

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS

Parecer

Este exemplar corresponde a redação final da
Dissertação de Mestrado defendida por Elcio Moore
Almeida e aprovada pela Comissão julgadora
em 07 de junho de 1990.

Campinas, 28 de Agosto de 1990

Prof. Luiz Fernando Milanez
Presidente da Banca

RENDIMENTO GLOBAL DE TRATORES
EM PISTA DE CONCRETO

ELCIO MOORE ALMEIDA

190

Trabalho apresentado à Comissão de Pós-
Graduação da Faculdade de Engenharia
Agrícola como parte dos requisitos para
a obtenção do título de Mestre em
Engenharia Agrícola

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS

TESE DE MESTRADO

TÍTULO DA TESE: RENDIMENTO GLOBAL DE TRATORES
EM PISTA DE CONCRETO

AUTOR: ELCIO MOORE ALMEIDA ~~✗~~

ORIENTADOR: PROF. DR. LUIZ FERNANDO MILANEZ ~~+~~

Aprovado por:

PROF. DR. LUIZ FERNANDO MILANEZ ~~+~~
(orientador)

PROF. DR. AQUILES PIETRA BUENO

PROF. DR. OSCAR ANTONIO BRAUNBECK

Campinas, 07 de abril de 1990.

Ao meu pai, Accacio.

À minha mãe, Marleine.

Aos meus irmãos Accacio Luiz e Marcio.

À minha esposa Giane.

Possidônio V. dos Santos, Júlio C. de Oliveira e Francisco J. da Silva, pela ajuda prestada durante a fase experimental.

Ao funcionário do CENEA/MA, Wilson D. Lara, pelos serviços de desenho técnico.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho fosse realizado.

CONTEÚDO

<u>LISTA DE SÍMBOLOS, ABBREVIATURAS E NOMENCLATURA</u>	vii
<u>LISTA DE TABELAS</u>	xiv
<u>LISTA DE FIGURAS</u>	xviii
<u>RESUMO</u>	xxii
<u>1 INTRODUÇÃO</u>	1
<u>2 REVISÃO DE LITERATURA</u>	4
2.1 RENDIMENTO EFETIVO.....	4
2.2 CURVAS DE PARÂMETROS MÚLTIPLOS.....	5
2.3 RENDIMENTO GLOBAL DO TRATOR.....	7
2.4 AVALIAÇÃO INDIRETA DO TORQUE DO MOTOR.....	10
<u>3 MATERIAL E MÉTODO</u>	12
3.1 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	12
3.2 AVALIAÇÃO INDIRETA DO TORQUE DO MOTOR.....	14
3.3 ENSAIO DO MOTOR À ROTAÇÃO CONSTANTE.....	14
3.4 ENSAIO DE DESEMPENHO DO TRATOR.....	15
3.5 REDUÇÃO DOS RESULTADOS.....	19
3.6 ANÁLISE DE VARIÂNCIA.....	20

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1 AVALIAÇÃO INDIRETA DO TORQUE DO MOTOR.....	21
4.2 RENDIMENTO EFETIVO REDUZIDO DO MOTOR EF_c	21
4.3 RENDIMENTO REDUZIDO GLOBAL DO TRATOR EF_{Gc}	22
4.4 COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS.....	26
5. CONCLUSÕES.....	30
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
ABSTRACT.....	48
ANEXO A - DESEMPENHO DOS MOTORES.....	49
ANEXO B - DESEMPENHO DOS TRATORES EM PISTA DE CONCRETO.....	76
ANEXO C - ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	108

LISTA DE SÍMBOLOS,
ABREVIATURAS E NOMENCLATURA

- SÍMBOLO -	----- DESCRIÇÃO -----	UNIDADE
a	Constante do modelo matemático	-----
b	Constante do modelo matemático	-----
BDT	Barra de tração	-----
c	Constante do modelo matemático	-----
C.G.	Centro de gravidade	-----
d	Constante do modelo matemático	-----
D	Massa injetada de combustível por cilindro e por ciclo	mg
DE	Densidade do combustível	g/l
DEF	Diferença entre rendimentos efetivos de motores	%
DEFc	Diferença entre rendimentos efetivos reduzidos de motores	%

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
DEF ₁₂	Diferença entre rendimentos efetivos entre um motor 1 e um motor 2	%
DEFG	Diferença entre rendimentos globais de tratores	%
DEFG ₁₂	Diferença de rendimentos globais entre um trator 1 e um trator 2	%
DEFGc	Diferença de rendimentos globais reduzidas de tratores	%
DT	Determinante	-----
e	Constante do modelo matemático	-----
EF	Rendimento efetivo do motor	%
EFB	Rendimento de tração	%
EFc	Rendimento efetivo reduzido do motor	%
EFG	Rendimento global do trator	%
EFGc	Rendimento global reduzido do trator	%

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
EFF	Rendimento que indica o quanto não se perdeu devido à resistência ao rolamento	%
EFT	Rendimento mecânico da transmissão	%
EFS	Rendimento que indica o quanto não se perdeu devido ao deslizamento	%
f	Constante do modelo matemático	-----
FD	Força de tração	kN
FF	Resistência total ao rolamento	kN
FF1	Resistência ao rolamento nos pneus dianteiros	kN
FF2	Resistência ao rolamento nos pneus traseiros	kN
FT	Força tangencial de tração	kN
g	Constante do modelo matemático	-----
G	Peso do trator	kN

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
N	Rotação do motor	min^{-1}
NM	Rotação máxima livre do motor	min^{-1}
P	Potência efetiva do motor	kW
PD	Potência na barra de tração	kW
PEFG	Perda de rendimento no sistema de transmissão e tração	%
PEFGc	Perda de rendimento reduzida no sistema de transmissão e tração	%
PF	Potência dissipada devido a resistência ao rolamento	kW
PS	Potência dissipada devido ao deslizamento das rodas motrizes	kW
PT	Potência necessária para vencer o atrito na transmissão	kW
RA	Raio de rolamento da roda em superfície rígida	m
R ²	Coefficiente de determinação múltipla	-----

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
$R^{\#}$	Aumento percentual no $R^{\#}$	%
$R_A^{\#}$	$R^{\#}$ para o modelo A	-----
$R_B^{\#}$	$R^{\#}$ para o modelo B	-----
S	Deslizamento nas rodas motrizes	%
T	Torque efetivo no motor	Nm
T_c	Torque efetivo reduzido no motor	Nm
TMO	Número de tempos do motor (2 ou 4)	-----
VA	Velocidade real de deslocamento	km/h
VT	Velocidade teórica da roda	km/h
W	Velocidade angular da roda	rd/s
x	Fator de redução estabelecido pela Norma ISO 1585 (1982) (equivalente ao da Norma NBR 5484, 1984)	-----
X1	Distância da vertical que passa pelo eixo da roda dianteiro ao ponto A1	m

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO	UNIDADE
X2	Distância da vertical que passa pelo eixo da roda traseiro ao ponto B1	m
Y1	Distância vertical entre o ponto A1 e o ponto A2	m
Y2	Distância vertical entre o ponto B1 e o ponto B2	m

LISTA DE TABELAS

TAB. Nº	TÍTULO	PÁG.
1	Condições gerais dos tratores durante os ensaios de desempenho na barra de tração	31
2	Posições da alavanca de acionamento da bomba injetora durante os ensaios de desempenho na barra de tração	32
3	Estimadores dos coeficientes da equação $T=f(N,D)$ (Eq.11)	32
4	Estimadores dos coeficientes da equação de regressão - rendimento efetivo do motor $EFC=f(Tc,N)$ (Eq.3)	33
5	Estimadores dos coeficientes da equação de regressão - rendimento global reduzido $EFGc=f(Tc,N)$ (Eq.13)	34
6	Estimadores dos coeficientes da equação de regressão - rendimento global reduzido $EFGc=f(FDc,VA)$ (Eq.14)	35

TAB. Nº	TÍTULO	PÁG.
A.1	Análise do desempenho do motor do trator 4x2	56
A.2	Análise do desempenho do motor do trator 4x2 Auxiliar	62
A.3	Análise do desempenho do motor do trator 4x2 - na região de corte do regulador de rotação	68
A.4	Análise do desempenho do motor do trator 4x2 - fora da região de corte do regulador de rotação	69
A.5	Análise do desempenho do motor do trator 4x2 Auxiliar - na região de corte do regulador de rotação	70
A.6	Análise do desempenho do motor do trator 4x2 Auxiliar - fora da região de corte do regulador de rotação	71
A.7	Estimadores dos coeficientes das equações $T=f(N)$ (Eq.9) e $T=f(N,NM)$ (Eq.10)	72
B.1	Análise do desempenho em pista de concreto do trator 4x2	84

