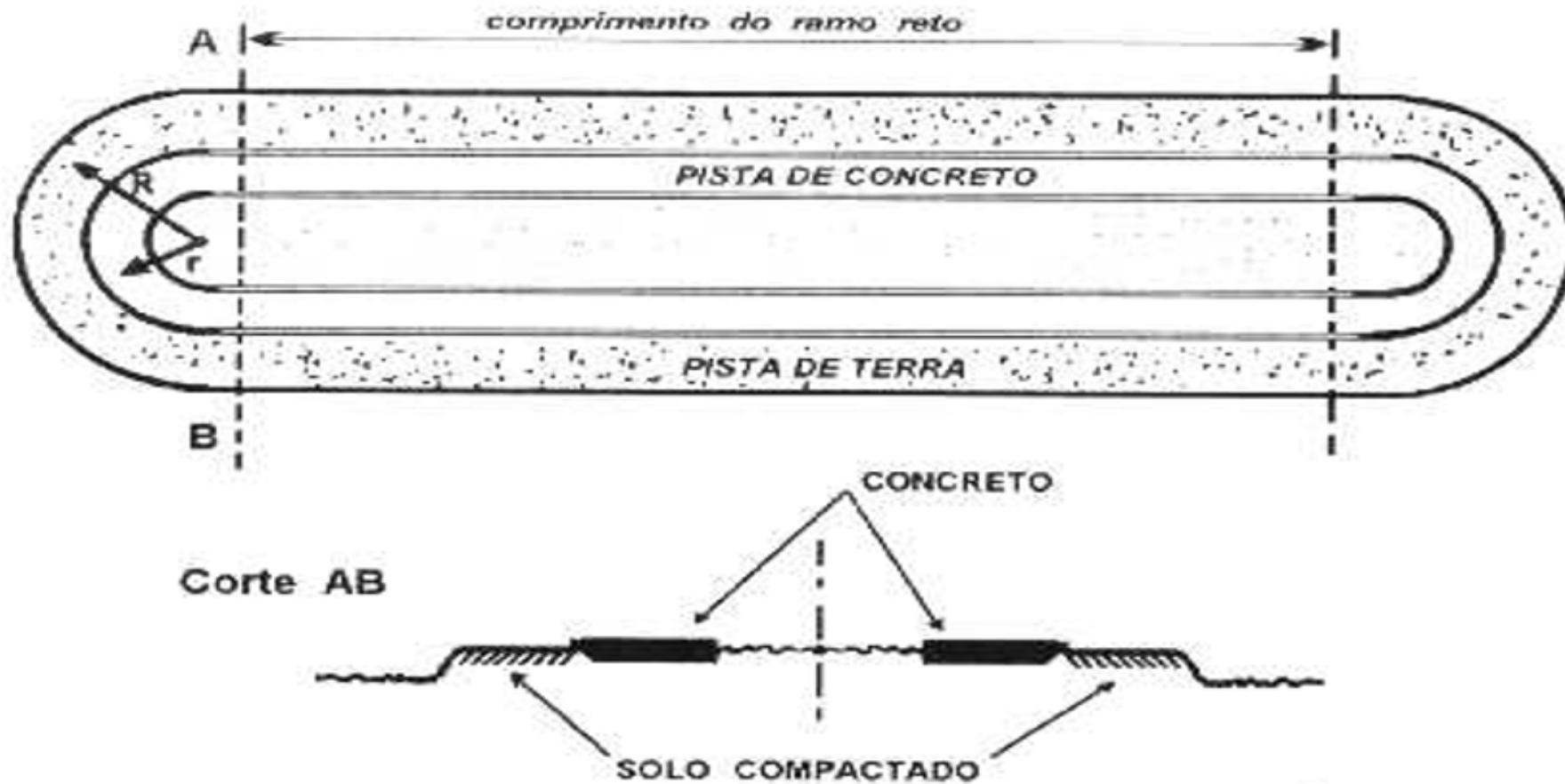
<https://tractortestlab.unl.edu/>



DLG Powermix



POTÊNCIA NA BARRA DE TRAÇÃO E CONSUMO DE COMBUSTÍVEL



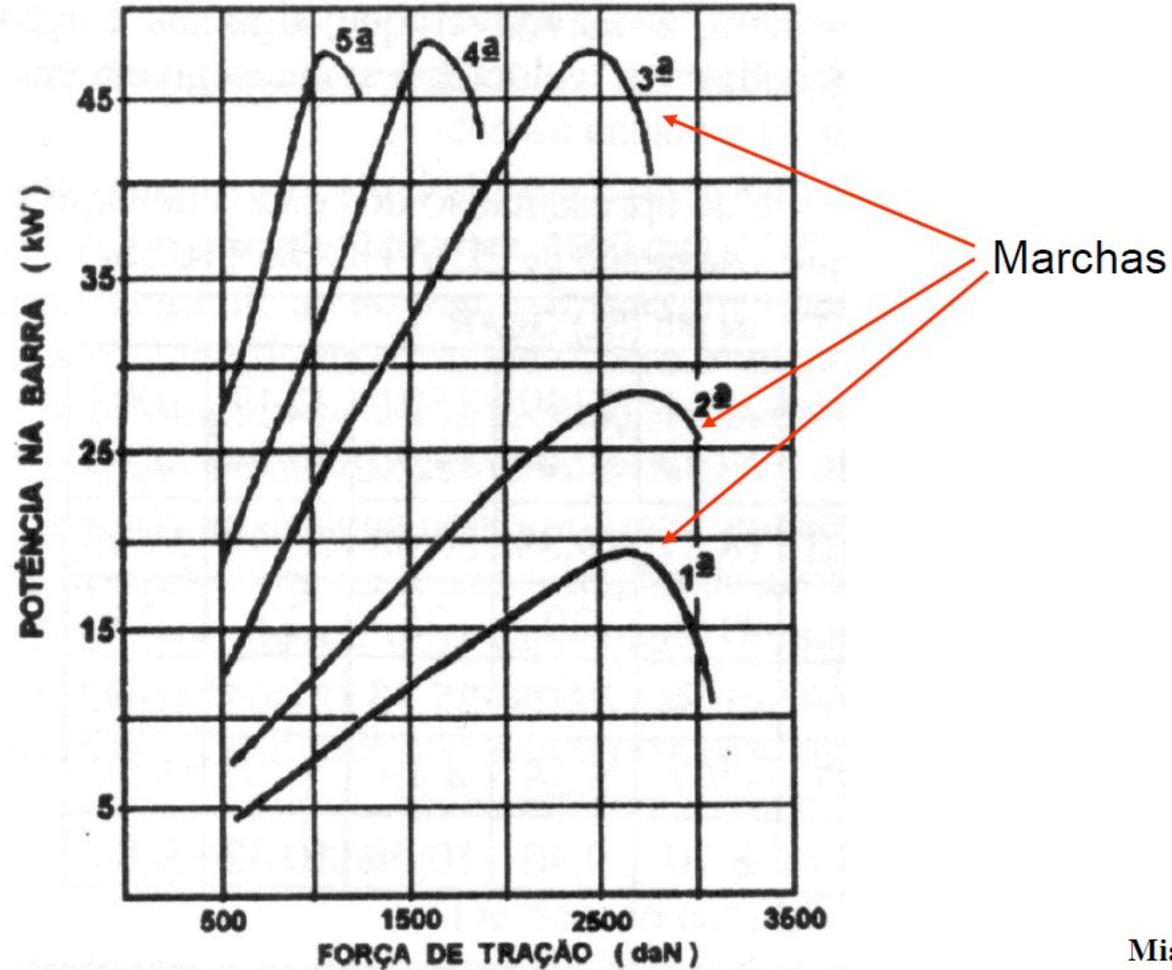
**DRAWBAR PERFORMANCE
UNBALLASTED - 1950 RPM
MAXIMUM POWER IN SELECTED GEARS**

Power Hp (kW)	Drawbar pull lbs (kN)	Speed mph (km/h)	Crank- shaft speed rpm	Slip %	Fuel Consumption lb/hp.hr (kg/kW.h)	Hp.hr/gal (kW.h/l)	Temp. °F(°C) cool- ing med	Air dry bulb	Barom. inch Hg (kPa)
6th Gear									
173.02 (129.02)	19504 (86.76)	3.33 (5.35)	2253	12.91	0.502 (0.305)	14.04 (2.77)	184 (84)	46 (8)	29.02 (98.27)
7th Gear									
186.64 (139.18)	18074 (80.40)	3.87 (6.23)	2167	9.32	0.474 (0.289)	14.85 (2.93)	186 (86)	55 (13)	29.01 (98.24)
8th Gear									
203.39 (151.67)	17100 (76.06)	4.46 (7.18)	2127	7.66	0.450 (0.274)	15.64 (3.08)	190 (88)	57 (14)	29.00 (98.21)
9th Gear									
213.41 (159.14)	16611 (73.89)	4.82 (7.75)	1978	7.01	0.430 (0.262)	16.37 (3.22)	192 (89)	59 (15)	29.00 (98.21)
10th Gear									
216.79 (161.66)	14603 (64.96)	5.57 (8.96)	1949	5.34	0.423 (0.257)	16.65 (3.28)	193 (89)	61 (16)	28.99 (98.17)
11th Gear									
216.18 (161.20)	12381 (55.07)	6.55 (10.54)	1948	4.32	0.424 (0.258)	16.62 (3.27)	194 (90)	64 (18)	28.99 (98.17)
12th Gear									
216.02 (161.09)	10642 (47.34)	7.61 (12.25)	1947	3.35	0.424 (0.258)	16.61 (3.27)	195 (91)	66 (19)	28.99 (98.17)
13th Gear									
214.29 (159.80)	8894 (39.56)	9.04 (14.54)	1947	2.73	0.427 (0.260)	16.48 (3.25)	197 (91)	67 (19)	28.99 (98.17)

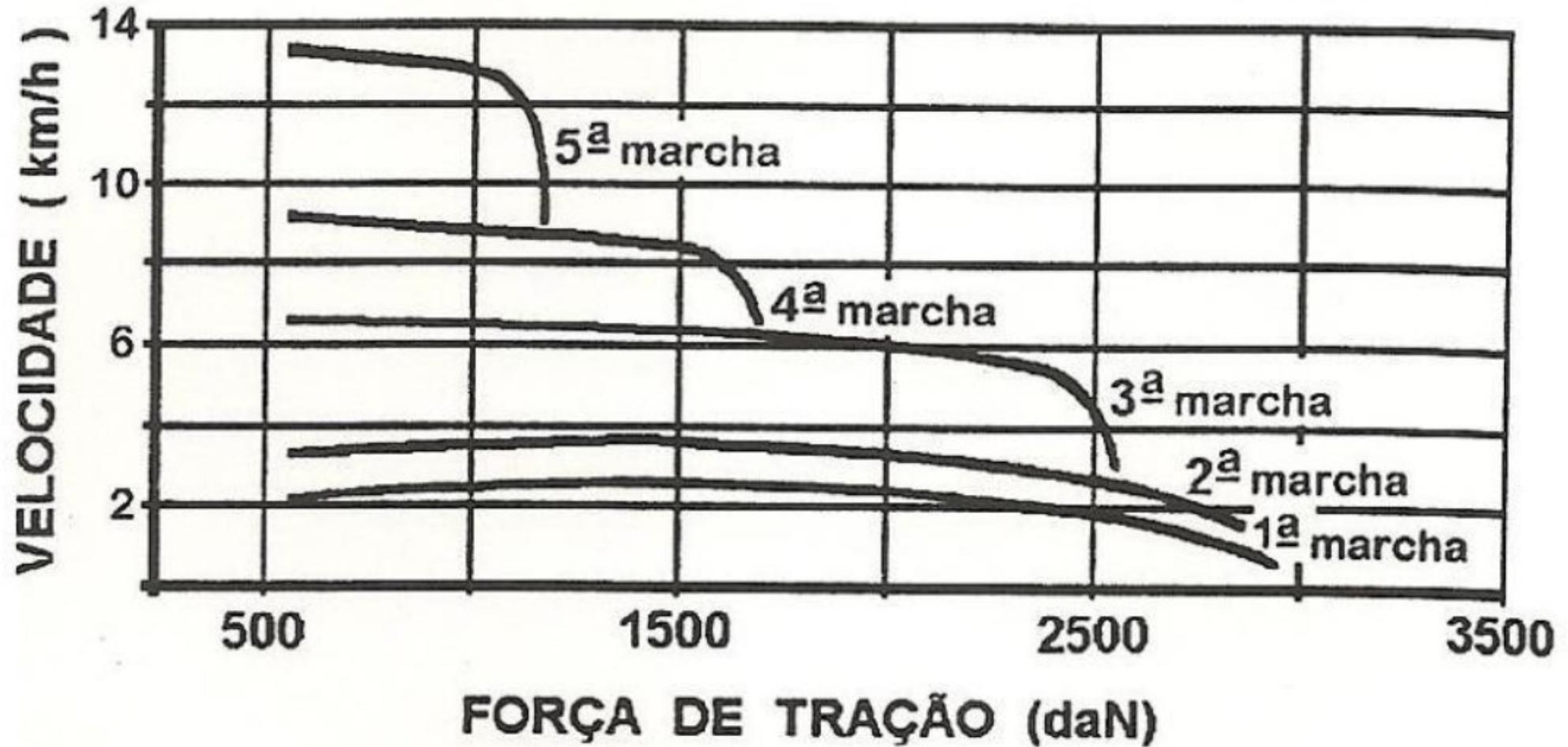
**DRAWBAR PERFORMANCE
BALLASTED-1950 RPM
MAXIMUM POWER IN SELECTED GEARS**

Power Hp (kW)	Drawbar pull lbs (kN)	Speed mph (km/h)	Crank- shaft speed rpm	Slip %	Fuel Consumption lb/hp.hr (kg/kW.h)	Hp.hr/gal (kW.h/l)	Temp. °F(°C) cool- ing med	Air dry bulb	Barom. inch Hg (kPa)
4th Gear									
177.88 (132.64)	25231 (112.23)	2.64 (4.25)	2234	9.30	0.497 (0.302)	14.18 (2.79)	185 (85)	56 (13)	28.74 (97.33)
5th Gear									
188.90 (140.86)	24136 (107.36)	2.93 (4.72)	2166	7.48	0.469 (0.285)	15.01 (2.96)	186 (85)	56 (13)	28.74 (97.33)
6th Gear									
207.01 (154.37)	23371 (103.96)	3.32 (5.35)	2108	6.58	0.448 (0.273)	15.72 (3.10)	187 (86)	55 (13)	28.75 (97.36)
7th Gear									
215.40 (160.62)	22398 (99.63)	3.61 (5.80)	1954	5.83	0.430 (0.261)	16.40 (3.23)	191 (88)	55 (13)	28.75 (97.36)
8th Gear									
219.36 (163.58)	19522 (86.84)	4.21 (6.78)	1950	4.39	0.421 (0.256)	16.74 (3.30)	192 (89)	56 (13)	28.75 (97.36)
9th Gear									
219.37 (163.58)	16718 (74.37)	4.92 (7.92)	1954	3.69	0.419 (0.255)	16.80 (3.31)	194 (90)	56 (13)	28.75 (97.36)
10th Gear									
219.71 (163.84)	14453 (64.29)	5.70 (9.17)	1952	2.99	0.418 (0.254)	16.86 (3.32)	193 (89)	57 (14)	28.75 (97.36)
11th Gear									
216.65 (161.55)	12212 (54.32)	6.65 (10.71)	1952	2.54	0.425 (0.258)	16.58 (3.27)	194 (90)	57 (14)	28.76 (97.39)
12th Gear									
214.28 (159.79)	10437 (46.43)	7.70 (12.39)	1952	2.18	0.431 (0.262)	16.36 (3.22)	193 (89)	57 (14)	28.76 (97.39)
13th Gear									
210.21 (156.75)	8667 (38.55)	9.10 (14.64)	1950	1.91	0.434 (0.264)	16.23 (3.20)	193 (89)	58 (14)	28.77 (97.43)

POTÊNCIA NA BARRA DE TRAÇÃO E CONSUMO DE COMBUSTÍVEL



POTÊNCIA NA BARRA DE TRAÇÃO E CONSUMO DE COMBUSTÍVEL

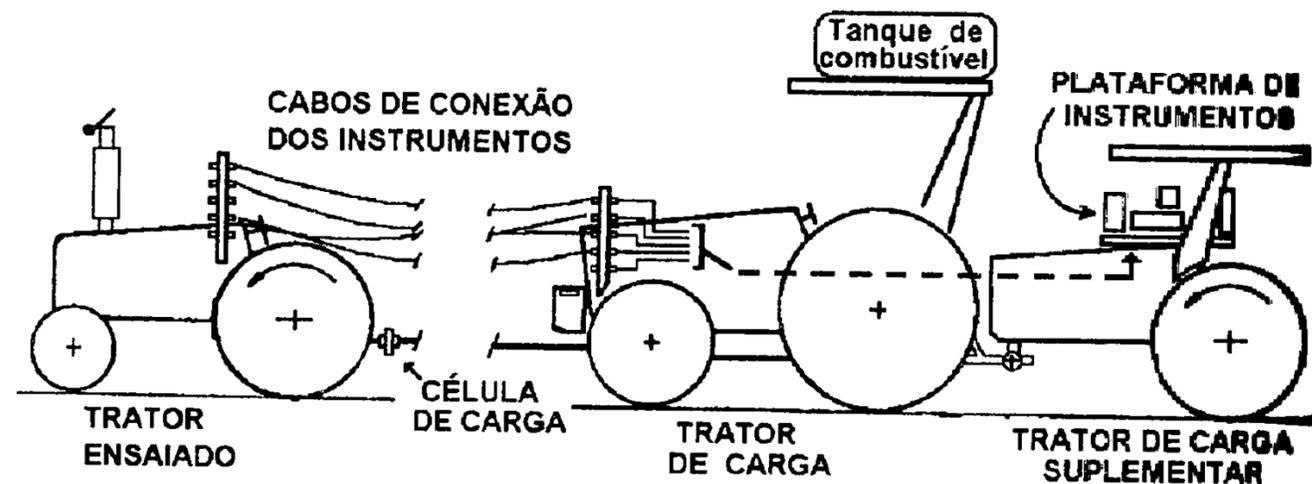


ENSAIOS DE DESEMPENHO EM TRAÇÃO EM SOLO AGRÍCOLA

Caracterizar o comportamento considerando a interface rodado-solo

- Pneus
- Sistemas de transmissão
- Sistemas de tração
- Otimização de lastragem

Controle da patinagem -> trator de carga



DESEMPENHO EM SOLO

Condições de tração

Ótima – boa aderência sem recalque excessivo, terreno de pastagem seco e duro, IC = 1500 kPa

Boa – palhada após colheita, sulcos rasos sem problema de aderência, IC = 1000 kPa

Média – palhada após colheita úmido, sulcos e problemas com aderência, IC = 500 kPa

Pobre – solo solto e seco, após mobilização, patinagem visível, IC = 400 kPa

Ruim – solo solto e muito úmido, sulcos profundos deixados pelo pneu, IC < 200 kPa

DESEMPENHO EM SOLO

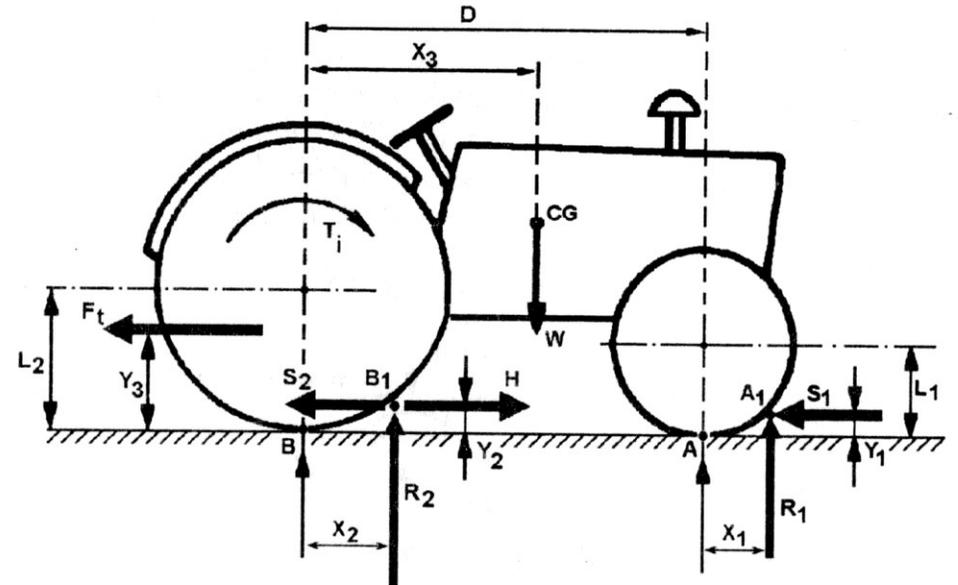
- Desempenho em tração
 - Coeficiente de tração a 20% de patinagem

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

C_T – coeficiente de tração

F_t – Força de tração na barra

W_d – carga dinâmica no rodado



DESEMPENHO EM SOLO

15691 N
15,7 kN

$$C_T = \frac{11,8}{15,7} = 0,75$$

$$C_T = \frac{5,7}{15,7} = 0,36$$

Carga vertical: 1600 kgf Nº de lonas: 6

	Tamanhos:	12.4 / 11 - 36	13.6 / 12 - 38	16.9 / 14 - 30
	Pressão de	1,5 bar	1,1 bar	0,8 bar
	Condição de	Valor	Valor	Valor
Tração a 20 % de patinagem (kN)	Ótima	11,8	11,8	11,8
	Boa	8,2	8,3	8,3
	Média	7,6	7,7	7,8
	Pobre	7,3	7,5	7,5
	Ruim	5,7	6,1	6,3
Resistência ao rolamento (kN)	Ótima	1,3	1,3	1,2
	Boa	1,4	1,3	1,3
	Média	1,6	1,6	1,5
	Pobre	1,8	1,7	1,6
	Ruim	2,4	2,2	2,2
Tração com máximo rendimento tratório (kN)	Ótima	6,3	6,3	6,3
	Boa	6,2	6,2	6,2
	Média	5,9	6,0	6,0
	Pobre	5,7	5,8	5,9
	Ruim	5,1	5,2	6,3
Rendimento tratório máximo (%)	Ótima	75	75	76
	Boa	73	74	74
	Média	69	70	71
	Pobre	67	68	69
	Ruim	55	58	59
'Patinagem (%) com rendimento tratório máximo	Ótima	10	10	10
	Boa	11	10	10
	Média	12	12	12
	Pobre	13	12	12
	Ruim	17	16	15

DESEMPENHO EM SOLO

- Desempenho em tração
 - Coeficiente de resistência ao rolamento

C_{RR} – coeficiente de resistência ao rolamento

F_r – Força resistente ao deslocamento do rodado

W_d – carga dinâmica no rodado

$$C_{RR} = \frac{F_r}{W_d}$$

Desempenho em solo

$$C_{RR} = \frac{1,3}{15,7} = 0,08$$

$$C_{RR} = \frac{2,4}{15,7} = 0,15$$

Carga vertical: 1600 kgf

Nº de lonas: 6

	Tamanhos:	12.4 / 11 - 36	13.6 / 12 - 38	16.9 / 14 - 30
	Pressão de	1,5 bar	1,1 bar	0,8 bar
	Condição de	Valor	Valor	Valor
Tração a 20 % de patinagem (kN)	Ótima	11,8	11,8	11,8
	Boa	8,2	8,3	8,3
	Média	7,6	7,7	7,8
	Pobre	7,3	7,5	7,5
	Ruim	5,7	6,1	6,3
Resistência ao rolamento (kN)	Ótima	1,3	1,3	1,2
	Boa	1,4	1,3	1,3
	Média	1,6	1,6	1,5
	Pobre	1,8	1,7	1,6
	Ruim	2,4	2,2	2,2
Tração com máximo rendimento tratório (kN)	Ótima	6,3	6,3	6,3
	Boa	6,2	6,2	6,2
	Média	5,9	6,0	6,0
	Pobre	5,7	5,8	5,9
	Ruim	5,1	5,2	6,3
Rendimento tratório máximo (%)	Ótima	75	75	76
	Boa	73	74	74
	Média	69	70	71
	Pobre	67	68	69
	Ruim	55	58	59
Patinagem (%) com rendimento tratório máximo	Ótima	10	10	10
	Boa	11	10	10
	Média	12	12	12
	Pobre	13	12	12
	Ruim	17	16	15

DESEMPENHO EM SOLO

- Desempenho em tração
 - Rendimento tratório máximo

$$RT_{max} = \frac{[C_T \times (1 - p_{it})]}{(C_T + C_{RR})}$$

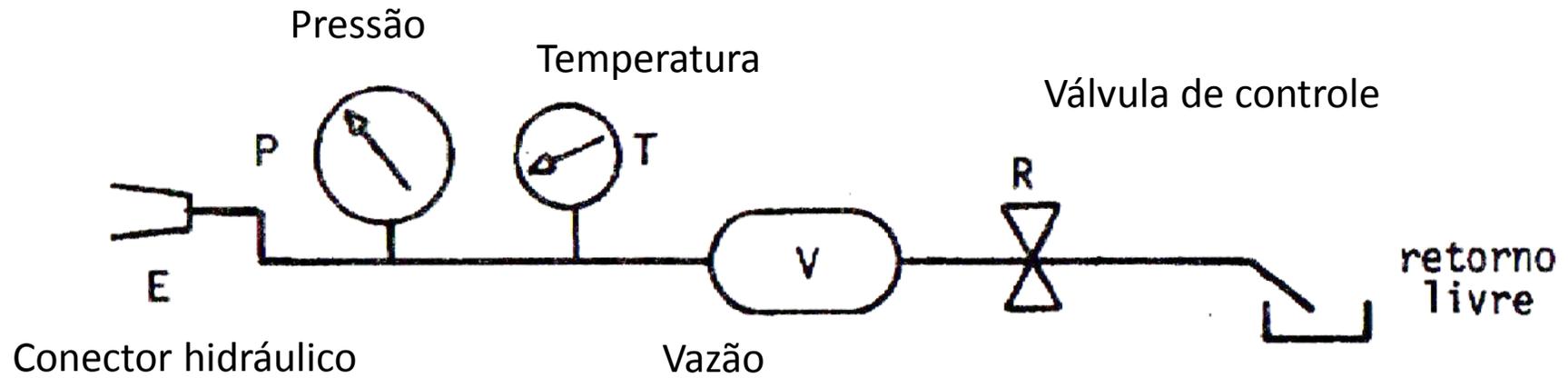
RT_{max} – máximo rendimento tratório, (a potência na barra que pode ser desenvolvida pelos rodado para uma dada potência disponível na árvore motriz das rodas)

p_{it} – patinação da roda motriz do trator

POTÊNCIA DO SISTEMA HIDRÁULICO

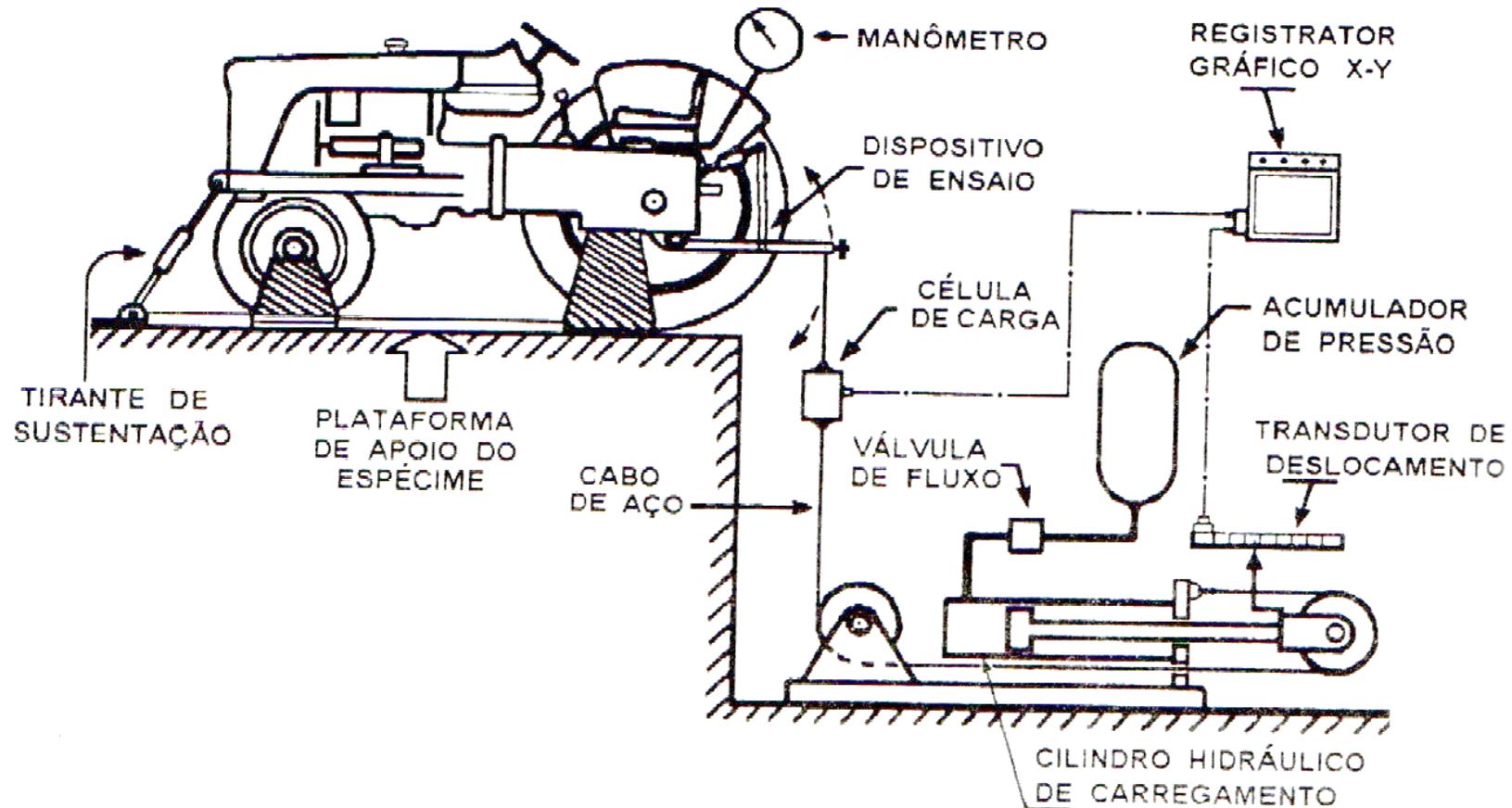
- Temperatura do óleo hidráulico padronizada (65 +/- 5°C), ou mensurada continuamente
 - Máxima pressão hidráulica sustentada antes da abertura da válvula de alívio
 - Potência hidráulica disponível em um fluxo de óleo correspondente a 90% da pressão para qual a válvula de alívio está ajustada
 - Potência máxima disponível através do fluxo de óleo por um único conjunto
 - Potência máxima disponível através do fluxo de óleo por mais de um conjunto

SISTEMA HIDRÁULICO – POTÊNCIA HIDRÁULICA

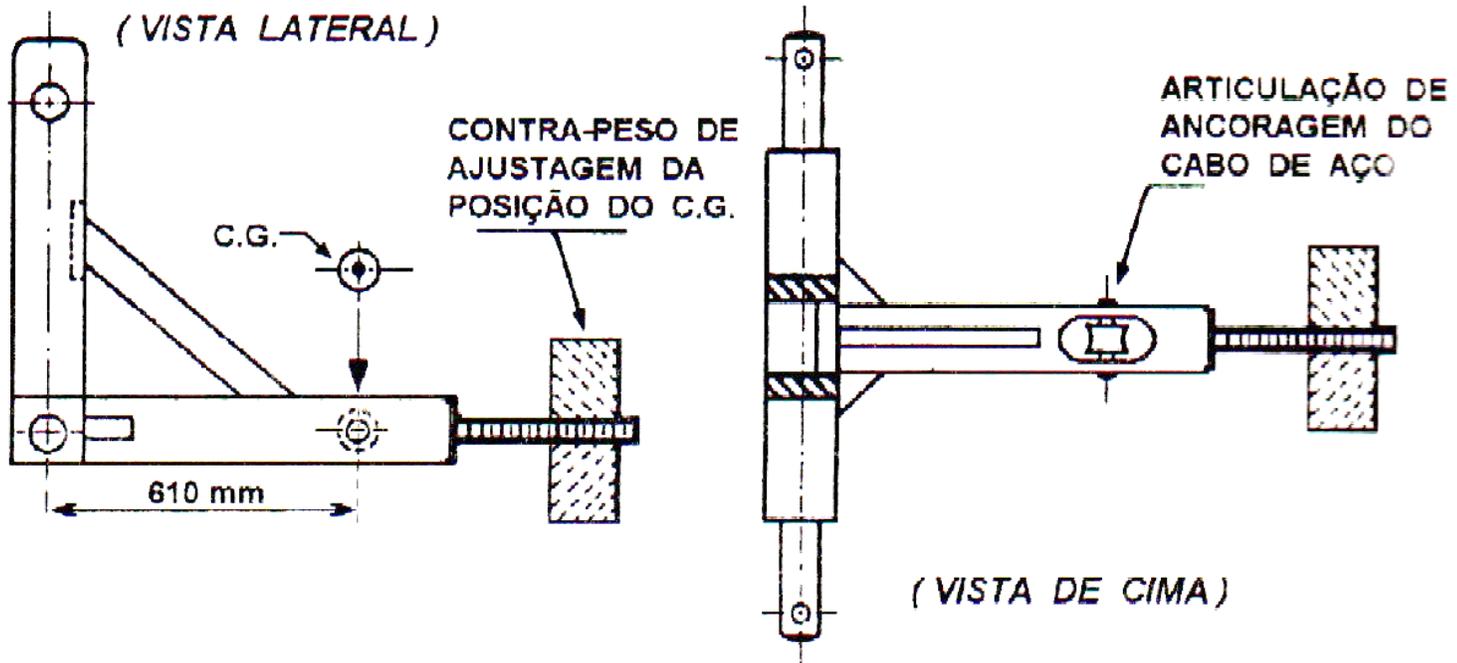


$$N(W) = Q \left(\frac{m^3}{s} \right) * p (Pa)$$

SISTEMA HIDRÁULICO – FORÇA DE LEVANTAMENTO



SISTEMA HIDRÁULICO – FORÇA DE LEVANTAMENTO



DLG - OCDE

profi Tractor test



Width: 248cm; Length: 504cm
(with front linkage); Height: 278cm

Technical data, test results

Claas Arion 450

Technical data

Engine: 92kW/125hp (ECE R 120) at 2,200rpm; water-cooled, 4.5-litre, four-cylinder FPT N45, Stage IV (Tier 4F) with DOC, SCR and AdBlue; turbo-charger; inter-cooling; 190-litre fuel tank, 22-litre AdBlue tank

Transmission: 24F/24R Hexashift with six powershift steps and four main ranges; powershuttle, automatic functions for field and road, 40km/hr, optional creeper box starts at 140m/hr

Brakes: Wet disc brakes at the rear, mechanical hand brake; air brakes standard for 2018

Electrics: 12V, 180amps battery, 200amps alternator, 4.2kW/5.7hp starter power

Linkage: Cat II/III, ELC with draft link control and load compensating drop-rate control; front linkage and pto are options

Hydraulics: 110l/min swash plate pump (standard 60l/min gear pump), 190 bar, up to six spools (four + two electric spools with time and flow control), 25/50 litres of available oil for external implements

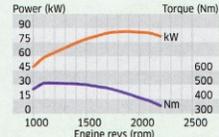
Pto: 540/540E/1,000, 13/8in, six/21 splines, electro-hydraulic engagement

Axles and running gear: Flanged axle, multi-plate differential locks, electro-hydraulic engagement as for 4WD. Tested tyres 480/65 R28 at front and 600/65 R38 at rear

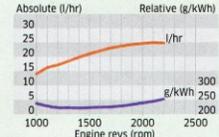
Service and maintenance: 12.3 litres of engine oil (oil change intervals of 600 hours); 67.0 litres of transmission/hydraulic oil (1,800 hours), 16.0-litre cooling system

List price: Arion 450 in base spec from €87,640, CSI spec €92,090, CSI+ spec €100,070, Hexashift €2,275, front suspension £4,400, cab suspension £1,640, front loader (incl brackets) €8,940, front linkage €2,810

Output and torque



Fuel consumption



Results from the OCDE test station

Pto output
Max (1,900rpm) 86.5kW
At rated speed 81.4kW

Diesel/AdBlue consumption
Max output 233+22.4g/kWh
At rated speed 252+23.3g/kWh
Absolute max/at rated 24.2/24.7l/hr

Torque (no boost)
Max 510Nm (1,200rpm)
Torque rise 44%
Engine speed drop 45%
Start-off torque 132%

Transmission
No. of gears in 4-12km/hr range Nine

Rear lift capacities (90% max oil pressure, cor)
Bottom/middle/top 4,149/4,585/4,788daN
Lift range under load 67.2cm (23.0-90.2cm)

Front lift capacities (90% max oil pressure, cor)
Bottom/middle/top 1,719/2,362/3,321daN
Lift range under load 79.4cm (15.6-95.0cm)

Hydraulic output
Operating pressure 185 bar
Max flow 104.7l/min
Max output 27.7kW (99.7l/min, 167 bar)

Drawbar power
Max (1,900rpm) 79.6kW (254.0g/kWh)
At rated speed 74.2kW (276.0g/kWh)

Noise level (under load at driver's ear)
Cab closed/open 75.7/78.9dB(A)

Braking
Maximum mean deceleration 4.2m/s²
Pedal force 45.0daN

Turning circle
4WD disengaged 11.20m

Test weight
Front axle 2,830kg
Rear axle 3,040kg
Kerb weight 5,870kg
Gross axle weight (front/rear) 4,000/6,800kg
Max permissible weight 8,500kg
Payload 2,630kg
Power-weight ratio 63kg/kW
Wheelbase 25.2cm
Track width front/rear 197/194cm
Ground clearance 53.0cm

Fuel economy at typical performance

Working area	Output	Speed	g/kWh	l/hr
Standard pto shaft 540	100%	1,920	235	24.4
Economy speed pto 540E	100%	1,560	223	21.5
Standard speed pto 1,000rpm	100%	1,964	236	24.4
Economy pto 1,000E rpm	100%	-	-	-
Engine in top speed range	80%	max	263	20.7
High output	80%	90%	246	19.3
Transport work	40%	90%	307	12.0
Low output, 1/2 speed	40%	60%	251	9.8
High output, 1/2 speed	60%	60%	230	13.5

The test results

Engine ■ ■ ■
Performance characteristics 2.2
Fuel consumption 1.5
Pto output/drawbar power 2.0
Good performance characteristics, very good fuel economy despite AdBlue; high drawbar power and pto output