TAB. Nº	TÍTULO	PÁG.
B.2	Análise do desempenho em pista de concreto do trator 4x2 Auxiliar com a tração ligada	87
B.3	Análise do desempenho em pista de concreto do trator 4x2 Auxiliar com a tração desligada	90
B.4	Análise do desempenho em pista de concreto do trator 4x2 - na região de corte do regulador de rotação	93
B.5	Análise do desempenho em pista de concreto do trator 4x2 - fora da região de corte do regulador de rotação	94
B.6	Análise do desempenho em pista de concreto do trator 4x2 Auxiliar com a tração ligada - na região de corte do regulador de rotação	96
B.7	Análise do desempenho em pista de concreto do trator 4x2 Auxiliar com a tração ligada - fora da região de corte do regulador de rotação	97

TAB. Nº	TÍTULO	PÁG.
B.8	Análise do desempenho em pista de concreto do trator 4x2 Auxiliar com a tração desligada - na região de corte do regulador de rotação	99
B.9	Análise do desempenho em pista de concreto do trator 4x2 Auxiliar com a tração desligada - fora da região de corte do regulador de rotação	100
B.10	Estimadores dos coeficientes da equação $FD=f(VA)$ (Eq. B.2)	101
B.11	Estimadores dos coeficientes da equação $FD=f(VA)$ (Eq. B.3)	102

LISTA DE FIGURAS

FIG. Nº	TÍTULO	PÁG.
1	Rendimento efetivo reduzido do motor (EFC) e consumo específico reduzido do motor (GEC): (a) trator 4x2; (b) trator 4x2 Auxiliar	36
2	Forças atuando em um trator em regime estável de trabalho e em uma superfície horizontal	37
3	Desempenho de um motor diesel à diversas posições da alavanca de acionamento da bomba injetora	37
4	Campo de operação de um motor diesel (Souza e Milanez, 1988b)	37
5	Rendimento global reduzido de tração (EFGc) e consumo específico reduzido na barra de tração (GEDc) para o trator 4x2: (a) em função do torque efetivo reduzido (Tc) e da rotação do motor (N); (b) em função da força de tração reduzida (FDc) e da velocidade de deslocamento (VA)	38

FIG. Nº	TÍTULO	PÁG.
6	Rendimento global reduzido de tração (EFGc) para o trator 4x2 Auxiliar com a tração dianteira ligada: (a) em função do torque efetivo reduzido (T_c) e da rotação do motor (N); (b) em função da força de tração reduzida (F_{Dc}) e da velocidade de deslocamento (VA)	40
7	Rendimento global reduzido de tração (EFGc) para o trator 4x2 Auxiliar com a tração dianteira desligada: (a) em função do torque efetivo reduzido (T_c) e da rotação do motor (N); (b) em função da força de tração reduzida (F_{Dc}) e da velocidade de deslocamento (VA)	41
8	(a) Perda de rendimento nos sistemas de transmissão e tração reduzida (PEFGc) para o trator 4x2; (b) diferença entre rendimentos globais reduzidas (DEFGc) do trator 4x2 e do trator 4x2 Auxiliar com tração dianteira ligada	42

FIG. Nº	TÍTULO	PÁG.
9	Perda de rendimento nos sistemas de transmissão e tração reduzida (PEFGc) para o trator 4x2 Auxiliar com a tração dianteira ligada; (b) diferença entre rendimentos globais reduzida (DEFGc) do trator 4x2 Auxiliar com tração dianteira desligada e do trator 4x2 Auxiliar com tração dianteira ligada	43
10	Perda de rendimento nos sistemas de transmissão e tração reduzida (PEFGc) para o trator 4x2 Auxiliar com a tração dianteira desligada; (b) diferença entre rendimentos globais reduzida (DEFGc) do trator 4x2 Auxiliar com tração dianteira desligada e do trator 4x2	44
11	Diferença entre os rendimentos efetivos reduzida (DEFc) dos motores do trator 4x2 Auxiliar e do trator 4x2	45
A.1	Diagrama do sistema de medição óptica de rotação	73
A.2	Diagrama do sistema de medição volumétrica de combustível	74

FIG. Nº	TÍTULO	PÁG.
A.3	Sensor de temperatura confeccionados com fio de platina (Pt 100)	75
B.1	Unidade dinamométrica utilizada nos ensaios de desempenho em pista de concreto	103
B.2	Diagrama do sistema de medição da força na barra de tração do trator	103
B.3	Jipe dinamométrico do CENEA/MA	104
B.4	Diagrama do sistema de medição do combustível do medidor de vazão "PIERBURG PLU 116 H"	105
B.5	Diagrama da instalação do medidor de vazão "PIERBURG PLU 116 H"	105
B.6	Diagrama do sistema de medição do deslizamento das rodas motrizes dos tratores	106
B.7	Diagrama de transdutores tipo fecho de luz interrompido	107

RENDIMENTO GLOBAL DE TRATORES EM PISTA DE CONCRETO

RESUMO

A oscilação dos preços dos derivados de petróleo nos últimos anos tem estimulado a utilização do consumo de combustível, e conseqüentemente do rendimento, como um parâmetro importante na escolha de um trator.

Este trabalho propõe uma metodologia de ensaio para a determinação da dependência do rendimento global de tratores em função da velocidade de deslocamento e da força de tração. Duas correlações são sugeridas para o rendimento global do trator: A primeira, em função da velocidade e da força de tração; a segunda, da rotação e do torque do motor.

Ambas as correlações mostraram-se precisas visto que R^2 médio foi maior que 0.98. Em cada correlação a versão "completa" não foi significativamente mais precisa que a versão "parabolóide-elíptica". Esta última, por ser parametrizável, mostrou-se mais indicada para a construção de curvas de parâmetros múltiplos. Essas curvas mostraram-se adequadas à análise das perdas de potência nos sistemas

transmissão e tração de um trator, bem como para comparações entre os desempenhos de diferentes tratores ou entre um trator operando sob condições diferentes.

1 INTRODUÇÃO

A seleção e utilização do trator, bem como a melhoria do seu desempenho, são fatores que contribuem para a redução dos custos do setor agropecuário. Os ensaios de desempenho, realizados por estações credenciadas, representam um dos instrumentos mais importantes no julgamento dos atributos de um trator e têm como principais objetivos:

1 Levantar informações e dados técnicos visando obter características verdadeiras e livres de interferência comercial ou erros de estimativa de projeto.

2 Atuar indiretamente como elemento de garantia mínima de qualidade.

3 Fornecer ao usuário dados que permitam a adoção de critérios racionais para a seleção de máquinas e implementos, através da interpretação das informações dos relatórios de ensaio.

4 Prover os fabricantes de dados que permitam aprimorar seus produtos, uma vez que nem todos têm condições de manter um laboratório completo de ensaios.

Os ensaios oficiais de tratores agrícolas no Brasil são realizados segundo a Norma NBR-10400. Através desta, os ensaios de desempenho na barra de tração (BDT) são efetuados em pista de concreto e somente na condição de aceleração que proporciona a rotação máxima livre especificada pelo fabricante. Ela não prevê ensaios de desempenho em campo (solo agrícola). Ao nível internacional as Normas I.S.O. e D.E.C.D. são tidas como as mais importantes. Nestas também não está previsto o ensaio de campo. O motivo disto é por uma questão de padronização da superfície de contato com o trator, podendo, dessa maneira, efetuar-se comparações de desempenho entre tratores.

Considerando-se: a oscilação dos preços dos derivados de petróleo nos últimos, a variação do consumo específico de combustível para motores de mesmas características e faixa de potência é próxima a 20% e que no futuro possam surgir outros tipos de transmissão tais como, power shift, hidrostática, automática, entre outras, acarretando uma maior perda no sistema de transmissão, faz com que o rendimento global do trator seja um importante parâmetro na escolha do mesmo.

Testes de bancada mostram que o rendimento de um motor varia em função do ponto de trabalho, isto é, do torque e da rotação do motor. Portanto, o rendimento global do trator, que leva em conta as perdas no motor e nos sistemas de transmissão e tração, também é função do torque e da rotação do motor.

Em casos específicos de utilização do trator, o rendimento global do trator apresenta-se como uma variável mais útil numa avaliação do nível técnico de um trator do que o rendimento do seu motor. (Por exemplo: 7a marcha, velocidade de 5 km/h, tração na barra de 20 kN).

O objetivo deste trabalho é propor uma metodologia de ensaio para a determinação da dependência do rendimento global de tratores EFG em função da velocidade de deslocamento VA e da força de tração FD, e propor uma correlação entre estas variáveis.