Transmission ■
Gearbox ratios/functions 2.0
Shifting 1.7
Clutch, throttle 2.0
Pto 2.5
Six powershift steps with very good auto functions, left/right shuttle controls but can't switch between them, maximum speed 40km/hr and three pto speeds

Axles and running gear ■
Steering 1.5
Four-wheel drive and diff lock 1.5
Hand- and footbrake 2.0
Front axle /cab suspension 1.2
Weight and payload 3.0
Manoeuvrable, optional quick-steer system, high operator comfort; good brakes and reasonable kerb weight but (below) average payload

Linkage/hydraulics ■ ■ ■
Lift power and lift height 2.5
Operation 2.0
Hydraulic output 1.7
Spool valves 1.8
Hydraulic couplers 2.0
Average lift force, good hydraulic output from top-end pumps; very good spools, good rear couplers

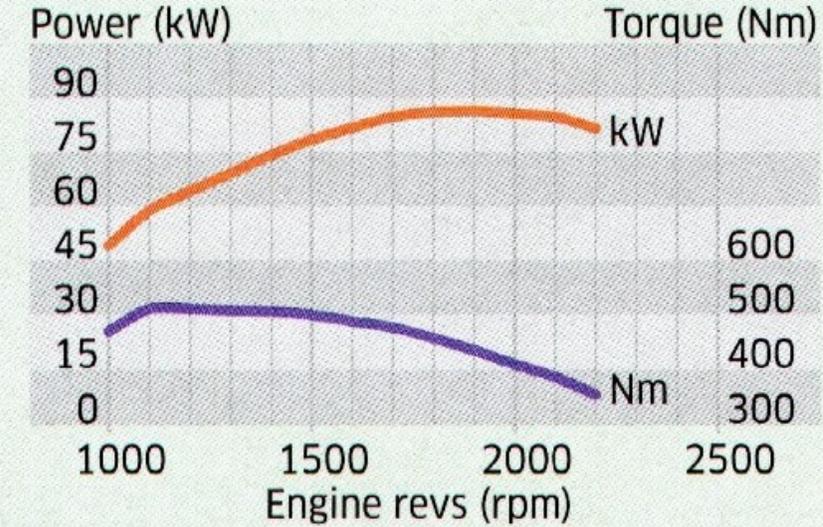
Cab ■
Space and comfort 1.2
Visibility 1.4
Heating/ventilation 2.0
Noise level 2.7
Electrics 1.5
Build quality 1.5
Maintenance 1.5
Excellent space, build quality and comfort; noise level under load is OK; ventilation system overhead, right steps are adequate

Ability ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
Basic standards ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
Average standards ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
High standards ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
Field work ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
Grassland work ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
Transport work ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
Loader work ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

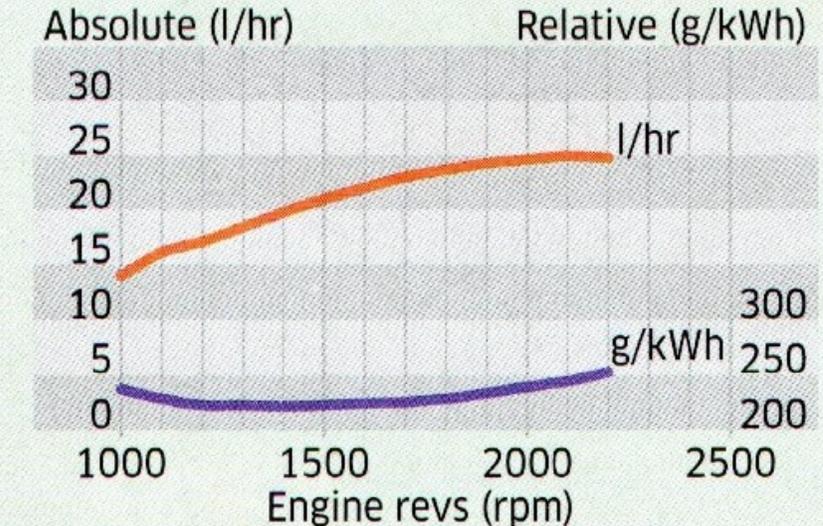
Price ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
€52,000 to €59,000 ■
Typical farmer buying price after discount excl. VAT for base specification Claas Arion 450

Grading system:
■ = very good, ■ = good, ■ = average,
■ = below average, ■ = poor
The individual marks are extracts from our assessments and do not necessarily result in a mathematically conclusive overall mark.

Output and torque



Fuel consumption



DLG - OECD

Results from the test station

Pto output

Max (1,900rpm)	86.5kW
At rated speed	81.4kW

Diesel/AdBlue consumption

Max output	233+22.4g/kWh
At rated speed	252+23.3g/kWh
Absolute max/at rated	24.2/24.7l/hr

Torque (no boost)

Max	510Nm (1,200rpm)
Torque rise	44%
Engine speed drop	45%
Start-off torque	132%

Transmission

No. of gears in 4-12km/hr range	Nine
---------------------------------	------

Rear lift capacities (90% max oil pressure, cor.)

Bottom/middle/top	4,149/4,585/4,788daN
Lift range under load	67.2cm (23.0-90.2cm)

Front lift capacities (90% max oil pressure, cor.)

Bottom/middle/top	1,719/2,362/3,321daN
Lift range under load	79.4cm (15.6-95.0cm)

Hydraulic output

Operating pressure	185 bar
Max flow	104.7l/min
Max output	27.7kW (99.7l/min, 167 bar)

Drawbar power

Max (1,900rpm)	79.6kW (254.0g/kWh)
At rated speed	74.2kW (276.0g/kWh)

Noise level (under load at driver's ear)

Cab closed/open	75.7/78.9dB(A)
-----------------	----------------

Braking

Maximum mean deceleration	4.2m/s ²
Pedal force	45.0daN

Turning circle

4WD disengaged	11.20m
----------------	--------

DLG - OECD

Test weight

Front axle	2,830kg
Rear axle	3,040kg
Kerb weight	5,870kg
Gross axle weight (front/rear)	4,000/6,800kg
Max permissible weight	8,500kg
Payload	2,630kg
Power-weight ratio	63kg/kW
Wheelbase	253cm
Track width front/rear	197/194cm
Ground clearance	53.0cm

DLG - OECD

Claas Arion 450

Technical data

Engine: 92kW/125hp (ECE-R 120) at 2,200rpm; water-cooled, 4.5-litre, four-cylinder FPT N45, Stage IV (Tier 4F) with DOC, SCR and AdBlue; turbo-charger; inter-cooling; 190-litre fuel tank, 22-litre AdBlue tank

Transmission: 24F/24R Hexashift with six powershift steps and four main ranges, powershuttle, automatic functions for field and road; 40km/hr, optional creeper box starts at 140m/hr

Brakes: Wet disc brakes at the rear, mechanical hand brake; air brakes standard for 2018

Electrics: 12V, 180amps battery, 200amps alternator, 4.2kW/5.7hp starter power

Linkage: Cat II/III; ELC with draft link control and load compensating drop-rate control; front linkage and pto are options

Hydraulics: 110l/min swash plate pump (standard 60l/min gear pump), 190 bar, up to six spools (four + two electric spools with time and flow control); 25/50 litres of available oil for external implements

Pto: 540/540E/1,000; 1 3/8in, six/ 21 splines, electro-hydraulic engagement

Axles and running gear: Flanged axle, multi-plate differential locks, electro-hydraulic engagement as for 4WD. Tested tyres 480/65 R28 at front and 600/65 R38 at rear

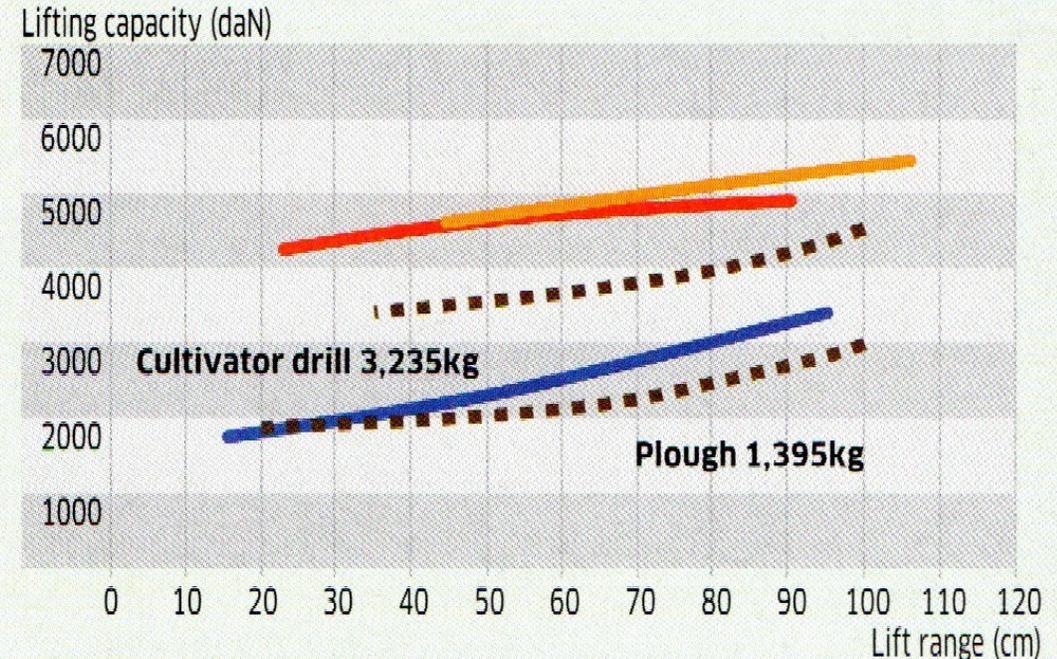
Service and maintenance: 12.3 litres of engine oil (oil change intervals of 600 hours); 67.0 litres of transmission/hydraulic oil (1,800 hours), 16.0-litre cooling system

List price: Arion 450 in base spec from £87,640, CSI spec £92,090, CIS+ spec £100,070, Hexashift £2,275, front suspension £4,400, cab suspension £1,640, front loader (incl brackets) £8,940, front linkage £2,810

DLG - OECD

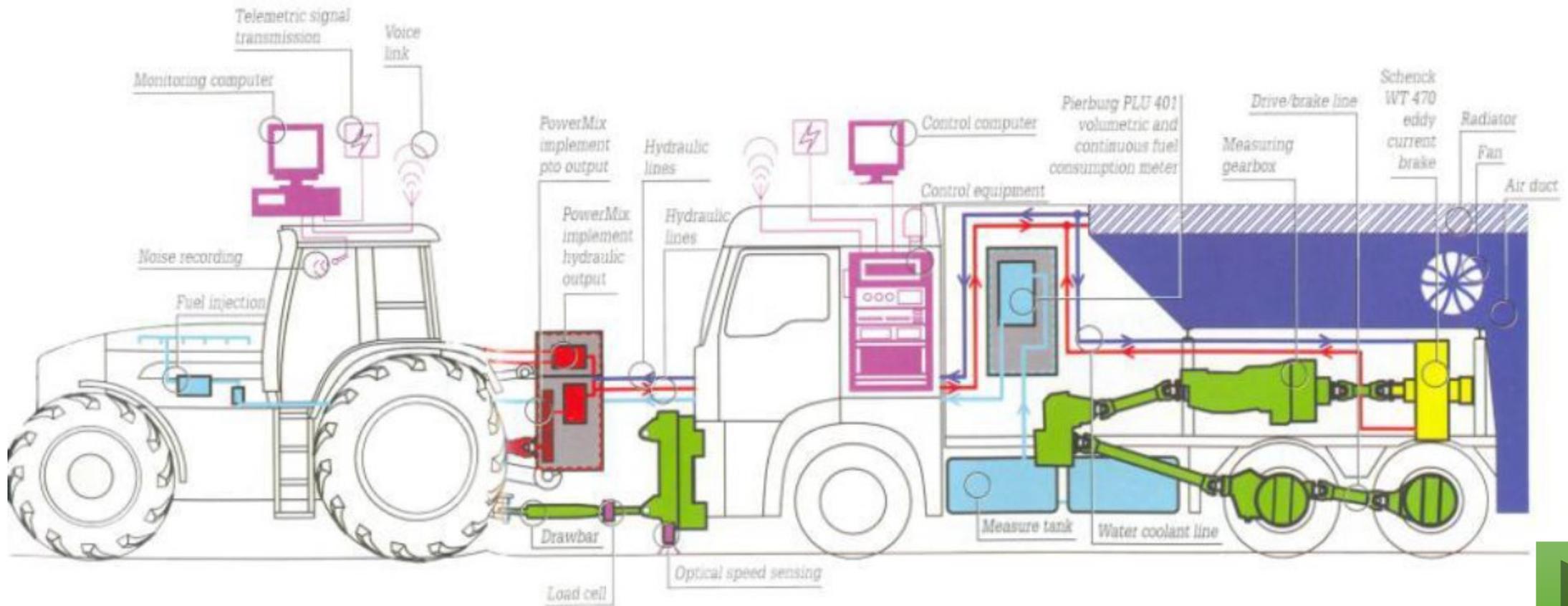
Lift power and lift requirement

Claas Arion 450: The red curve shows the recorded lift capacity (90% of maximum lift) as continuous lift power on the link ends. The yellow curve displays lift capacity with the lift arms shortened – more than 350daN extra lift capacity with a 6cm smaller lift range. Thanks to the rising power curve, the Arion is able to lift a 3.2t power harrow drill combi.



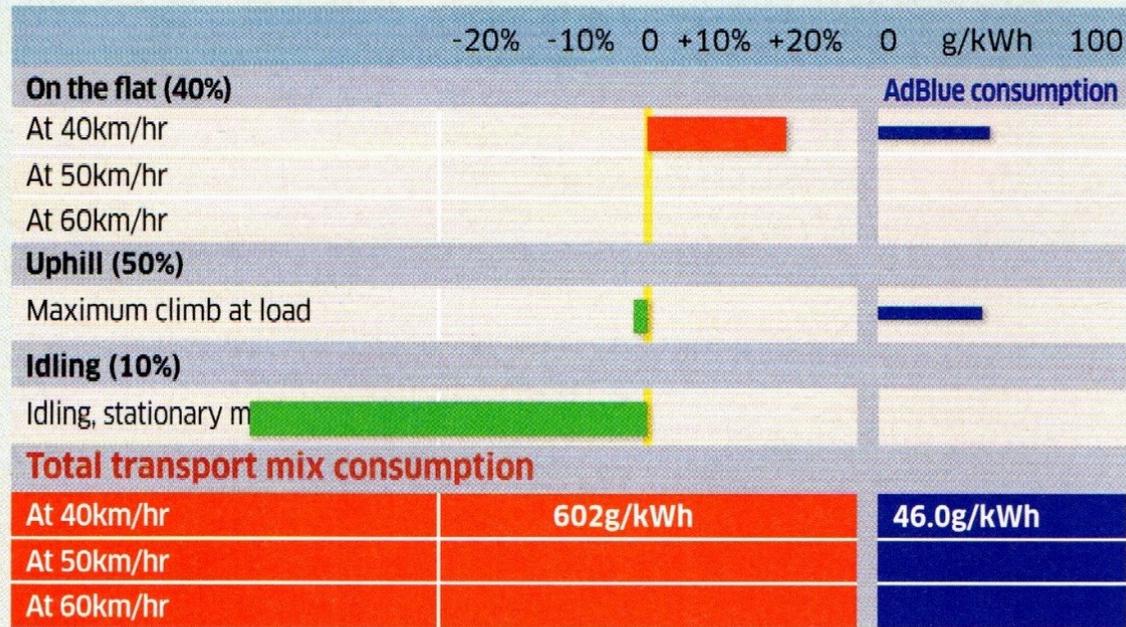
- Front linkage: continuous 1,719daN; 79.4cm lift height
- Long rear lift arms: continuous 4,149daN; 67.2cm lift height
- Short rear lift arms: continuous 4,509daN; 61.4cm lift height

DLG POWERMIX



DLG POWERMIX

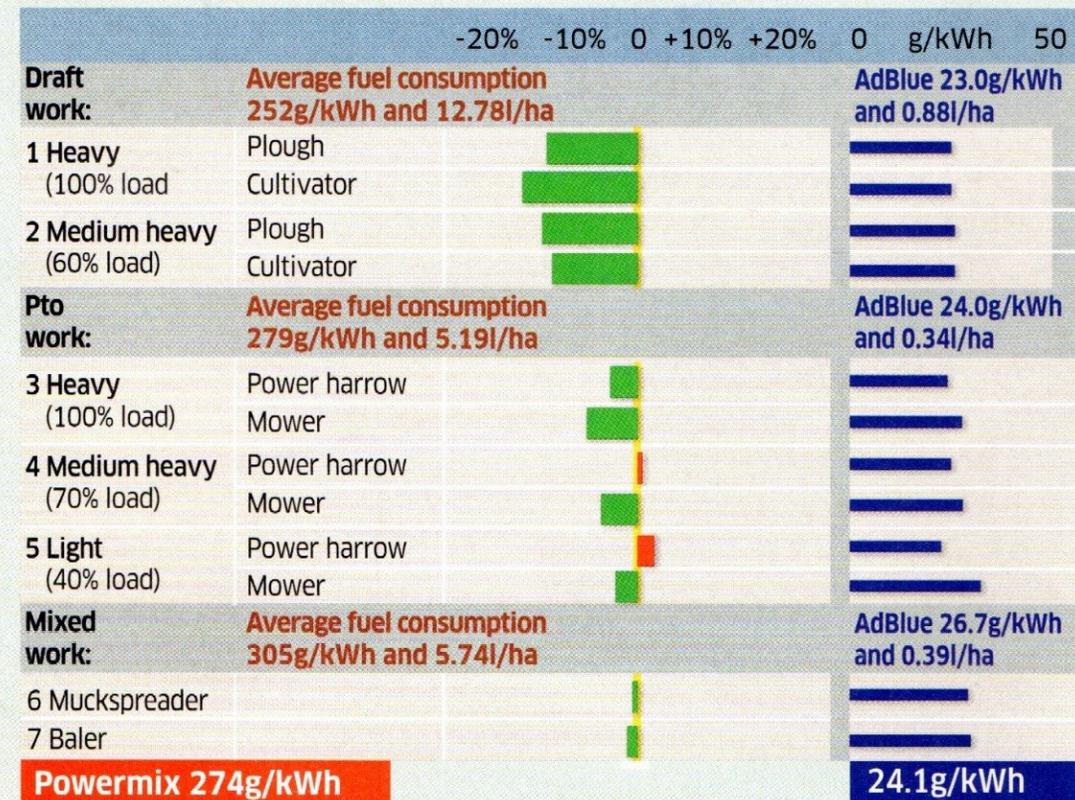
Fuel consumption in transport work



The DLG transport test is currently carried out on the road. The test tractor travels around a course, pulling a trailer with a load tailored to the tractor's pto output. Each measurement is repeated three times. Uphill work accounts for 50% of the total result, travelling on a flat surface represents 40% and idling for 10%. The yellow lines in the graph mark the average result obtained from all tractors which have participated in the transport test so far. The length of the bars indicates the percentage by which the test candidate was better than (green) or fell short of (red) the average result. The current average for the Powermix transport test is 590g/kWh at 40km/hr and 575g/kWh at 50km/hr. At 40km/hr the Claas was higher than average. Here the overall consumption was only 2% higher than the average rate obtained from all tractors tested up to now.

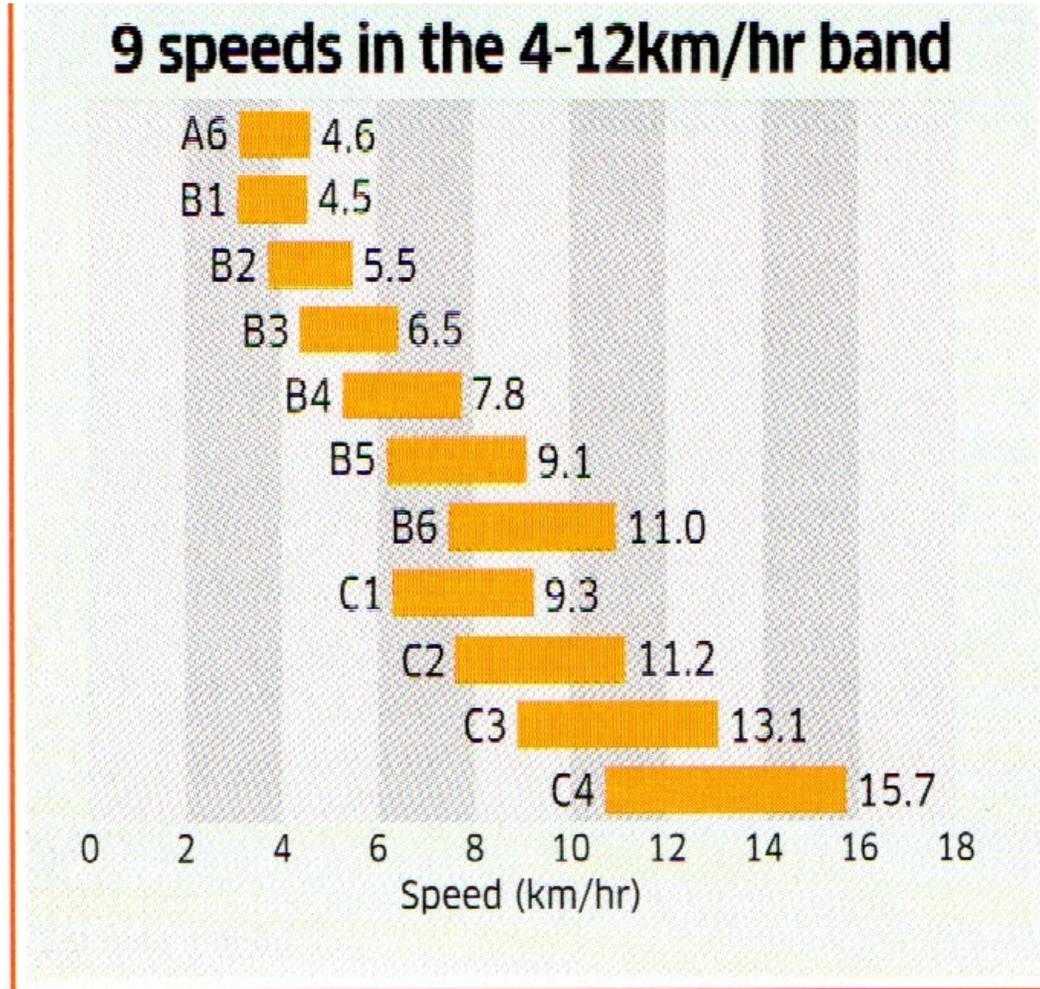
Claas Arion 450

Fuel consumption in field work



The Powermix figure is shown at the bottom to the left and is arrived at by averaging the seven individual tests. The table shows average results for the categories draft work, pto work and mixed work, measuring fuel consumption in grams per kilowatt hour and in litres per hectare. The right graph charts the AdBlue consumption curve (AdBlue is not a fuel but is diesel exhaust fluid and used by the SCR system). The bars are narrower here because AdBlue is less expensive than diesel. Blue text marks the average rates. The yellow line in the left graph shows the average result obtained from all previous Powermix tests. The length of the individual bars indicates tractor performance in this specific type of work was better than (green) or fell short of (red) the average result of all Powermix candidates tested to date. The average Powermix parameter, obtained from all tractors tested to present, is currently 289g/kWh. For all types of work the Arion 450's Powermix was below average. The overall Powermix result for diesel consumption is 4.8% below our current running average. But we still need to account for the AdBlue, and in this part of the test we achieved an average of 6.9 litres of DEF per 100 litres of diesel.

DLG POWERMIX

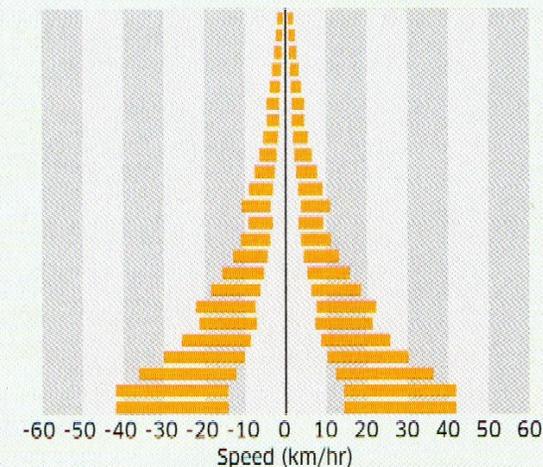


Speed ratios

Hexashift gearbox with 24/24 speeds, nine of which are in the 9-12km/hr range (but some are very closely spaced). A 50km/hr option is not available, although a creeper offers speeds from 140m/hr.



24 forward/reverse speeds



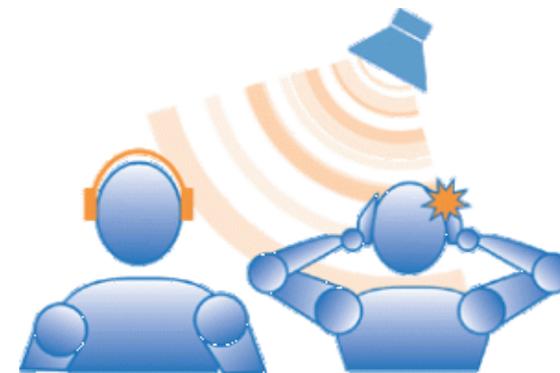
ENSAIO DE TRATORES II

Ruídos

- Ruídos

Som ou mistura complexa de sons que causam sensação de desconforto → som indesejável

- Afetam negativamente o desempenho no trabalho e aumentam o risco de acidentes
- Danos físicos e mentais irreversíveis



RUÍDOS

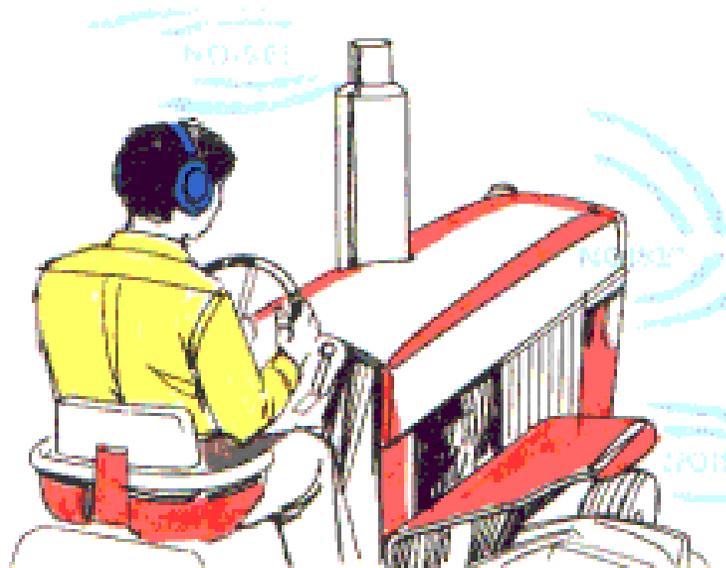
- Perda de capacidade auditiva

Tempo de exposição;

Nível de ruído;

Frequência de exposição;

Sensibilidade do operador



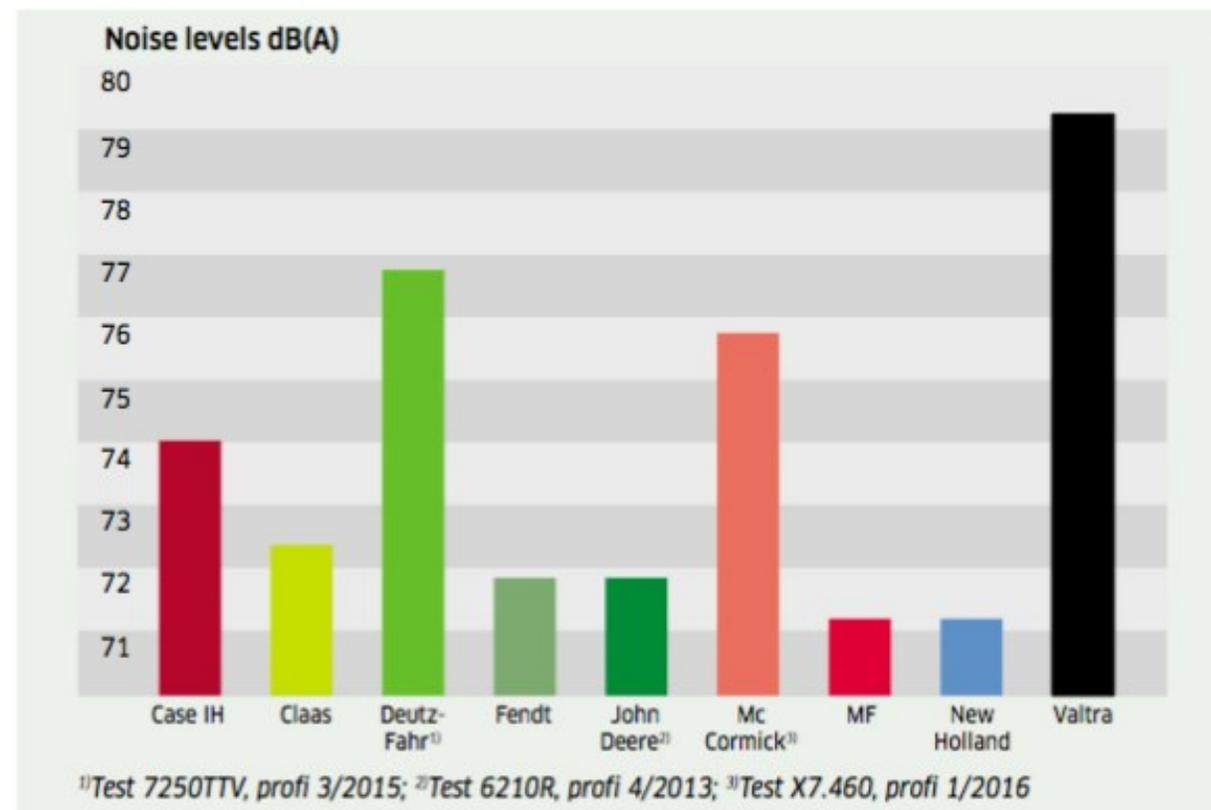
Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente

<i>Nível de ruído dB(A)</i>	<i>Máxima exposição diária permissível</i>
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Ruídos

- Limite máximo para jornada média de trabalho de 8 horas é 85 dB
- Parte dos tratores apresentam nível de ruído acima deste nível
 - Uso de protetores auriculares
 - Cabines

Cab noise levels



Profi Magazine, Mar. 2016

ENSAIO DE RUÍDOS NA POSIÇÃO DO OPERADOR

- Mensurações realizadas em trator não lastrado, em área aberta, sem ventos e sem ruídos
- Superfície que não gere ruído excessivo dos pneus
- Quando o trator possui cabine, esta deve permanecer fechada
- Durante a mensuração o microfone deve ser posicionado direcionado para a frente, a 250 mm do plano mediano do assento e do lado em que houver maior ruído, a 700 mm acima e 10 mm para frente do ponto de referência do assento.
- As mensurações devem ser realizadas com aceleração máxima e com a aplicação de carga que gere o maior nível de ruído.

ENSAIO DE RUÍDOS NA POSIÇÃO DO OPERADOR

Procedimento de ensaio do nível de ruído

- Ruído mensurado em todas as marchas com a aplicação de carga que gere maior ruído
- Sem carga na barra e com a marcha que ofereça velocidade de deslocamento mais próxima a $7,5 \text{ km h}^{-1}$ e na maior velocidade possível
- Devem ser apresentados os resultados para:
 - O nível de ruído na condição com carga na marcha em que a velocidade de deslocamento esteja mais próxima a $7,5 \text{ km h}^{-1}$ e em todas as outras em que o nível seja superior a esta
 - O nível de ruído na condição sem carga na marcha em que a velocidade de deslocamento esteja mais próxima a $7,5 \text{ km h}^{-1}$
 - Máximo ruído na maior velocidade de deslocamento possível na condição sem carga.
- Para tratores com tração dianteira o ensaio deve ser realizado com a tração acoplada e desacoplada..

ENSAIO DE RUÍDOS NA POSIÇÃO DO OPERADOR

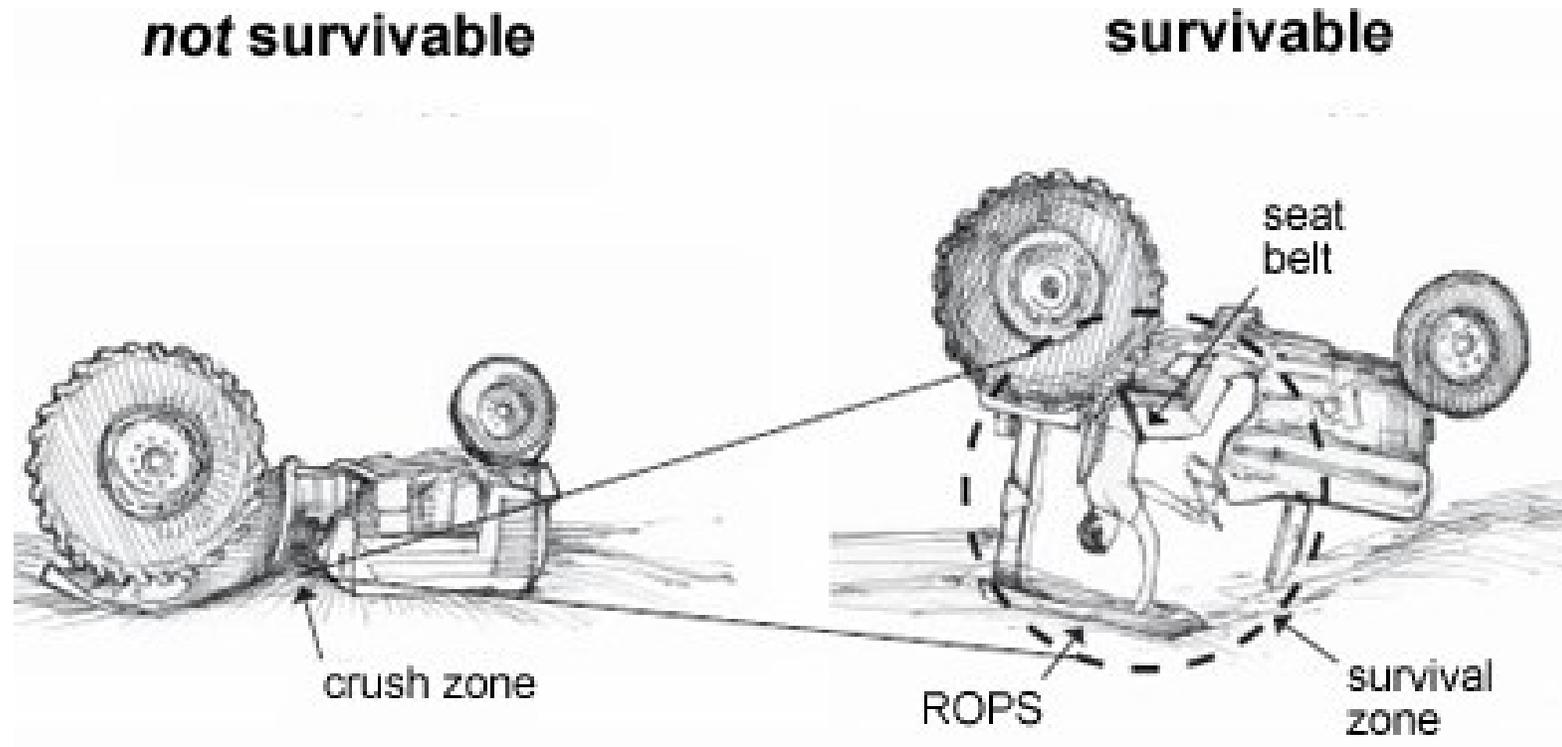
MARCHAS	CARGA NA BARRA (%)		PRESSÃO SONORA dB(A)	
	Nominal	Real	Ouvido	De fundo
4ª	25	24,4	96,8	70,5
	75	74,4	97,3	
	100	-	-	
5ª	25	24,0	96,8	72,1
	75	74,6	98,2	
	100	100,8	99,0	
6ª	25	25,4	98,0	72,5
	75	74,2	99,2	
	100	99,1	98,7	
7ª	25	22,3	97,8	71,1
	75	76,0	99,1	
	100	100,8	98,0	
8ª	25	25,8	98,4	71,8
	75	76,9	99,0	
	100	96,6	98,7	
9ª	25	26,0	99,7	73,7
	75	76,0	99,2	
	100	99,0	99,8	

ENSAIO DA EPC



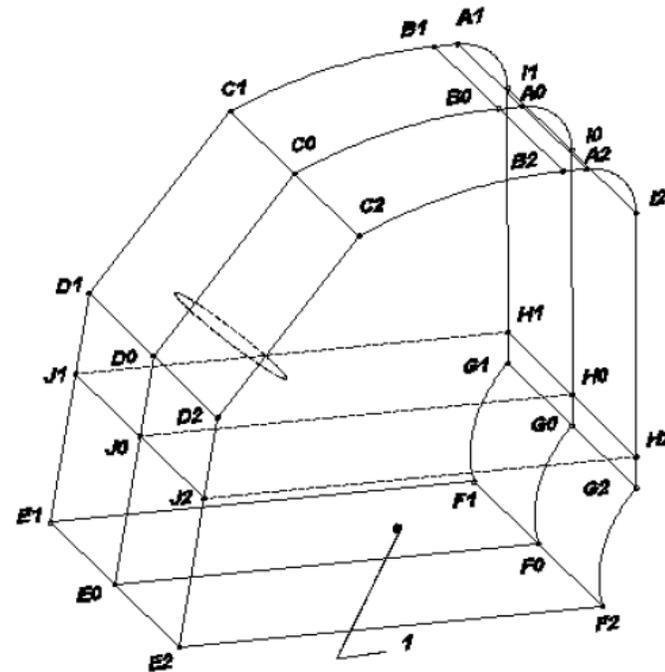
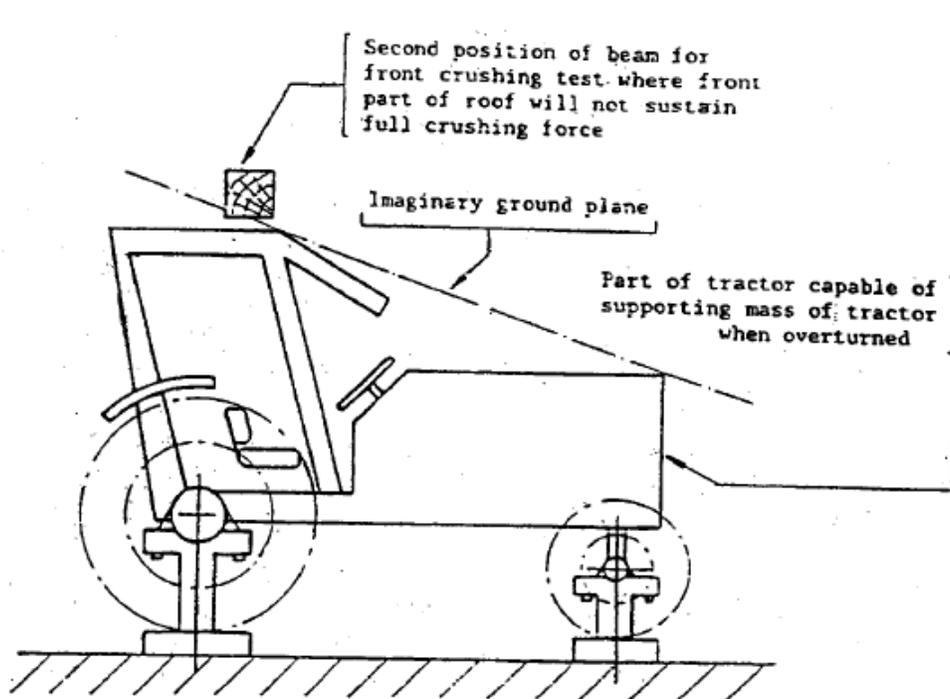
EPC – Estrutura de proteção na capotagem

- Aquela estrutura protetora cuja função essencial é atuar impedindo danos ao operador do trator em caso de um acidente com capotamento durante a operação.