Uma análise completa do comportamento da correlação $EFG=f(FD,VA)$ de um ou mais tratores em estudo necessitaria de ensaios na barra de tração (BDT) em pista de concreto e em diversos solos agrícolas. Como o objetivo deste trabalho é propor uma metodologia que possa ser igualmente utilizada em análise de resultados em concreto e em campo e não fazer um estudo comparativo completo do desempenho dos tratores, o trabalho limita-se à avaliação em pista de concreto dos resultados de desempenho na BDT de dois tratores: um com tração somente nas rodas traseiras e o outro com tração dianteira auxiliar.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Rendimento Efetivo

A razão entre a potência efetiva P [kW] do motor e o consumo de combustível GH [kg/h] é chamada de consumo específico efetivo de combustível GE [g/kWh]:

$$GE = \frac{1000 * GH}{P} \quad (1)$$

O rendimento efetivo EF do motor, que indica o grau de utilização do calor pelo motor, levando em conta todas as perdas térmicas e mecânicas, pode ser calculado por:

$$EF = \frac{3600}{H * GE} \quad (2)$$

onde: H = poder calorífico inferior do combustível, MJ/kg

Souza (1986) apresentou o consumo específico de combustível à potência máxima medida na tomada de potência TDP para 37 tratores. Segundo o autor, os valores ficaram entre 227 a 279 g/kWh (variação de 23%). Notou ainda, que para motores de mesma faixa de potência e características, essa variação foi de 17% (motor 4 cilindros, aspiração natural, faixa de potência de 50 kW na TDP, $230 < GE < 270$ g/kWh)

Segundo Souza e Milanez (1988b) o rendimento EF do motor está correlacionado com a rotação N [min⁻¹] e com o torque efetivo T [Nm] segundo:

$$EF = a_0 + a_1 * T + a_2 * N + a_3 * T^2 + a_4 * T^3 + a_5 * T^4 + a_6 * N^2 + a_7 * N * T \quad (3)$$

onde: a_1, \dots, a_7 = constantes determinadas em ensaios de desempenho

Apontam os referidos autores que a restrição $a_4 = a_5 = 0$ reduz o segundo membro desta equação a uma elipse, sendo o lugar geométrico gerado chamado de parabolóide-elíptico. A precisão desta correlação "parabolóide - elíptica" foi considerada alta, visto que foram encontrados para o ensaio de desempenho de cinco motores diesel coeficientes de determinação múltipla R^2 entre 0.975 e 0.989. O interesse por esta correlação se justifica por ser ela parametrizável e, portanto, favorecer a elaboração de curvas de parâmetros múltiplos (ver Fig. 1).

2.2 Curvas de Parâmetros Múltiplos

Ensaio de motores mostram que os rendimentos indicado e efetivo variam em função do ponto de trabalho, isto é, do torque e da rotação do motor. Por isto as curvas de parâmetros múltiplos são úteis na avaliação do 1.

comportamento de um motor. Elas consistem de uma família de curvas que mostra a dependência de um ou mais parâmetros constantes com dois outros parâmetros, variando nos eixos coordenados. A Fig. 1 mostra dois exemplos de curvas de parâmetros múltiplos para um motor diesel. No eixo das ordenadas temos a rotação e no das abscissas, o torque. As curvas topográficas indicam consumo específico de combustível constante e conseqüentemente, rendimento efetivo constante. As curvas tracejadas são linhas de potência efetiva constante.

O ponto ideal de trabalho é aquele que, para um determinado nível de potência, apresenta o menor consumo específico de combustível, JOHN DEERE (1980). Se um determinado trabalho consome 60 % da potência nominal (como uma escarificação pesada), o motor, cujo desempenho está representado na Fig. 1a, poderá trabalhar nos pontos A (1610 rpm, 273 Nm, 222 g/kWh), B (2100 rpm, 212 Nm, 233 g/kWh) e C (2370 rpm, 186 Nm, 265 g/kWh). O consumo específico aumentará até 19 % em relação ao ponto ideal A. Já em trabalhos de transporte, onde o nível de potência pode chegar aos 20 %, do ponto X (900 rpm, 162 Nm, 245 g/kWh) ao ponto D (2455 rpm, 61 Nm, 500 g/kWh) ocorre um aumento de consumo específico de 104 %. Como em cada caso a potência oferecida pelo motor é a mesma, a variação percentual do consumo horário (por exemplo: l/h) é a mesma do consumo específico. Conclui-se então que o ponto ideal de trabalho para cada nível de potência é aquele que

pertence à "linha ótima de operação" representada na Fig. 1a pela linha XY.

Schimmel e Hulla (1983) acrescentam que uma forma de se otimizar o consumo de combustível do motor é:

- 1 Identificar o ponto de trabalho momentâneo do motor, isto é, com qual rotação e torque opera o motor e, conseqüentemente, o nível de potência exigido.

- 2 Levar o ponto de trabalho do motor o mais perto do ponto de intersecção da curva de isopotência com a linha ótima de operação (XY), através da troca de marchas e do reposicionamento do acelerador.

2.3 Rendimento Global do Trator

Na Fig. 2 tem-se as forças atuando em um trator em regime estável de trabalho sobre superfície horizontal. O peso G [kN] do trator atua no centro de gravidade C.G. e é compensado pelas reações verticais dianteira G_D [kN] e traseira G_T [kN] aplicadas, respectivamente, às distâncias horizontais X_1 [m] e X_2 [m] e das distâncias verticais Y_1 [m] e Y_2 [m]. Frequentemente, desprezam-se os valores de X_1 , X_2 , Y_1 e Y_2 em função do seu reduzido valor.

A força de tração FD [kN] foi considerada horizontal e atua na barra de tração a uma altura HD [m]. A força FF [kN] é a resistência total ao rolamento devido ao atrito no sistema de tração e à resistência do solo. Ela atua no sentido contrário ao movimento, subdividindo-se em força de resistência ao rolamento nos pneus dianteiros $FF1$ [kN] e nos pneus traseiros $FF2$ [kN].

A força tangencial de tração FT [kN] corresponde à reação do solo devido à transmissão do momento de impulsão pelas rodas motrizes. O balanço de forças no plano horizontal leva a:

$$FT = FD + FF \quad (4)$$

O deslizamento S é definido como o movimento relativo na direção do movimento entre as superfícies da roda e a que apoia. É calculado por:

$$S = 1 - \frac{VA}{VT} = 1 - \frac{VA}{3.6 * RA * W} \quad (5)$$

onde: VA = velocidade real de deslocamento, km/h

VT = velocidade teórica da roda, km/h

RA = raio estático da roda, m

W = velocidade angular da roda, rd/s

Considerando-se novamente um trator em regime estável de trabalho, em uma superfície horizontal e sem utilizar a tomada de potência, a potência P [kW] desenvolvida pelo motor em um dado momento, pode ser expressa por:

$$P = P_T + P_S + P_F + P_D \quad (6)$$

onde: P_T = potência necessária para vencer o atrito na transmissão, kW

P_S = potência dissipada no deslizamento das rodas motrizes, kW

P_F = potência dissipada devido à resistência ao rolamento, kW

P_D = potência na barra de tração, kW

O consumo específico de combustível na barra de tração, GED [g/kWh], é um indicador da eficiência de conversão da energia química do combustível em energia mecânica na forma de potência de tração. Seu valor é determinado pela fórmula:

$$GED = \frac{1000 * GH}{PD} \quad (7)$$

onde: GH = consumo horário de combustível, kg/h

O rendimento global do trator EFG analogamente à definição de EF (Eq. 2), é dado por:

$$EFG = \frac{3600}{H * GED} = EF * EFT * EFS * EFF \quad (8)$$

onde: EFT = rendimento mecânico da transmissão

EFS = rendimento que indica o quanto não se perdeu devido ao deslizamento

EFF = rendimento que indica o quanto não se perdeu devido à resistência ao rolamento

Ao produto $EFS \cdot EFF$ denomina-se rendimento de tração $EFFB$.

2.4 Avaliação Indireta do Torque do Motor

Para analisar-se o comportamento da variável EFG em ensaio de desempenho de tração de um trator é necessário conhecer-se o torque que a cada momento está sendo fornecido pelo motor.

O torque do motor T é função do seu regime de trabalho. A Fig. 3 mostra o desempenho de um motor diesel à diversas posições da alavanca de acionamento da bomba injetora. Segundo Souza e Milanez (1988a) o torque está correlacionado com a rotação máxima livre N_M [min^{-1}] e a rotação de trabalho N [min^{-1}] do motor, sendo necessárias duas correlações para descrever o fenômeno:

a. Correlação para fora da zona de corte do regulador de rotações:

$$T = b_0 + b_1 * N + b_2 * N^2 + b_3 * N^3 \quad (9)$$

onde: b_0, \dots, b_3 = constantes determinadas em ensaios de desempenho

$b_3 = 0$, para motores naturalmente aspirados

b. Correlação para a zona de corte do regulador de rotações:

$$T = c_0 + c_1 * N + c_2 * NM + c_3 * NM^2 \quad (10)$$

onde: c_0, \dots, c_3 = constantes determinadas em ensaios de desempenho

$c_3 = 0$, para motores naturalmente aspirados

Concluíram ainda Souza e Milanez (1988a) que o torque do motor também está correlacionado com a massa injetada de combustível por cilindro e por ciclo D [mg] :

$$T = d_1 + d_2 * D + d_3 * D^2 + d_4 * N + d_5 * N^2 \quad (11)$$

onde: d_1, \dots, d_5 = constantes determinadas em ensaios de desempenho

O segundo método é mais preciso que o primeiro visto que o R^2 médio foi de 0.999 contra 0.954 do primeiro. Para o cálculo de D utiliza-se:

$$D = \frac{GH * TMO}{120 * N * j} \quad (12)$$

onde: TMO = número de tempos do motor (2 ou 4)

j = número de cilindros do motor

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Procedimento Experimental

Dois tratores com motores diesel foram utilizados nos experimentos: Um com tração somente nas rodas traseiras, com rodados dianteiro 9.00-16, diagonal, 10 lonas, tipo F-2 e traseiro 18.4-34, diagonal, 8 lonas, tipo R-1; Outro com tração dianteira auxiliar, com rodados dianteiro 14.9-26, diagonal, 6 lonas, tipo R-1 e traseiro 18.4-34, diagonal, 8 lonas, tipo R-1. Doravante serão denominados de trator 4x2 e trator 4x2 Auxiliar, respectivamente. As suas principais características são dadas na Tabela 1.

O óleo diesel utilizado tem poder calorífico inferior igual a 42.6 MJ/kg. A densidade do combustível a uma determinada temperatura foi obtida através de interpolação linear a partir dos valores a 25 e 45 graus Celsius.

A rotação do motor foi medida diretamente no seu volante onde foi colocado um disco com 60 dentes. O sinal fornecido por um transdutor óptico, constituído de um fotodiodo infravermelho e um fototransistor, é amplificado e transformado em indicação digital por um contador de impulsos

Na medição do consumo de combustível foi utilizada a técnica volumétrica, medindo-se o volume de combustível consumido e o tempo transcorrido.

O motor de cada trator foi testado em um dinamômetro de corrente de Foucault. Os motores são do mesmo modelo, de aspiração natural, utilizam bomba injetora BOSCH de pistão, têm potência 79 kW a rotação nominal de 2300 min⁻¹, cilindrada 5.883 l com taxa de compressão 16.6.

Na determinação da força de tração utilizaram-se transdutores de força à base de extensômetros elétricos de resistência. Optou-se por trabalhar com valores médios resultantes da integração da força instantânea de tração em percursos variáveis que proporcionem um tempo de medição maior que 15 segundos. O percurso foi medido com o auxílio de uma quinta roda na qual foram adaptados um disco com 60 dentes e um transdutor óptico. A mesma técnica foi utilizada para se medir o deslizamento das rodas motrizes com a colocação de discos com 30 dentes nas mesmas.

As temperaturas do combustível, do ar de admissão, de bulbo úmido e bulbo seco e as de monitoração (fluido de arrefecimento, óleo do motor e óleo da transmissão) foram medidas com termômetros de resistência de platina.

A precisão dos equipamentos utilizados satisfaz o previsto na Norma ISO 789/1 (equivalente ao da Norma NBR 10400).

3.2 Avaliação Indireta do Torque do Motor

A partir dos dados de desempenho dos dois motores em dinamometria e utilizando-se a metodologia proposta por Souza e Milanez (1988a) foram obtidas para cada motor as correlações $T=f(N, NM)$ (Eq. 9 e 10): Elas serão utilizadas na elaboração da curva envoltória TORQUE X ROTAÇÃO das curvas de parâmetros múltiplos como da Fig. 1. Também foi encontrada a correlação $T=f(N, D)$ (Eq. 11), que, por ser mais precisa, será utilizada para avaliar o torque do motor nos ensaios na barra de tração.

3.3 Ensaio do Motor à Rotação Constante

No levantamento das curvas de parâmetros múltiplos dos dois motores optou-se pelo ensaio à rotação constante, proposto por Souza e Milanez (1988b), no qual o motor é carregado pelo dinamômetro enquanto a alavanca de acionamento da bomba injetora é continuamente ajustada para proporcionar desde o torque nulo até o torque máximo a cada rotação. Os parâmetros de leitura foram os especificados pela Norma ISO 1585 (equivalente ao da Norma NBR 5484). O ensaio foi realizado após a estabilização das pressões e temperaturas do fluido de arrefecimento e do óleo lubrificante. Os dados foram levantados a cada um dos 11 intervalos iguais entre 100 e 0 % do torque máximo a cada

rotação. As rotações adotadas foram 100, 95, 85, 75, 65, 55 e 45 % da rotação nominal, e a rotação obtida da média aritmética entre as rotações de potência máxima e máxima livre.

3.4 Ensaio de Desempenho do Trator

Como se pode observar na Eq. 8 o rendimento global do trator EFG é o produto de quatro rendimentos e, portanto, é função dos fatores seguintes:

1 Ponto de trabalho do motor: O rendimento do motor depende do torque e da rotação do motor.

2 Marcha utilizada: O rendimento da transmissão é função da mesma.

3 Peso do trator e da sua distribuição sobre os eixos, do tipo de superfície de apoio e do pneu: Influenciam as perdas por deslizamento e por resistência ao rolamento.

Reiterando que o objetivo deste trabalho é avaliar a metodologia proposta e não estudar de forma completa o desempenho dos tratores, os tratamentos foram assim definidos:

1 Marcha utilizada: Foi escolhida a 7ª. marcha, pois nessa se atinge a rotação mínima de operação do motor, definida pela Norma OECD (1981), como sendo 45% da rotação de potência máxima, antes de se atingir um deslizamento de 15%, e porque esta marcha proporciona uma velocidade de deslocamento de 4 a 6 km/h, frequente em operações agrícolas.

2 Ponto de trabalho do motor: Visando levantar-se dados suficientes para a construção da curva de parâmetros múltiplos da variável EFG como a da Fig. 5b, foi necessário, da mesma forma que no ensaio do motor à rotação constante, carregar o motor em todo seu campo de operação, definido, segundo Souza e Milanez (1988b), como apresenta a Fig. 4. Caso fosse adotado o procedimento do ensaio a rotação constante, seria necessário que a alavanca de acionamento da bomba injetora fosse reajustada a cada medição, o que é impraticável no ensaio na BDT. Por isso optou-se pelo ensaio à posição fixa da alavanca de acionamento. Para cada posição da referida alavanca, correspondendo a uma única rotação máxima livre NM (Ver Tabela 2), são aplicados à BDT do trator esforços crescentes necessários à definição do comportamento de PD, VA, S, GH e GED em função de TD. Tanto os parâmetros levantados como a precisão dos equipamentos utilizados satisfazem o

previsto na Norma ISO 789/1 (1981) (equivalente ao da Norma NBR 10400, 1988).

3 Outras Condições: O ensaio foi feito na pista de concreto No.2 do CENEA/MA, em somente uma condição de lastragem. No caso do trator 4 x 2 Auxiliar foi avaliado o desempenho para as condições com e sem tração dianteira auxiliar. As demais condições são apresentadas na Tabela 1.

Para a avaliação do comportamento do rendimento EFG foram propostas duas correlações:

$$\begin{aligned} EFG = e_0 + e_1 * T + e_2 * N + e_3 * T^2 + e_4 * T^3 + \\ + e_5 * T^4 + e_6 * N^2 + e_7 * N * T \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} EFG = f_0 + f_1 * FD + f_2 * VA + f_3 * FD^2 + f_4 * FD^3 + \\ + f_5 * FD^4 + f_6 * VA^2 + f_7 * VA * FD \end{aligned} \quad (14)$$

onde: e_0, \dots, e_7 e f_0, \dots, f_7 = constantes determinadas em ensaios de desempenho

A Eq. 13 foi proposta em analogia à Eq. 3, sendo que o torque do motor T é calculado a partir da Eq. 11. Justifica-se a substituição das variáveis T e N por FD e VA na Eq. 14 por serem as respectivas variáveis uma a uma fortemente correlacionadas, para cada marcha fixada (Ver Souza e Milanez, 1988c).

As correlações acima geram gráficos de rendimento e, a não ser nos casos em que as diferenças são muito grandes, a

comparação entre eles é custosa. Como os gráficos são gerados por correlações, pode-se construir um gráfico da diferença dos gráficos encontrando-se o resultado da subtração entre as correlações.