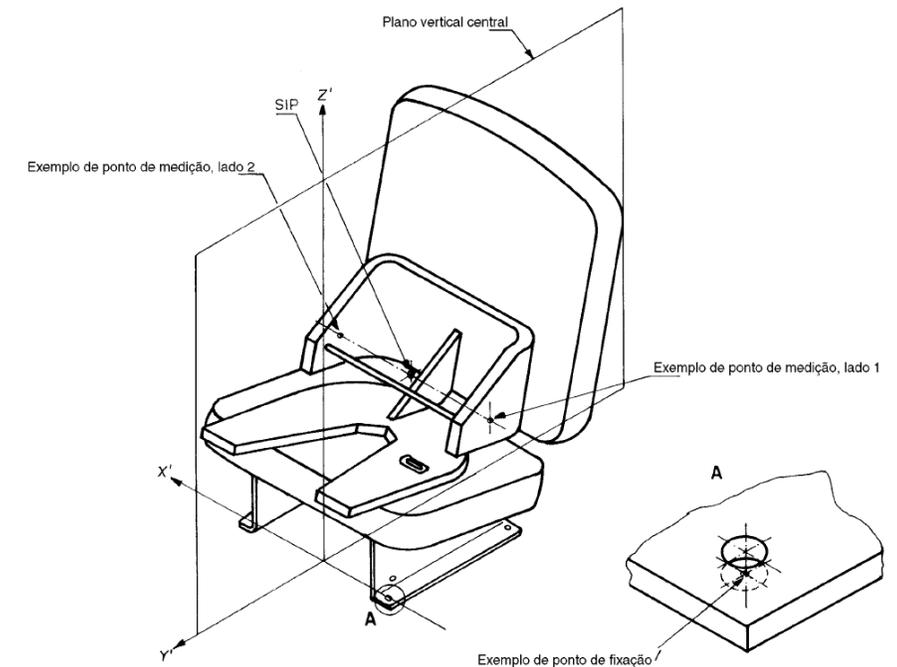
ENSAIO DA EPC (ROPS) DINÂMICO

EPCC deve possibilitar um espaço de proteção com dimensões suficientes para a segurança do operador que estiver no assento. Isto se dá pela deformação da estrutura ou pela formação de espaços delimitados pelos planos entre os pontos de apoio mais externos e a EPCC



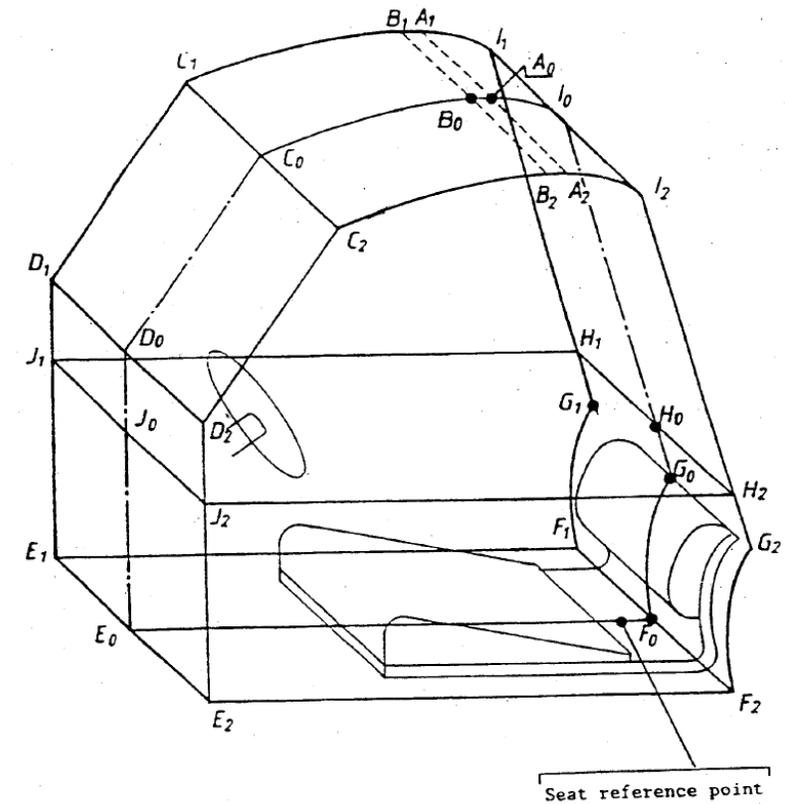
ENSAIO DA EPC (ROPS) DINÂMICO

- Preparativos
 - Determinar o ponto de referência do assento (SIP)
 - Ajustar o assento de modo que o SIP se encontre em sua posição mais alta e para trás
 - Determinar a região de segurança



ENSAIO DA EPC (ROPS) DINÂMICO

- Preparativos
 - Determinar a região de segurança para o operador
 - Determinar a massa do trator sem lastro



ENSAIO DA EPC (ROPS) DINÂMICO

Procedimentos

- A EPC deve ser golpeada por um bloco atuando como um pêndulo e submetida a esmagamento na parte dianteira e traseira
- A massa do bloco deve ter 2000 kg e suas dimensões 680 x 680 mm
- O bloco deve ser preso a uma estrutura com 6 m de altura em relação ao solo de tal modo que a altura do pêndulo possa ser convenientemente ajustada
- O primeiro impacto é realizado na parte traseira (para tratores com menos de 50% de massa no eixo dianteiro) e após o impacto procede-se ao esmagamento
- O segundo impacto é realizado na parte dianteira e o terceiro na lateral.
- Após os impactos é realizado novo esmagamento

ENSAIO DA EPC (ROPS) DINÂMICO

Procedimentos

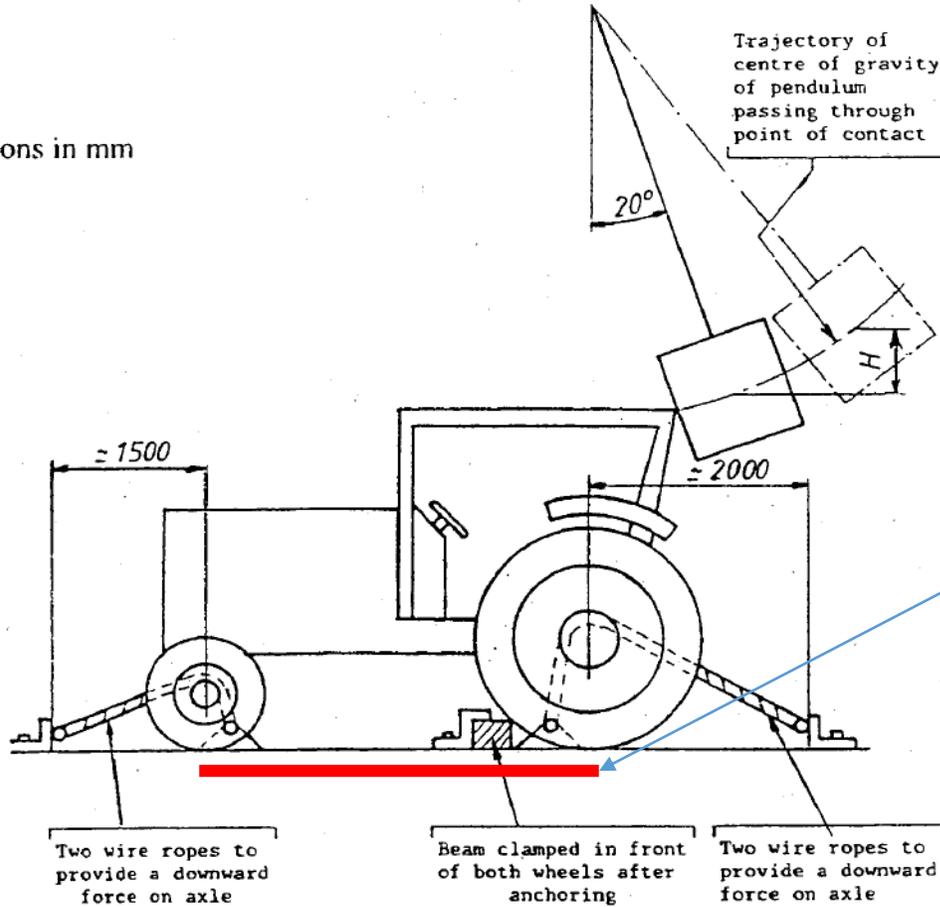
- A EPC deve ser golpeada por um bloco atuando como um pêndulo e submetida a esmagamento na parte dianteira e traseira
- A massa do bloco deve ter 2000 kg e suas dimensões 680 x 680 mm
- O bloco deve ser preso a uma estrutura com 6 m de altura em relação ao solo de tal modo que a altura do pêndulo possa ser convenientemente ajustada
- O trator é ancorado para os impactos e escorado para os esmagamentos

ENSAIO DA EPC (ROPS) DINÂMICO

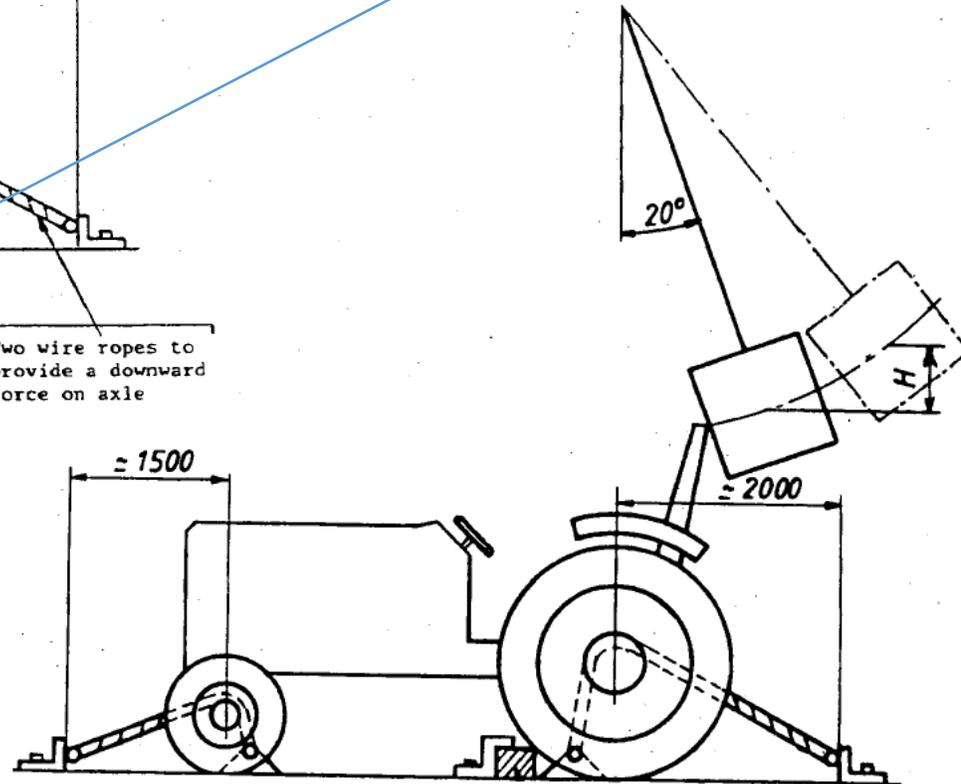
Procedimentos

- O primeiro impacto é realizado na parte traseira (para tratores com menos de 50% de massa no eixo dianteiro) e após o impacto procede-se ao esmagamento
- O segundo impacto é realizado na parte dianteira e o terceiro na lateral.
- Após os impactos é realizado novo esmagamento