Define-se perda de rendimento nos sistemas de transmissão e tração PEFG como:

$$\begin{aligned} \text{PEFG} &= \text{EF} - \text{EFG} = \\ &= g_0 + g_1 * T + g_2 * N + g_3 * T^2 + g_4 * T^3 + g_5 * T^4 + \\ &g_6 * N^2 + g_7 * N * T \end{aligned} \quad (15)$$

onde g_0, \dots, g_7 = constantes encontradas pela subtração dos coeficientes e_0, \dots, e_7 aos coeficientes a_0, \dots, a_7 .

Define-se ainda diferença entre rendimentos globais DEFG entre um trator 1 e um trator 2 como:

$$\begin{aligned} \text{DEFG}_{12} &= \text{EFG}_2 - \text{EFG}_1 = \\ &= h_0 + h_1 * \text{FD} + h_2 * \text{VA} + h_3 * \text{FD}^2 + h_4 * \text{FD}^3 + \\ &h_5 * \text{FD}^4 + h_6 * \text{VA}^2 + h_7 * \text{VA} * \text{FD} \end{aligned} \quad (16)$$

onde: DEFG_{12} = diferença entre EFG_2 e EFG_1

h_0, \dots, h_7 = constantes encontradas pela subtração dos coeficientes f_0, \dots, f_7 do trator 1 aos do trator 2

Analogamente se define diferença entre rendimentos efetivos DEF entre um motor 1 e um motor 2 como:

3.6 Análise de Variância

O grau de ajuste dos resultados obtidos às correlações propostas foi avaliado através do coeficiente de determinação múltipla R^2 e do teste de significância F. A determinação dos estimadores das constantes das correlações foi feita utilizando-se o método dos mínimos quadrados.

Utilizou-se o seguinte parâmetro para avaliar-se o ganho em explicação da variação total da variável dependente ao se passar de um modelo A para um modelo B:

$$R^{\Delta} = \frac{R_B^2 - R_A^2}{R_A^2} * 100 \quad (18)$$

onde: R^{Δ} = aumento percentual no R^2

R_A^2 = R^2 para o modelo A

R_B^2 = R^2 para o modelo B

3 A precisão da correlação "parabolóide elíptica" é boa, considerando que o R^2 ficou entre 0.979 e 0.981. Somente o estimador a_7 não foi significativo ao nível de 10% de probabilidade.

4 A precisão da correlação "completa" é muito boa, considerando que o R^2 obtido foi maior que 0.997. O ganho percentual em explicação R^2 médio foi de 1.8%. Em ambos os casos todos os estimadores foram significativos ao nível de 0.1% de probabilidade.

O interesse pela correlação "parabolóide-elíptica" se justifica por ela ser parametrizável e, portanto, favorecer a elaboração de curvas de parâmetros múltiplos, como a da Fig. 1. Observando-se esta figura, verifica-se que o motor do trator 4x2 apresentou um EFC máximo de 38.8% contra 37.9% do trator 4x2 Auxiliar. Como apontado por Souza e Milanez (1988b), não existem diferenças significativas entre o EFC médio em todo campo de operação dos dois motores.

4.3 Rendimento Reduzido Global do Trator EFGc

Os estimadores dos coeficientes das Eq. 13 e 14 encontrados para o EFGc nos ensaios de desempenho dos dois

tratores na BDT estão apresentados nas Tabelas 5 e 6. Verifica-se na Tabela 5 que:

1 Para cada caso, a restrição $e_A=e_B=0$ reduz o segundo membro da Eq. 13 a uma elipse, visto que o determinante $DT=4*e_B*e_A-e_C^2$ é positivo. (Souza e Milanez, 1988b).

2 A precisão da correlação "parabolóide-elíptica" é boa considerando que o R^2 ficou entre 0.962 e 0.986. Por outro lado, em todos os casos somente o estimador e_C não foi significativo ao nível de 10% de probabilidade (na verdade somente em um caso foi significativo ao nível de 10% de probabilidade), significando que o ângulo de rotação da elipse sobre os eixos adotados foi próximo de zero (este fato já havia sido observado no ensaio do motor, item 4.2.3). Como isto reflete uma característica associada à concepção do motor, é de se esperar que para outros casos este estimador seja significativamente diferente de zero, não devendo, portanto, ser retirado do modelo a variável $N*T$.

3 A precisão da correlação "completa" é também boa, mas o ganho percentual em explicação R^2 médio foi de 0,3%, não se justificando a complicação do modelo pela inclusão dos

coeficientes e_A e e_B . Observe-se que quanto menor o R^2 maior é o número de ocorrências de estimadores não significativos.

As Fig. 5a,6a e 7a apresentam o rendimento EFGc em função do torque efetivo reduzido T_e e da rotação do motor N para os tratores 4x2 e 4x2 Auxiliar na 7a marcha. Observa-se que:

1 O trator 4x2 Auxiliar na condição de tração auxiliar ligada apresentou o maior rendimento EFGc.

2 É difícil analisarem-se as diferenças de rendimento em todo campo de trabalho do motor, a não ser através de sobreposição dos gráficos.

Observando-se a Tabela 6 verifica-se que:

1 Para cada caso, igualmente ao que aconteceu à correlação da Eq. 13, a restrição $f_A=f_B=0$ reduz o segundo membro da Eq. 14 a uma elipse, visto que o determinante $DT=4*f_A*f_B-f_C^2$ é positivo.

2 A precisão da correlação "parabolóide-elíptica" é boa, visto que o R^2 ficou entre 0.979 e 0.989. Como no caso anterior, o estimador da interação entre as variáveis independentes f_A foi o menos significativo.

3 A precisão da correlação "completa" é também boa (R^2 entre 0.981 e 0.993), embora o ganho percentual em explicação R^2 foi de 0.4%, não se justificando, como no caso anterior, a inclusão dos coeficientes f_A e f_B .

Comparando-se as Tabelas 4, 5 e 6 conclui-se que:

1 Em média, a correlação proposta pela Eq. 14 para o rendimento EFG é mais precisa que o da Eq. 13 (R^2 médio maior). Isto se deve ao fato de que no caso da Eq. 13 o torque efetivo no motor T ter sido estimado, e não medido, através da Eq. 11.

2 Em média, o modelo "completo" para o rendimento EF (Eq. 3) é mais preciso que o do EFG (Eq. 13 e 14), mas não existe diferença significativa para o modelo "parabolóide-elíptico".

As Fig. 5b, 6b e 7b apresentam o rendimento EFGc em função da força de tração reduzida FD_c e da velocidade de deslocamento VA para os tratores 4x2 e 4x2 Auxiliar na 7a. São válidas aqui as mesmas observações feitas para as Fig. 5a, 6a e 7a. Em cada caso, a curva envoltória FORÇA DE TRACÇÃO FD X VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO VA foi traçada a partir de duas correlações matemáticas (analogamente a curva envoltória TORQUE X ROTAÇÃO): a primeira, para fora da zona de corte do regulador de rotação - polinômio do 3º grau correlacionando FD e VA ; a segunda, para a zona de

correlação - polinômio de 2º grau correlacionando as mesmas variáveis. Em cada correlação utilizou-se o teste F para determinar o grau do polinômio.

4.4 Comparação entre os Métodos

As Eq. 13 e 14 são duas correlações distintas propostas para avaliar o comportamento da variável EFG. Observa-se que:

1 Na análise das perdas de potência nos sistemas de transmissão e tração de um trator é mais útil a correlação da Eq. 13, devido utilizar as mesmas variáveis independentes que a correlação para o rendimento efetivo do motor EF (Eq. 3). Por isto as Fig. 5a, 6a e 7a podem ser comparadas diretamente com a Fig. 1.

2 Em comparações entre desempenhos de diferentes tratores (por exemplo 4x2 e 4x2 Auxiliar) ou entre um trator operando sob condições diferentes (4x2 Auxiliar com e sem tração auxiliar ligada), quando o alvo é a potência na barra de tração P, é mais útil se usar a correlação da Eq. 14. Isto se deve por ela ter como variáveis independentes FD e VA, cujo produto é a potência P, propiciando comparações diretas como as das Fig. 5b, 6b e 7b entre si.

eficiente), diminuindo a medida que o produto torque \times rotação aumenta.

As Fig. 8b, 9b e 10b apresentam a variável DEF6c para os tratores em análise. Observa-se que:

1 O trator 4x2 Auxiliar com a tração dianteira ligada teve em todo campo de trabalho maior rendimento global que o trator 4x2, apesar do seu motor apresentar menor rendimento.

2 O trator 4x2 Auxiliar operando com a tração dianteira ligada foi também em todo campo de trabalho mais eficiente que o trator operando com a tração dianteira desligada.

3 O trator 4x2 apresentou sempre maior rendimento EFGc que o trator 4x2 Auxiliar com a tração desligada, sendo que uma parcela desta superioridade se deve ao fato do seu motor apresentar maior rendimento.

A justificativa para estas observações são as mesmas feitas para a variável PEF6c. Por outro lado deve-se reiterar que o objeto em estudo é a metodologia de análise e não os tratores ensaiados. Caso contrário, seria necessário se estenderem as avaliações para outras marchas e outros tipos de pisos.

5 CONCLUSÕES

1 As equações empíricas propostas para o rendimento global de tratores em função da rotação e do torque do motor apresentam coeficiente de correlação elevado (R^2 médio maior que 0.98).

2 A correlação proposta para o rendimento global de tratores em função da velocidade de deslocamento e da força de tração é igualmente precisa (R^2 médio maior que 0.98).

3 Em cada correlação a versão "completa" não foi significativamente mais precisa que a versão "parabolóide-elíptica". Esta última, por ser parametrizável, mostrou-se mais indicada para a construção de curvas de parâmetros múltiplos.

4 As curvas de parâmetros múltiplos mostraram-se adequadas à análise das perdas de potência nos sistemas transmissão e tração de um trator, bem como para comparações entre os desempenhos de diferentes tratores ou entre um trator operando sob condições diferentes.

TABELA 1 - Condições gerais dos tratores durante os ensaios de desempenho na barra de tração

TRATOR	CONDICAO DE LASTRAGEM	TRACAO AUXILIAR LIGADA	MASSA DIANTEIRA [kg]	MASSA TRASEIRA [kg]	MASSA TOTAL [kg]	ALTURA DA LINHA DE TRACAO [mm]	DISTANCIA ENTRE EIXOS [mm]	RAIO ESTATICO DIANTEIRO [mm]	RAIO ESTATICO TRASEIRO [mm]
4 x 2	C/ LASTRO	NAO TEM	2060	4680	6740	465	2805	380	766
4 x 2 AUXILIAR	C/ LASTRO	NAO	2660	4210	6870	545	2670	580	773
4 x 2 AUXILIAR	C/ LASTRO	SIM	2660	4210	6870	545	2670	580	773

TABELA 2 - Posicoes da alavanca de acionamento da bomba injetora durante os ensaios de desempenho na barra de traccao

POSICAO DA ALAVANCA	1	2	3	4	5	6
ROTACAO MAXIMA LIVRE NM [min ⁻¹]	2480	2200	1950	1700	1450	1200

TABELA 3 - Estimadores dos coeficientes das equacoes $T=f(N,D)$ (Eq. 11)

TRATOR	-2 $d0 \times 10^0$	-1 $d1 \times 10^0$	2 $d2 \times 10^0$	2 $d3 \times 10^0$	5 $d4 \times 10^0$	2 R
4 x 2	* -1.108	* 1.115	* -4.863	* 7.068	* -2.777	0.995
4 x 2 Auxiliar	* -1.176	* 1.232	* -6.593	* 4.747	* -1.960	0.998
Media						0.996

* = significativo pelo teste F, a 0.1% de probabilidade

TABELA 4 - Estimadores dos coeficientes da equação de regressão - rendimento efetivo reduzido do motor $EFC=f(Tc, N)$ (Eq. 3)

TRATOR	TIPO DE CORRELAÇÃO (a)	2	3	5	6	8	11	8	10	2	2
		$a_0 \times 10^0$	$a_1 \times 10^0$	$a_2 \times 10^0$	$a_3 \times 10^0$	$a_4 \times 10^0$	$a_5 \times 10^0$	$a_6 \times 10^0$	$a_7 \times 10^0$	9	9
4 x 2	C	-4.112 *	5.078 *	8.028 *	-28.98 *	8.127 *	-8.929 *	-2.999 *	-476.0 *	0.997	1.87
	P	6.676 **	2.154 *	7.950 **	-4.169 *	-	-	-3.126 *	-6.417 NS	0.979	-
4 x 2 Auxiliar	C	-4.647 *	4.907 *	7.857 *	-27.70 *	7.765 *	-8.542 *	-2.735 *	-474.4 *	0.998	1.77
	P	4.453 ***	2.168 *	7.918 *	-4.035 *	-	-	-2.893 *	-288.1 NS	0.981	-
Media	C	-	-	-	-	-	-	-	-	0.999	1.87
	P	-	-	-	-	-	-	-	-	0.998	-

(a) C = completa P = parabolóide-elíptica

* = significativo, pelo teste F, a 0.1% de probabilidade

** = significativo, pelo teste F, a 1% de probabilidade

*** = significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade

N.S. = não significativo, pelo teste F, a 10% de probabilidade

TABELA 5 - Estimadores dos coeficientes da equação de regressão - rendimento global reduzido $EF6c=f(Tc,N)$ (Eq. 13)

TRATOR	TIPO DE CORRELAÇÃO (a)	2	3	5	7	8	11	8	9	2	2
		$e0 \times 10^2$	$e1 \times 10^3$	$e2 \times 10^5$	$e3 \times 10^7$	$e4 \times 10^8$	$e5 \times 10^{11}$	$e6 \times 10^8$	$e7 \times 10^9$	ρ	ρ
4 x 2	C	NS -6.876	*** 1.908	* 7.218	NS -9.832	NS -1.191	NS 1.662	* -2.992	NS 27.05	0.988	0.2%
	P	* -8.117	* 2.110	* 8.395	* -35.98	-	-	* -3.246	NS 8.593	0.986	-
4 x 2 Auxiliar TD	C	* -32.41	* 5.591	* 12.98	* -253.4	* 5.788	* -5.522	* -4.246	NS -17.48	0.991	0.6%
	P	* -17.75	* 2.447	* 13.91	* -40.84	-	-	* -4.429	NS -32.50	0.995	-
4 x 2 Auxiliar TL	C	* -30.91	* 4.382	* 21.74	**** -167.5	NS 3.504	NS -3.491	* -6.426	**** -76.00	0.964	0.2%
	P	* -22.55	* 2.668	* 21.11	* -45.03	-	-	* -6.240	**** -78.82	0.962	-
Media	C	-	-	-	-	-	-	-	-	0.991	0.2%
	P	-	-	-	-	-	-	-	-	0.978	-

(a) C = completa P = paraboloide-elíptica
 (b) TL = tração ligada TD = tração desligada
 * = significativo, pelo teste F, a 0.1% de probabilidade

*** = significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade
 **** = significativo, pelo teste F, a 10% de probabilidade
 N.S. = não significativo, pelo teste F, a 10% de probabilidade

TABELA 6 - Estimadores dos coeficientes da equação de regressão - rendimento global reduzido $EF6c=f(FDc,VA)$ (Eq. 14)

TRATOR	TIPO DE CORRELAÇÃO (a)	$f_0 \times 10^2$	$f_1 \times 10^2$	$f_2 \times 10^2$	$f_3 \times 10^4$	$f_4 \times 10^5$	$f_5 \times 10^7$	$f_6 \times 10^3$	$f_7 \times 10^4$	f_8	f_9
4 x 2	C	**** -3.144	* 2.982	* 2.393	** -12.51	NS 2.469	NS -2.493	* -2.043	*** -1.028	0.993	0.1%
	P	NS -1.725	* 2.182	* 2.707	* -4.964	-	-	* -2.252	** -1.454	0.989	-
4 x 2 Auxiliar TD	C	* -8.938	* 3.230	* 3.525	** -14.41	NS 3.169	NS -3.445	* -2.712	**** -1.479	0.984	0.1%
	P	** -7.988	* 2.340	* 3.935	* -5.287	-	-	* -2.960	*** -2.173	0.982	-
4 x 2 Auxiliar TL	C	* -16.10	* 3.694	* 5.445	** -18.46	**** 5.288	NS -7.454	* -3.948	*** -1.985	0.981	0.2%
	P	* -12.98	* 2.561	* 5.365	* -5.809	-	-	* -3.896	*** -2.017	0.979	-
Media	C	-	-	-	-	-	-	-	-	0.987	0.4%
	P	-	-	-	-	-	-	-	-	0.983	-

(a) C = completa P = parabolóide-elíptica
 (b) TL = tração ligada TD = tração desligada
 * = significativo, pelo teste F, a 0.1% de probabilidade

** = significativo, pelo teste F, a 1% de probabilidade
 *** = significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade
 **** = significativo, pelo teste F, a 10% de probabilidade