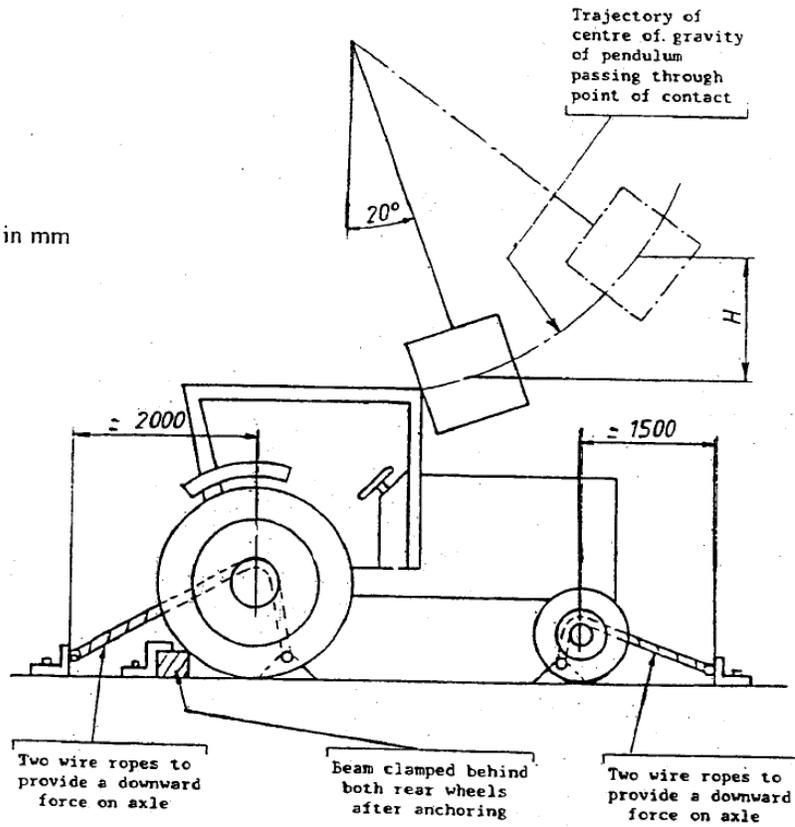
Dimensions in mm



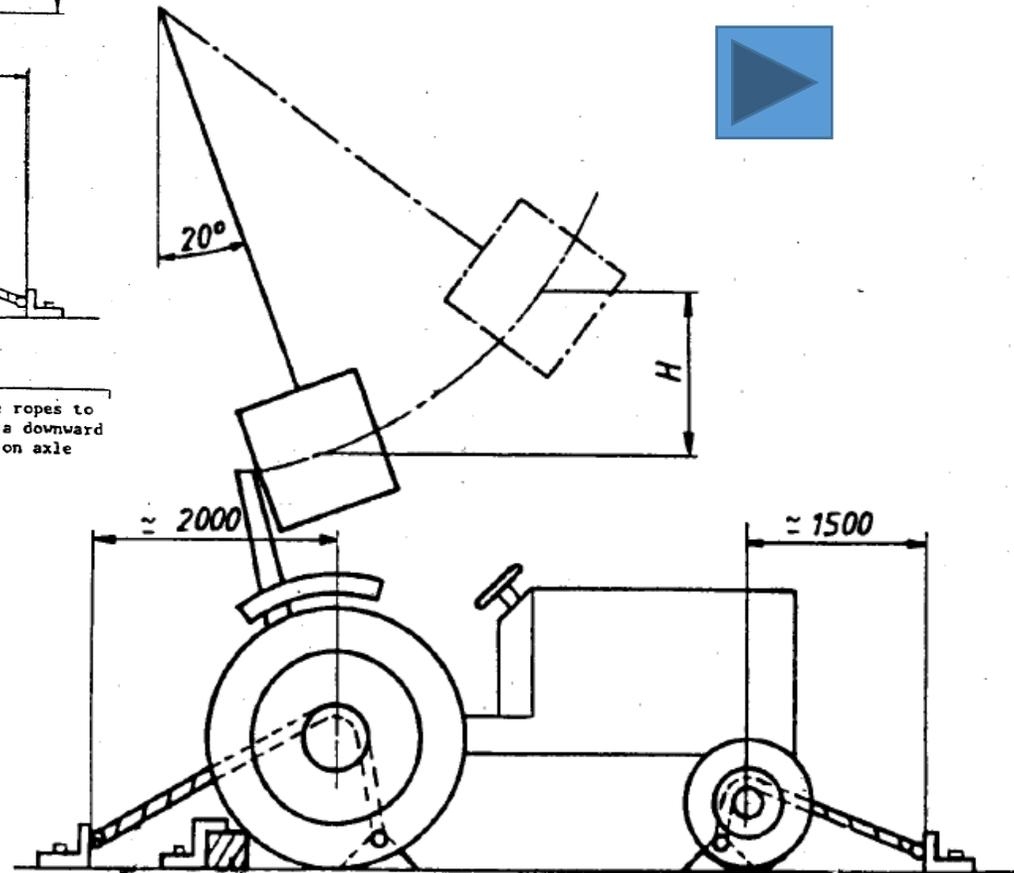
$$H = 2,165 * 10^{-8} * ML^2$$

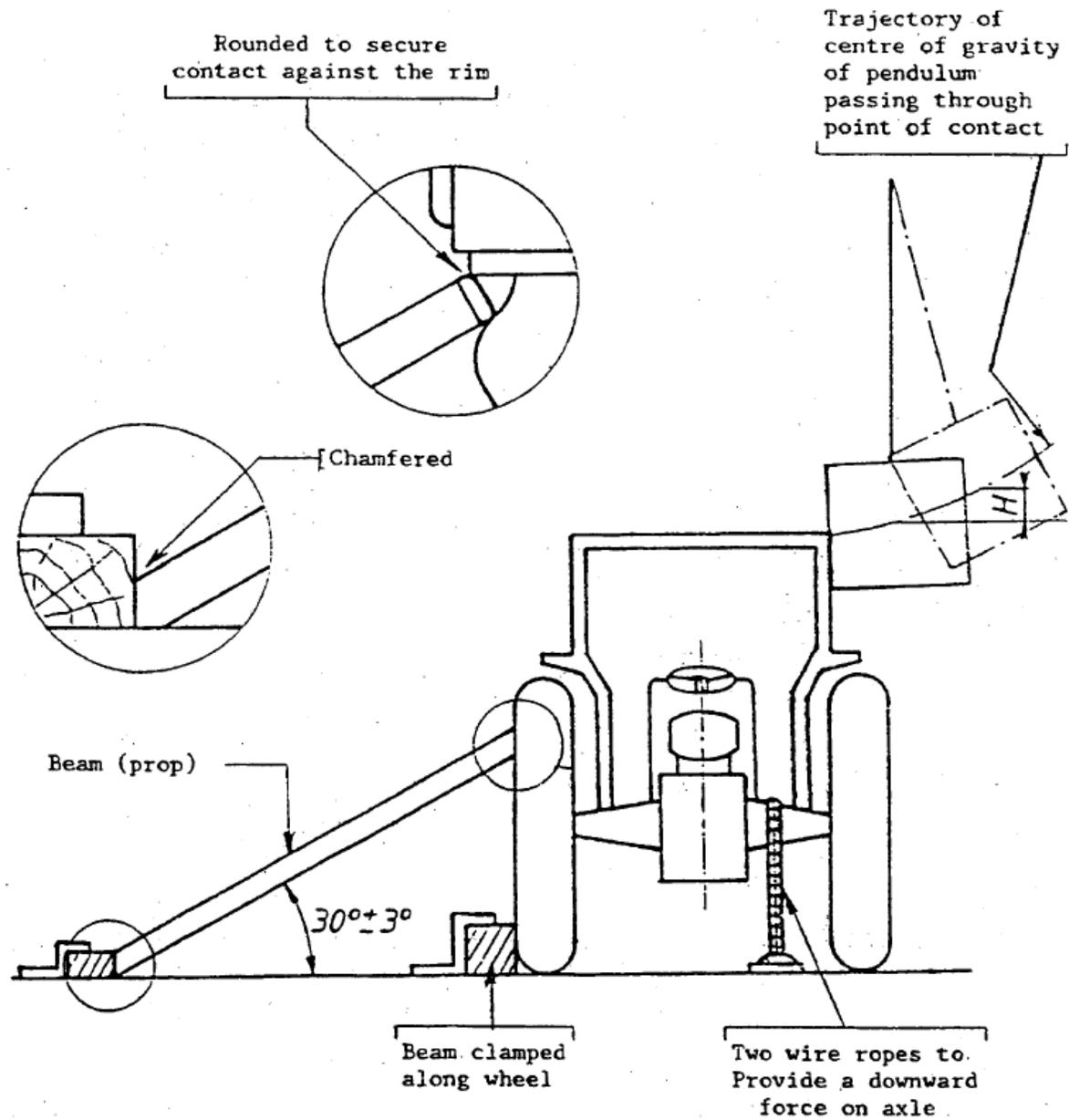


Dimensions in mm

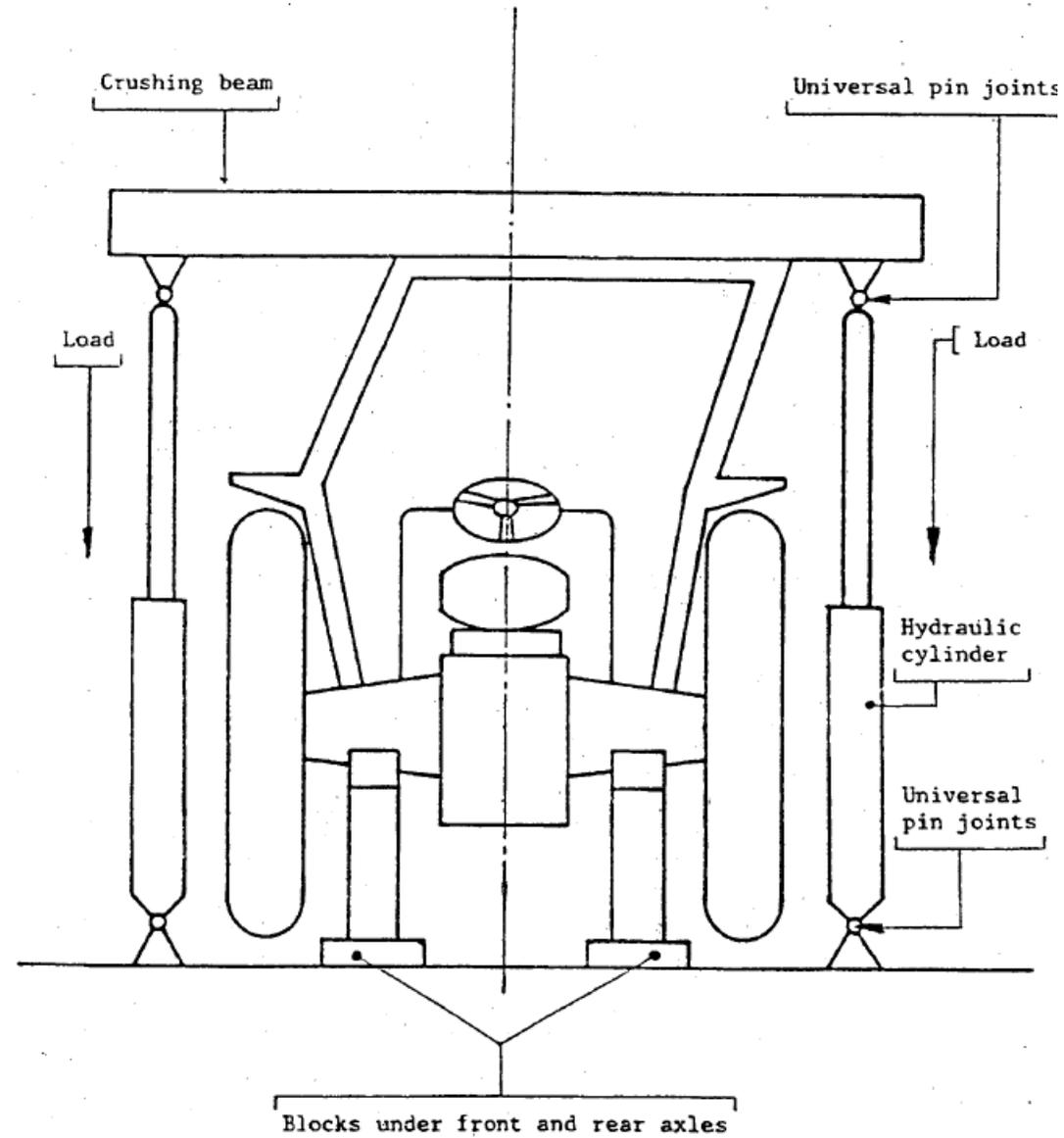


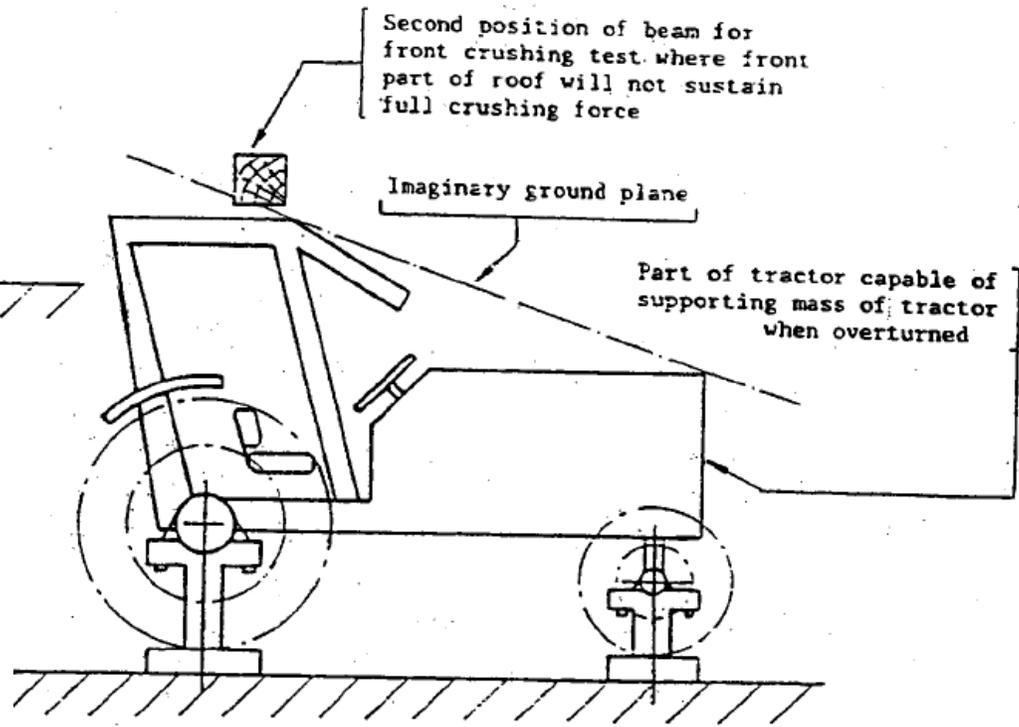
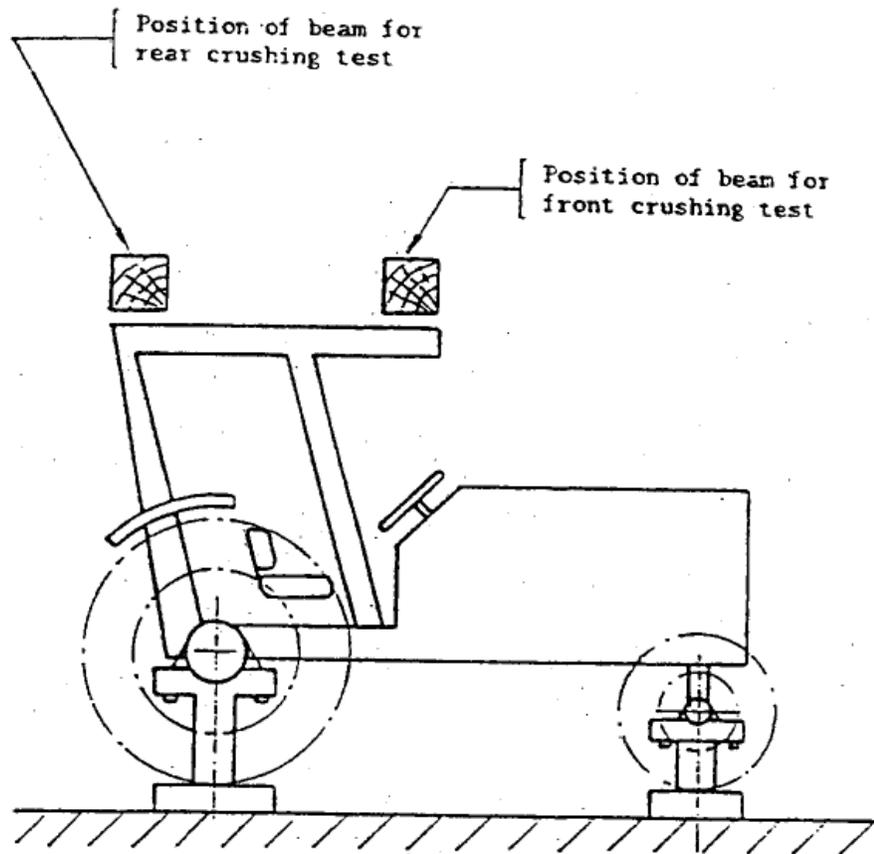
<https://youtu.be/5hmjgQ76uz8>

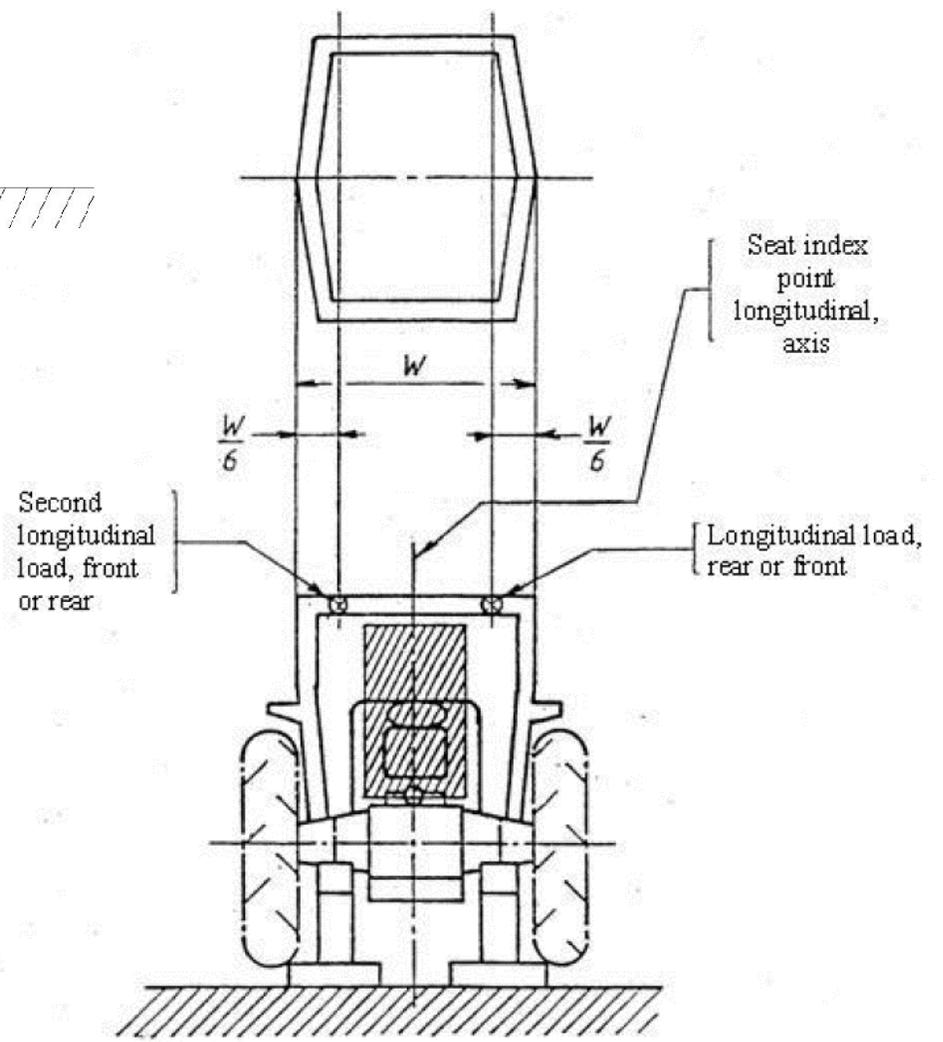
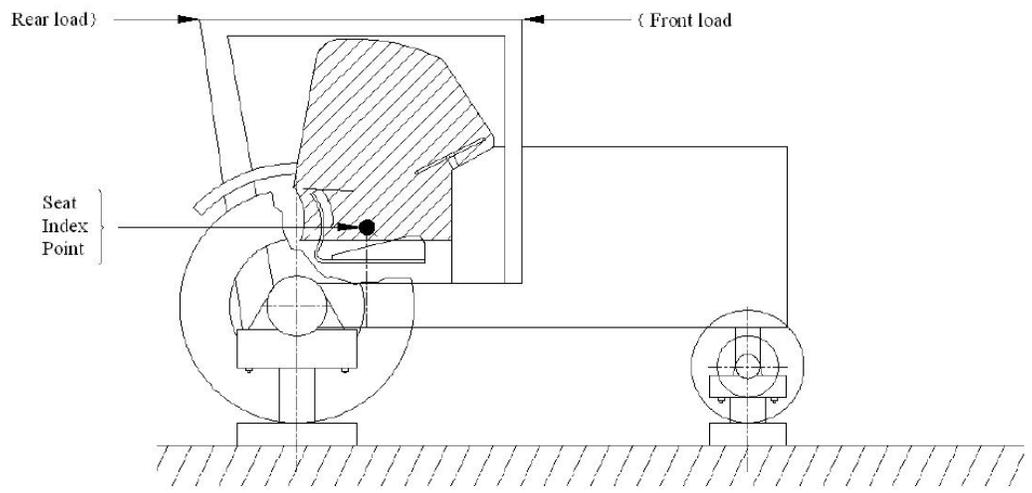




$$F = 20 * M$$





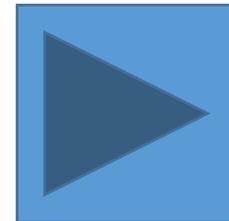


ENSAIO DA EPC (ROPS) ESTÁTICO

Procedimentos

- Aplicação de cargas longitudinais e cargas de esmagamento em ordem:
 - 1° Carga longitudinal na parte de trás
 - 2° Aplicação de carga de esmagamento na mesma porção
 - 3° Aplicação de carga lateral
 - 4° Aplicação de carga de esmagamento na porção oposta à primeira

https://youtu.be/ywCun_hqvaw?t=1



ELETRÔNICA EMBARCADA

- ✓ Inicialmente uma Unidade Central de Processamento (UCP geralmente um microprocessador), memória e conjunto de dispositivos de entrada e saídas



ELETRÔNICA EMBARCADA

- ✓ Na medida em que aumentam dispositivos eletrônicos começam a ocorrer problemas.
- ✓ Com a redução de custo de circuitos integrados: processadores espalhados → ECU – electronic control unit
- ✓ Os diversos ECUs são conectados através de tecnologia de rede
- ✓ CAN → controller area network, 1980, BOSCH
 - ✓ Mais simples
 - ✓ Mais robustas
 - ✓ Implementação de sistemas distribuídos

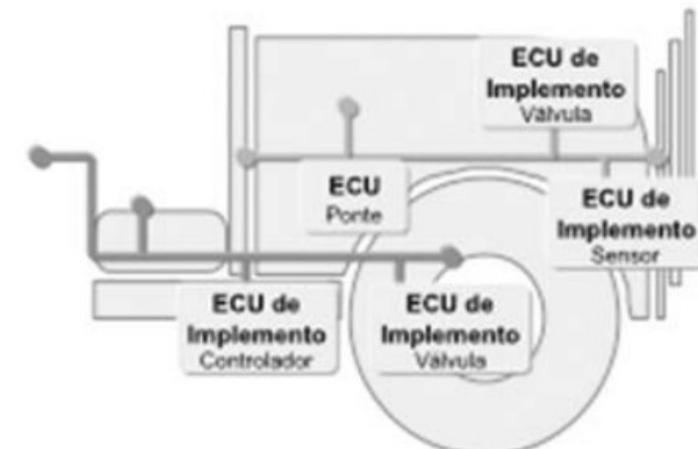
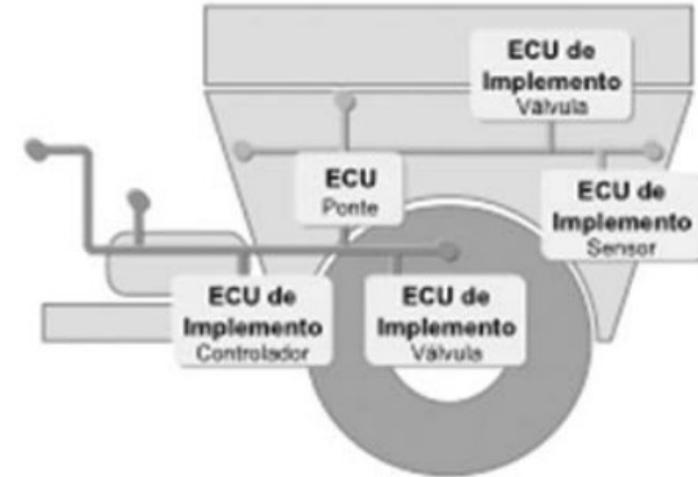
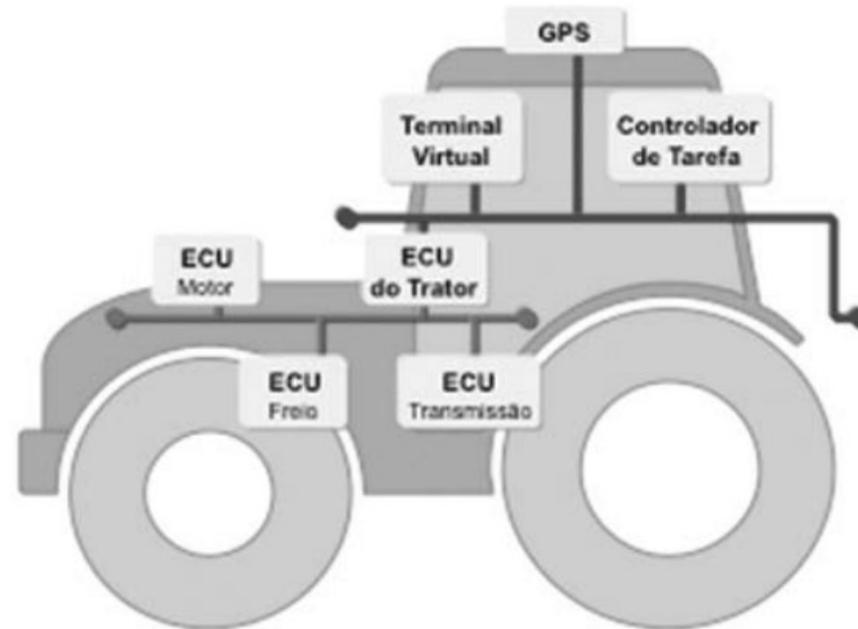
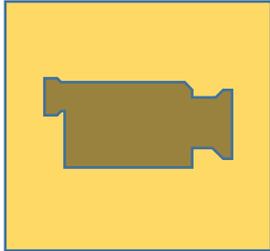
ELETRÔNICA EMBARCADA

- ✓ Necessidade de padronizar
 - ✓ CAN adotada como protocolo padrão da norma ISO11783 (Isobus)
- ✓ ISO 11783
 - ✓ Provê um padrão aberto para interconexão de sistemas eletrônicos embarcáveis através de um barramento de rede digital que permite a comunicação de dados entre dispositivos sensores, atuadores e controladores.
 - ✓ Permite conectividade entre máquinas e implementos
 - ✓ Evita redundância de sistemas eletrônicos
 - ✓ Protocolo CAN para conexão e uso de especificações contidas nas normas DIN9684 e SAE J1939

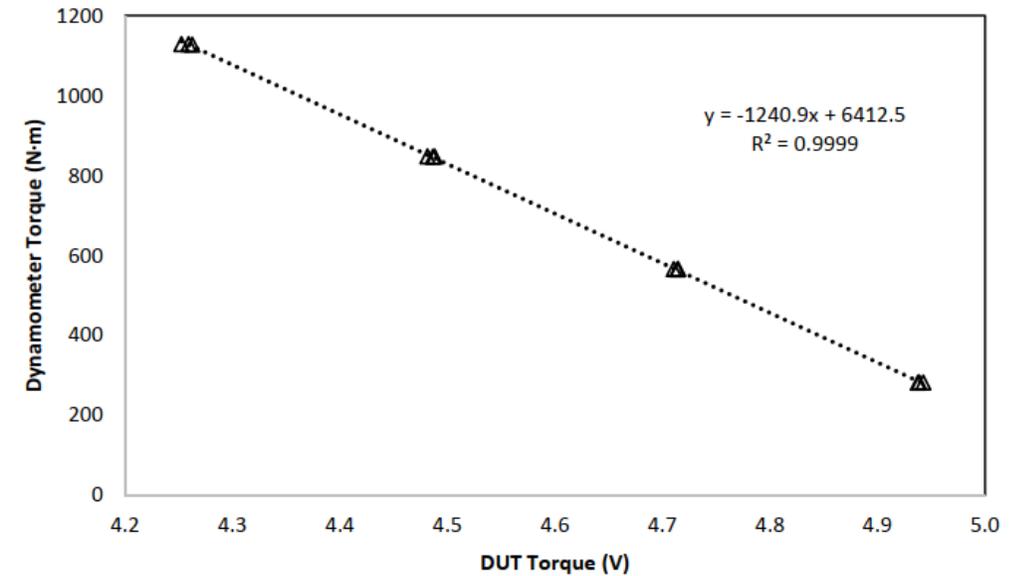
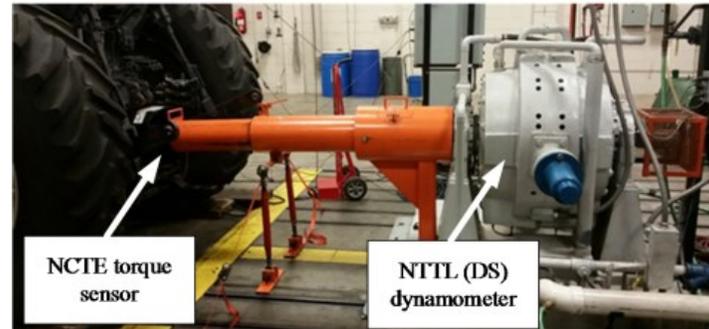
ELETRÔNICA EMBARCADA

- ✓ Rede básica de comunicação ISOBUS
 - ✓ Terminal Virtual ou universal (UT, Universal Terminal)
 - ✓ ECU que possui tela gráfica para realizar a interface com operador
 - ✓ Unidade de controle eletrônico do trator (TECU, Tractor ECU)
 - ✓ É uma unidade de interconexão de rede, conecta barramento do implemento com o do trator
 - ✓ Controlador de tarefas (TC, Task Controller)
 - ✓ ECU especial responsável pelo envio, recebimento e armazenamento de dados de processos agrícolas, contém a interface de dados para sistemas computacionais externos à máquina agrícola.
 - ✓ Unidade de controle eletrônico do implemento (I-ECU, Implement ECU)
 - ✓ responsável por interconectar todos os dispositivos do implemento e demais ECUs relacionadas com a aplicação agrícola com o UT por meio de um arquivo padrão denominado Object Pool trafegado na rede

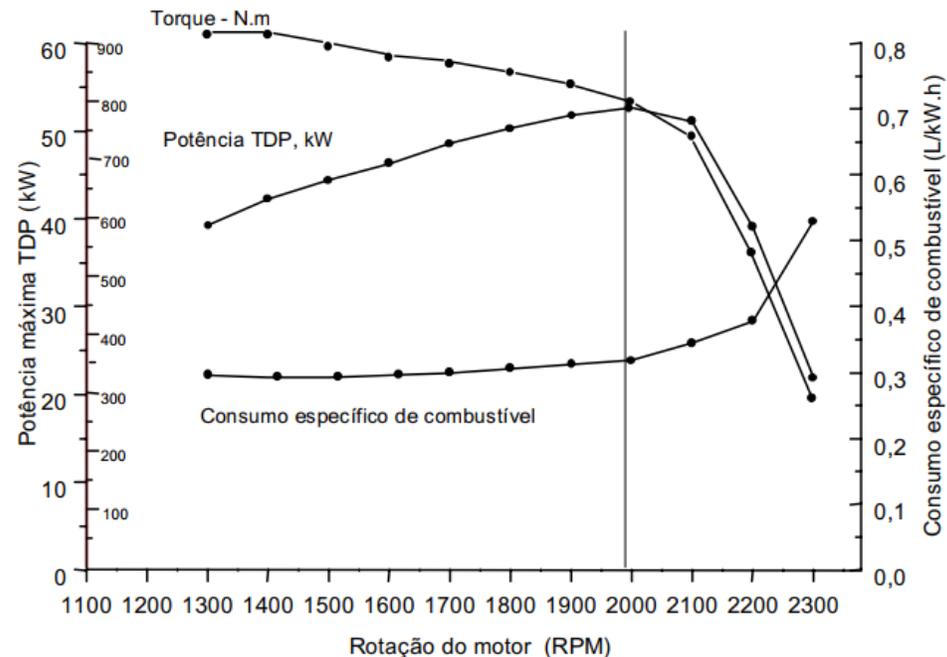
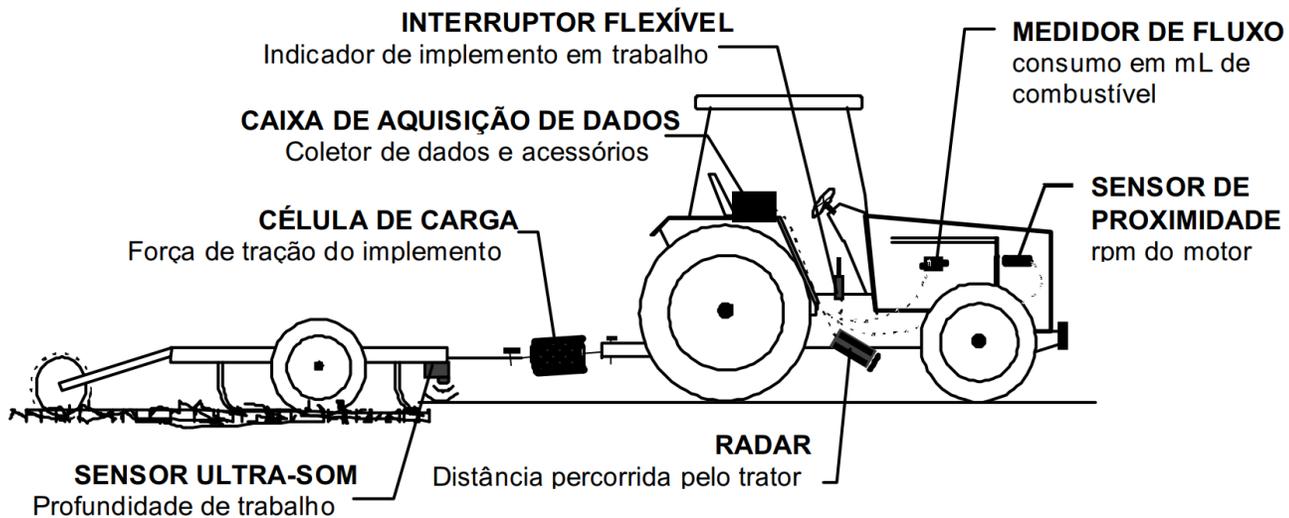
ELETRÔNICA EMBARCADA



SISTEMA PARA COLETA DE DADOS DE TORQUE NA TDP



Roeber, James B. W.; Pitla, Santosh K.; Hoy, R. M.; Luck, J. D.; and Kocher, Michael F. TRACTOR POWER TAKE-OFF TORQUE MEASUREMENT AND DATA ACQUISITION SYSTEM. *Applied Engineering in Agriculture*, v. 33 n.5, p. 679-686, 2017



Dinamômetro

Implemento	Determinações						
	Teor de umidade do solo	Potência na TDP	Patinagem	Consumo específico	Consumo horário	Velocidade	Profundidade de trabalho
	(%)	(kW)	(%)	(L/kW. hora)	(L/hora)	(km/hora)	(cm)
Arado escarificador de 5 hastes	22,5	29,7	5,8	0,41	11,7	5,7	25,0
Arado escarificador de 5 hastes	31,6	28,9	6,0	0,41	10,9	5,8	24,7
Grade aradora	31,6	22,8	2,7	0,45	9,6	7,7	7,3

Campo

Mantovani, E.C.; Leplatos, M.; Inamassu, R. Y.; Automação do processo de avaliação do desempenho de tratores e implementos em campo, **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.34, n.7, p.1241-1246, jul. 1999 .

In this study, CAN message data containing fuel rate, engine speed and percent torque were logged from the tractor's diagnostic port during anhydrous NH₃ application, field cultivation and planting operations. Time series and frequency plots of fuel rate and percent torque were generated to evaluate tractor load states. Based on the percent torque, engine speed and rated engine power, actual load on the tractor was calculated in each tractor load state.



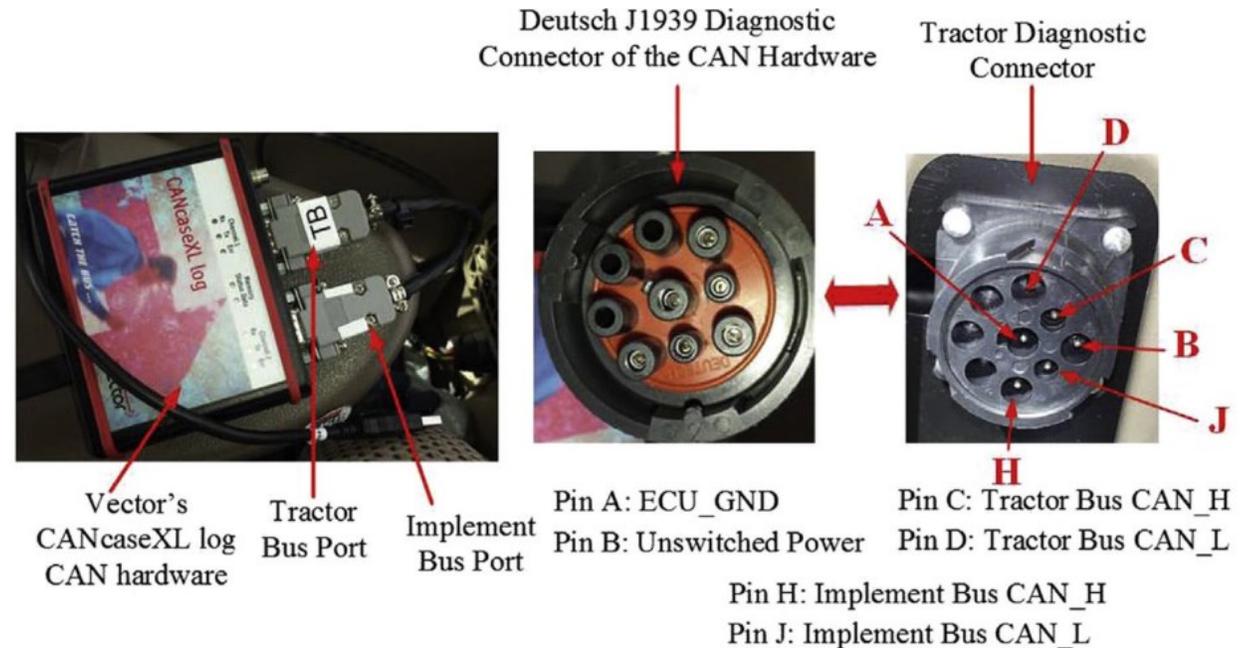
(a) 4WD tractor pulling the anhydrous applicator



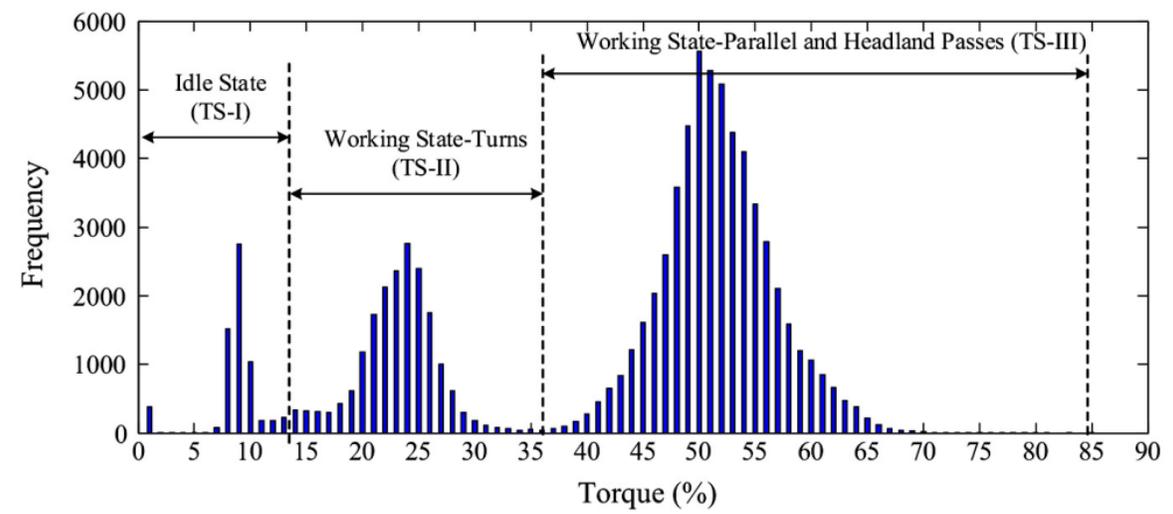
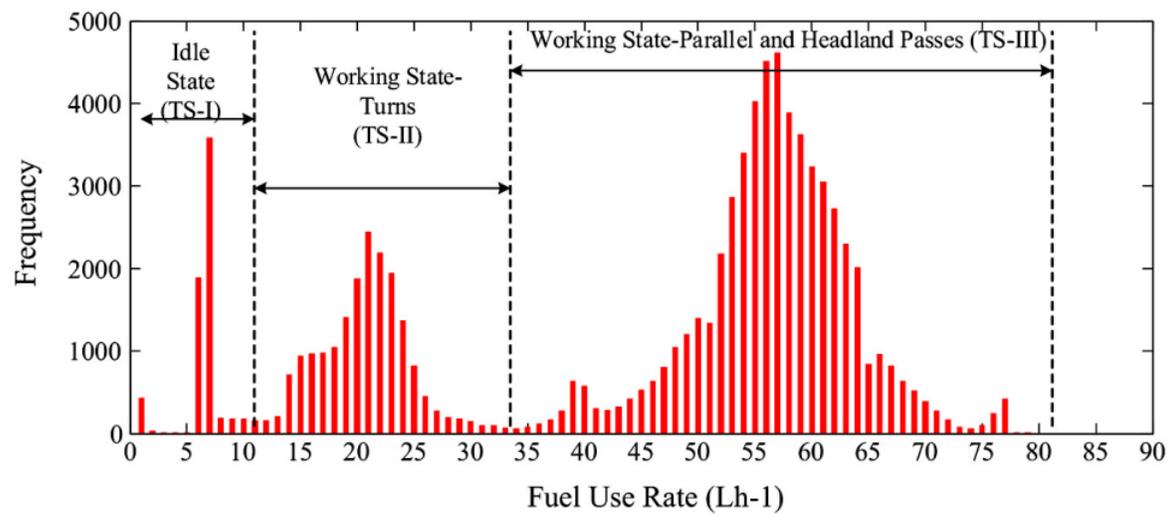
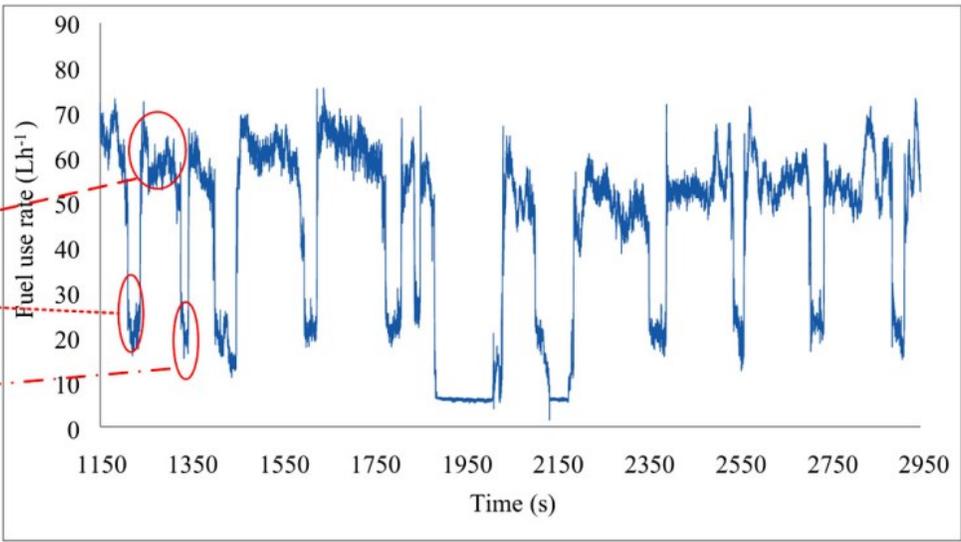
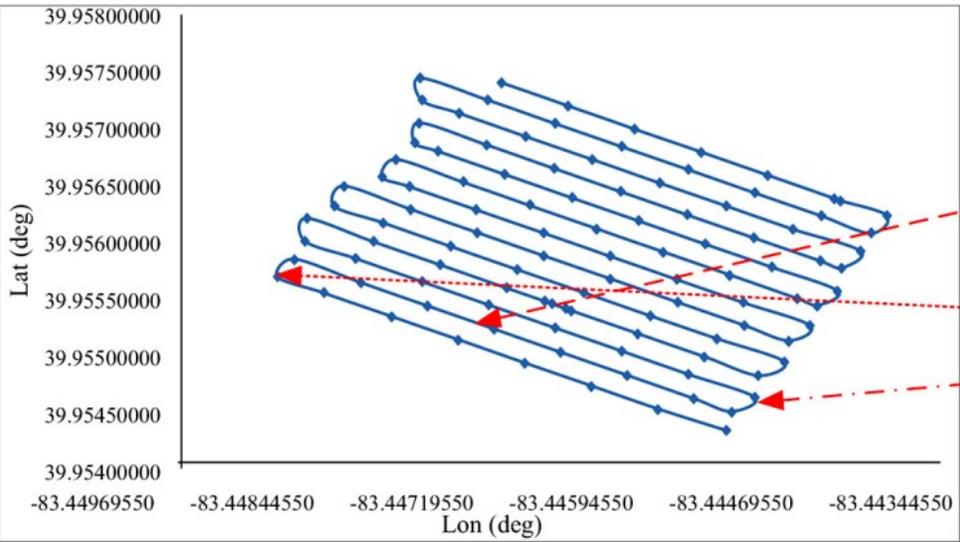
(b) Field cultivator pulled by the 4WD tractor