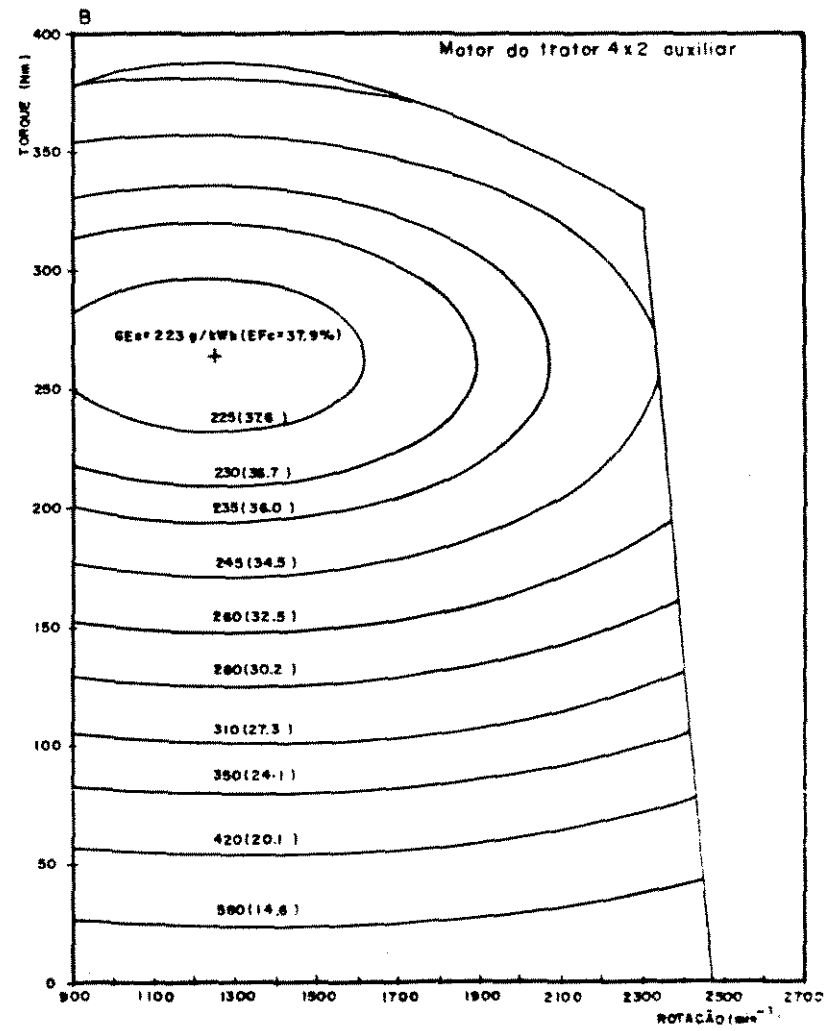
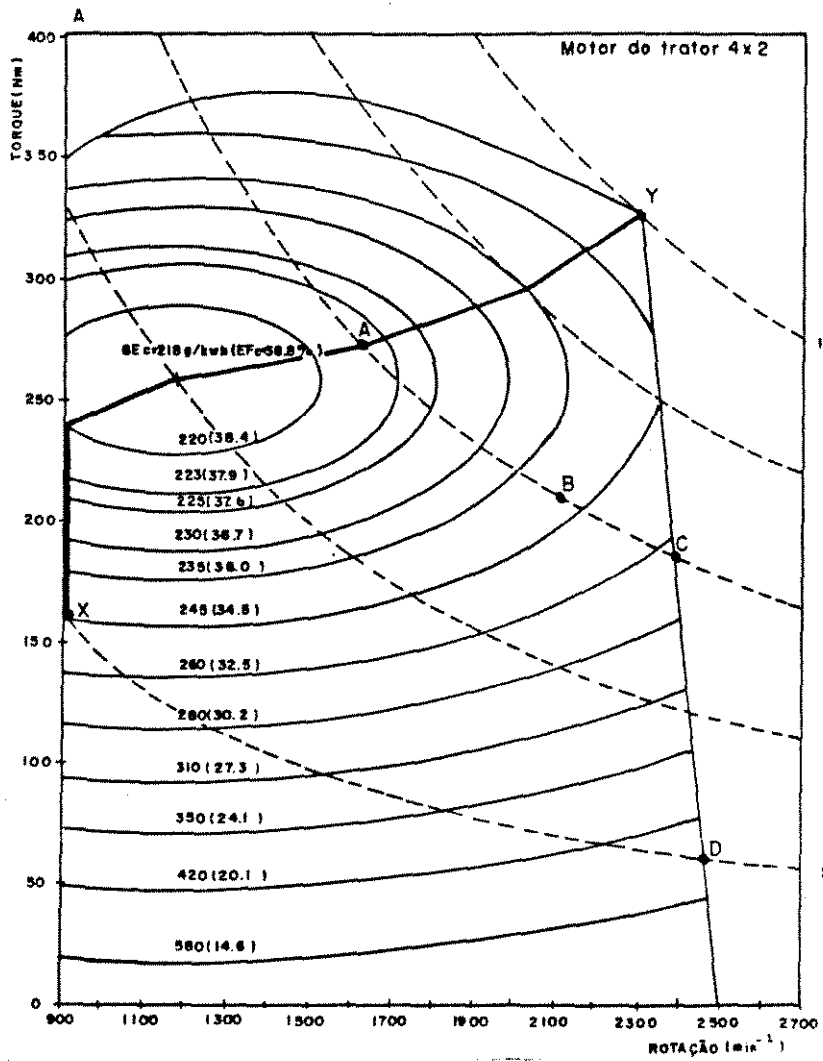


Figura 1—Rendimento efetivo reduzido do motor (EFe) e consumo específico reduzido do motor (GEc): (a) trator 4x2; (b) trator 4x2 auxiliar.

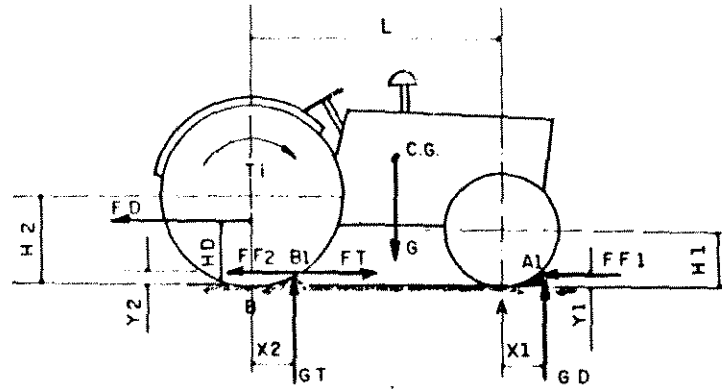


FIGURA 2- Forças atuando em um trator em regime estável de trabalho e em uma superfície horizontal.

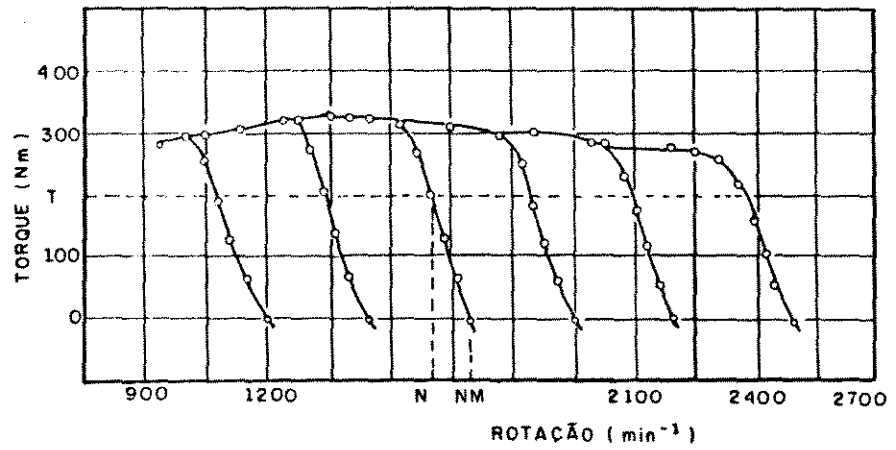


FIGURA 3- Desempenho de um motor diesel e diversas posições da alavanca de acionamento da bomba injetora.