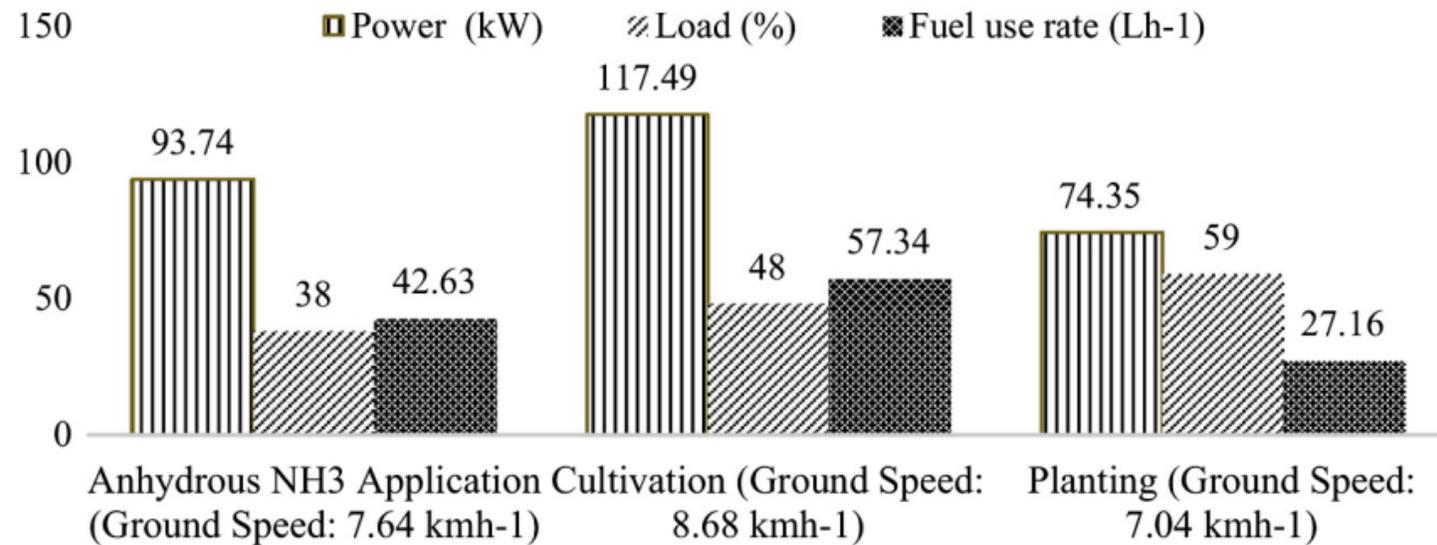
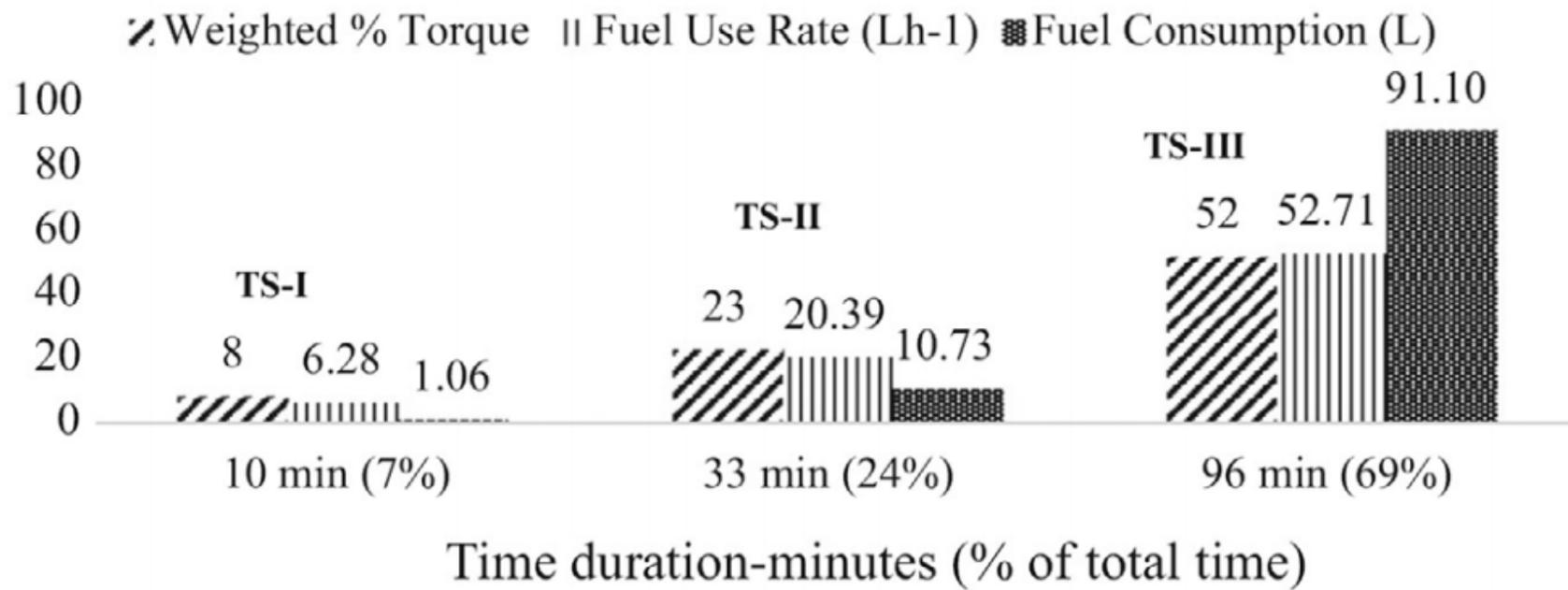
(c) MFWD tractor pulling the corn planter



Pitla, Santosh; Luck, Joe D.; Werner, Jared; Lin, Nannan; and Shearer, Scot A., In-feld fuel use and load states of agricultural field machinery. **Computers and Electronics in Agriculture**, 121 (2016) 290–300

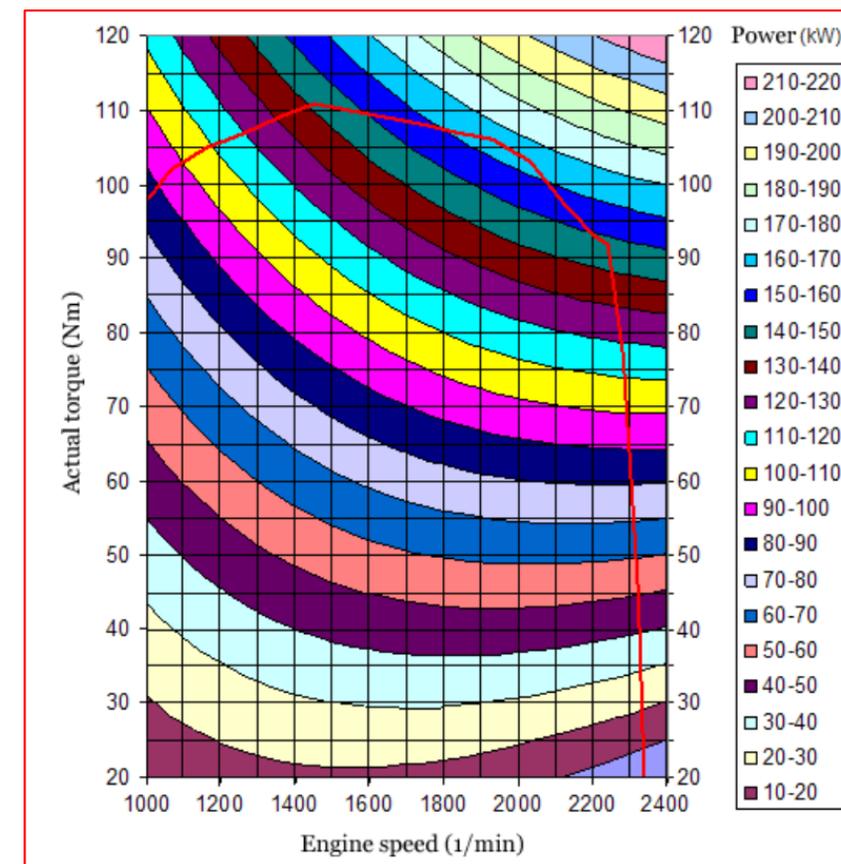


Pitla, Santosh; Luck, Joe D.; Werner, Jared; Lin, Nannan; and Shearer, Scot A., In-feld fuel use and load states of agricultural field machinery. **Computers and Electronics in Agriculture**, 121 (2016) 290–300



Pitla, Santosh; Luck, Joe D.; Werner, Jared; Lin, Nannan; and Shearer, Scot A., In-field fuel use and load states of agricultural field machinery. *Computers and Electronics in Agriculture*, 121 (2016) 290–300

UTILIZANDO DADOS DO CAN-BUS DOS TRATORES



ČUPERA, J., SEDLÁK, P.: Design and verification of engine power calculation model using the data of a digital bus built into an agricultural tractor. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2011, LIX, No. 6, pp. 111–12

UTILIZANDO DADOS DO CAN-BUS DOS TRATORES

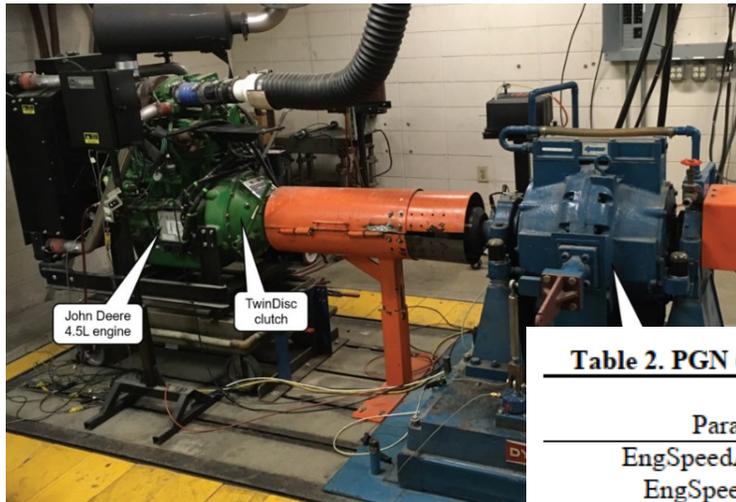
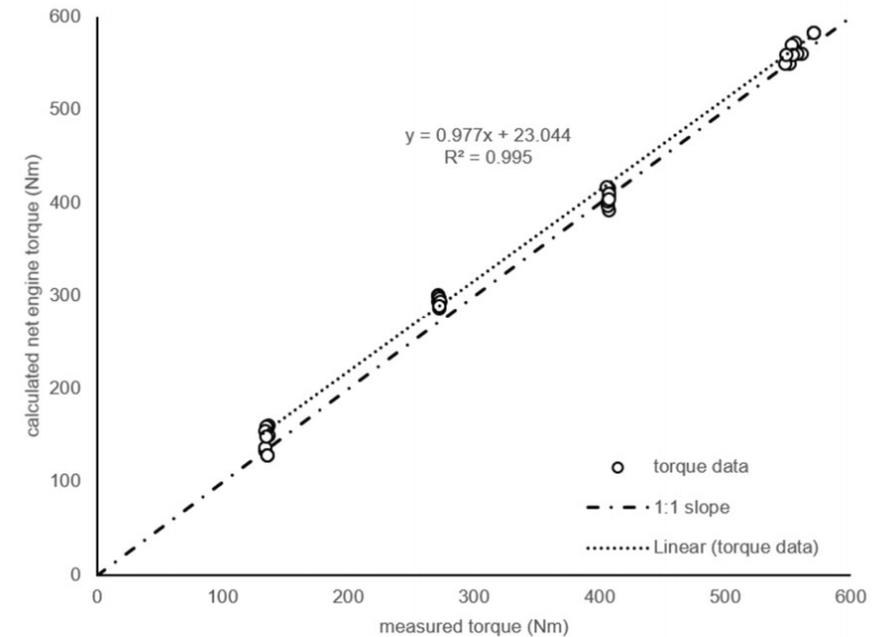


Table 2. PGN 65251 ECI messages from John Deere 4.5 L engine.

Parameter	SPN	Units	Reported Value
EngSpeedAtIdlePoint1	188	rpm	800
EngSpeedAtPoint2	528	rpm	2470
EngSpeedAtPoint3	529	rpm	500
EngSpeedAtPoint4	530	rpm	1156.625
EngSpeedAtPoint5	531	rpm	1813.25
EngSpeedAtHighIdlePoint6	532	rpm	2470
EngPercentTorqueAtIdlePoint1	539	%	77
EngPercentTorqueAtPoint2	540	%	77
EngPercentTorqueAtPoint3	541	%	77
EngPercentTorqueAtPoint4	542	%	90
EngPercentTorqueAtPoint5	543	%	89
EngReferenceTorque	544	N·m	700



Rohrer, Rodney A.; Luck, Joe D.; Pitla, Santosh K.; and Hoy, Roger M., EVALUATION OF THE ACCURCY OF MACHINE REPORTED CAN DATA FOR ENGINE TORQUE AND SPEED. Transactions of the ASABE , Vol. 61(5): 1547-1557, 2018.

DESEMPENHO EM CAMPO

$$M_o = a \cdot g_{1000}^3 + b \cdot g_{1000}^2 + c \cdot g_{1000} + d, (1)$$

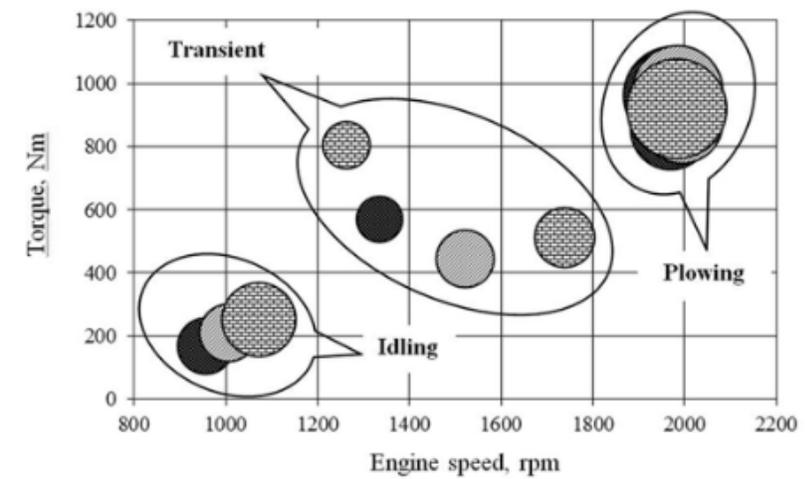
where:

$$g_{1000} = \frac{V_{fuel}}{n_s} \cdot 1000, (2)$$

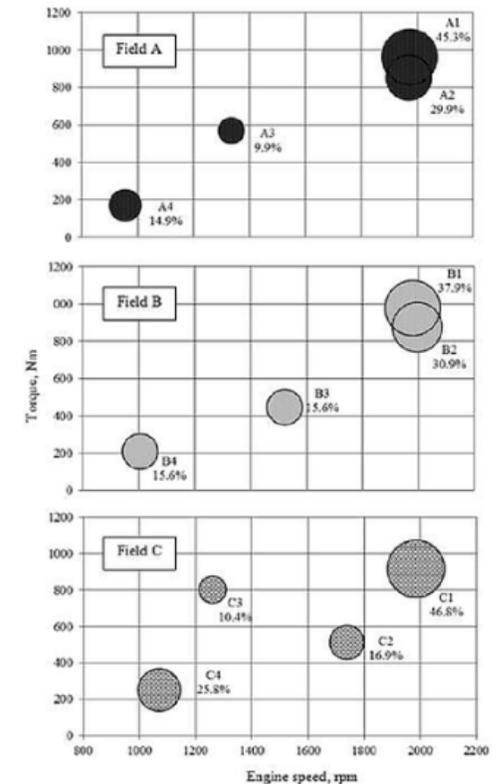
M_o – engine torque in Nm,
 g_{1000} – fuel consumption in dm^3 per 1000 crankshaft revolutions,
 a, b, c, d – coefficients subject to the engine type and rpm (Table 2),
 V_{fuel} – fuel consumption, dm^3/min ,
 n_s – engine speed, rpm.

Table 2. Engine coefficients a, b, c, d – dyno test bench verified [16]

Engine speed range n_s rpm	Coefficient values			
	$a, Nm/dm^9$	$b, Nm/dm^6$	$c, Nm/dm^3$	d, Nm
< 950	$-7 \cdot 10^{-6}$	0.0042	1.3992	-1.1506
950–1250	$-6 \cdot 10^{-6}$	0.0040	1.3193	14.087
1250–1550	$-8 \cdot 10^{-6}$	0.0063	0.8354	37.374
1550–1850	$-1 \cdot 10^{-5}$	0.0070	0.9304	20.479
1850–2150	$-1 \cdot 10^{-5}$	0.0094	0.3923	50.361
> 2150	$-7 \cdot 10^{-6}$	0.0068	0.5357	59.126



Field A – ● Field B – ● Field C – ●



Koniuszy A, Kostencki P, Berger A, golimowski W. Power performance of farm tractor in field operations. **Maintenance and Reliability**, 19 (1): 43–47, 2017; <http://dx.doi.org/10.17531/ein.2017.1.6>.

What is the Agricultural Industry Electronics Foundation?

Learn more



Benefits



AEF ISOBUS
Database



Members

First TIM products are present in the AEF ISOBUS Database

06.03.2020

Since AEF's development of the Tractor Implement Management (TIM) was launched in December 2019, the first products supporting the TIM functionality are now present in the AEF Database.

It works.

AEF 



Tractor Implement Management

www.aef-online.org



OBRIGADO