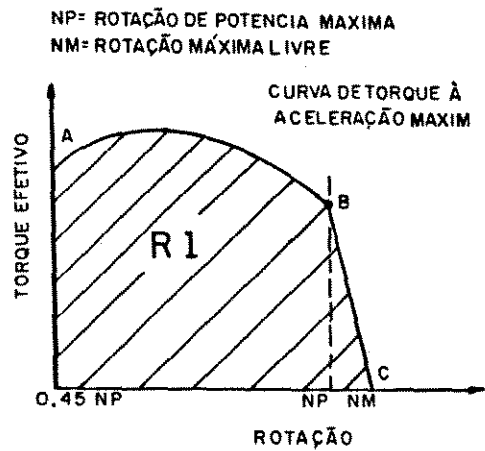


FIGURA 4- Campo de operação de um motor diesel (Souza e Milanez, 1988b)

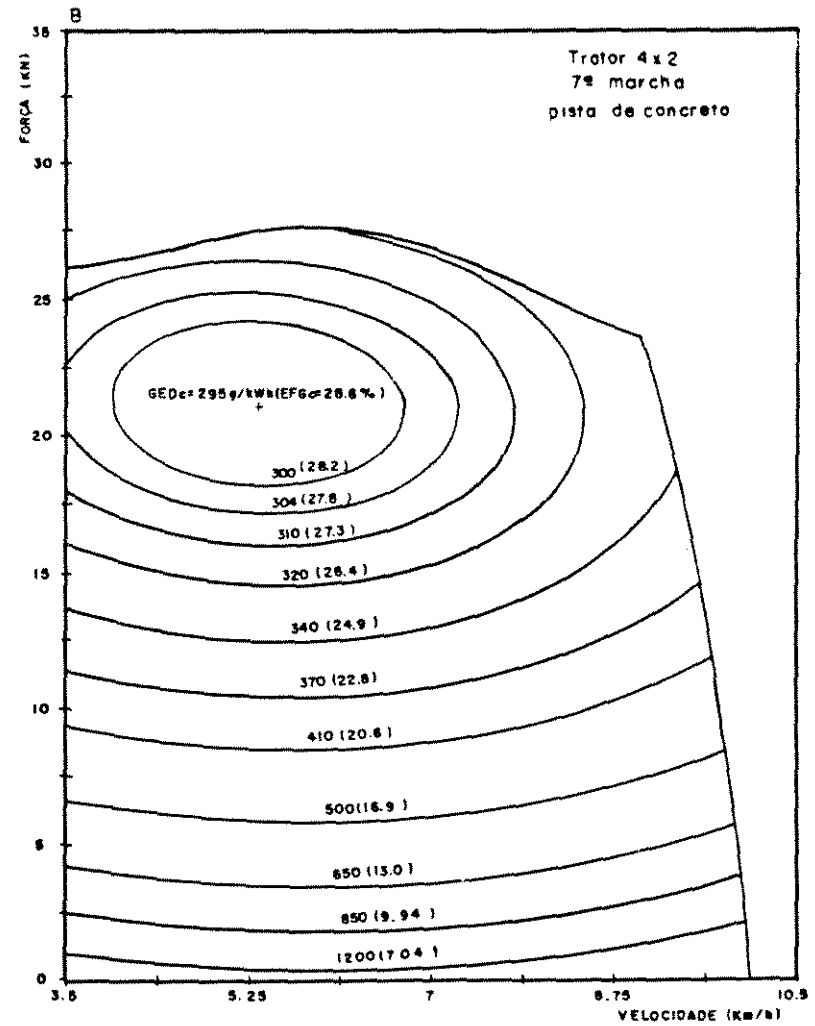
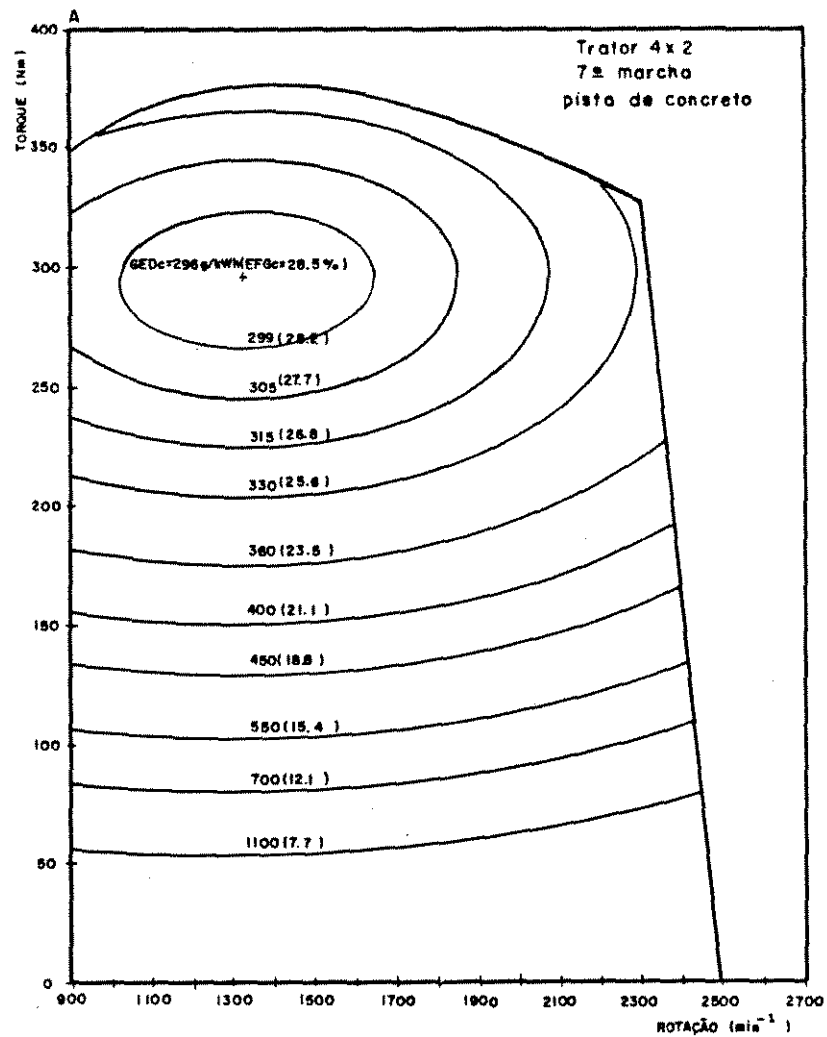


Figura 5 - Rendimento global reduzido de tração (EF6c) e consumo específico reduzido da barra de tração (GEDc) para o trator 4x2; (a) em função do torque efetivo reduzido (T_c) e da rotação do motor (N); (b) em função da força de tração reduzida (F_{0c}) e da velocidade de deslocamento (v_a).

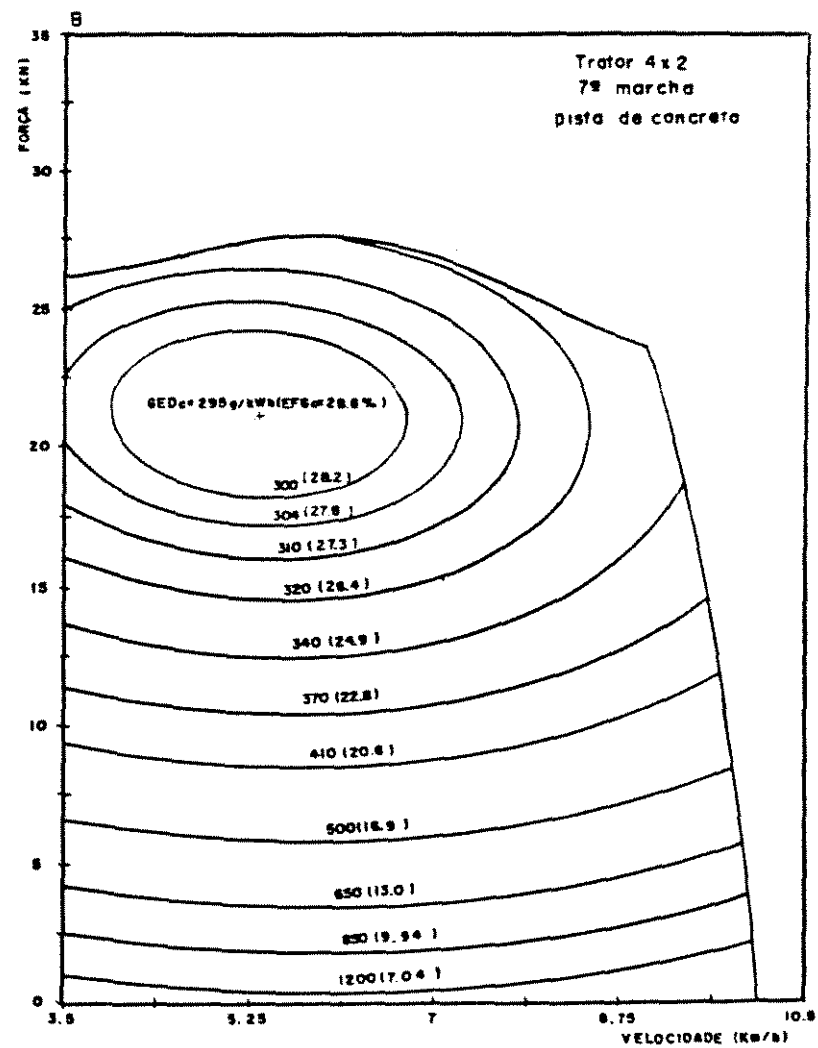
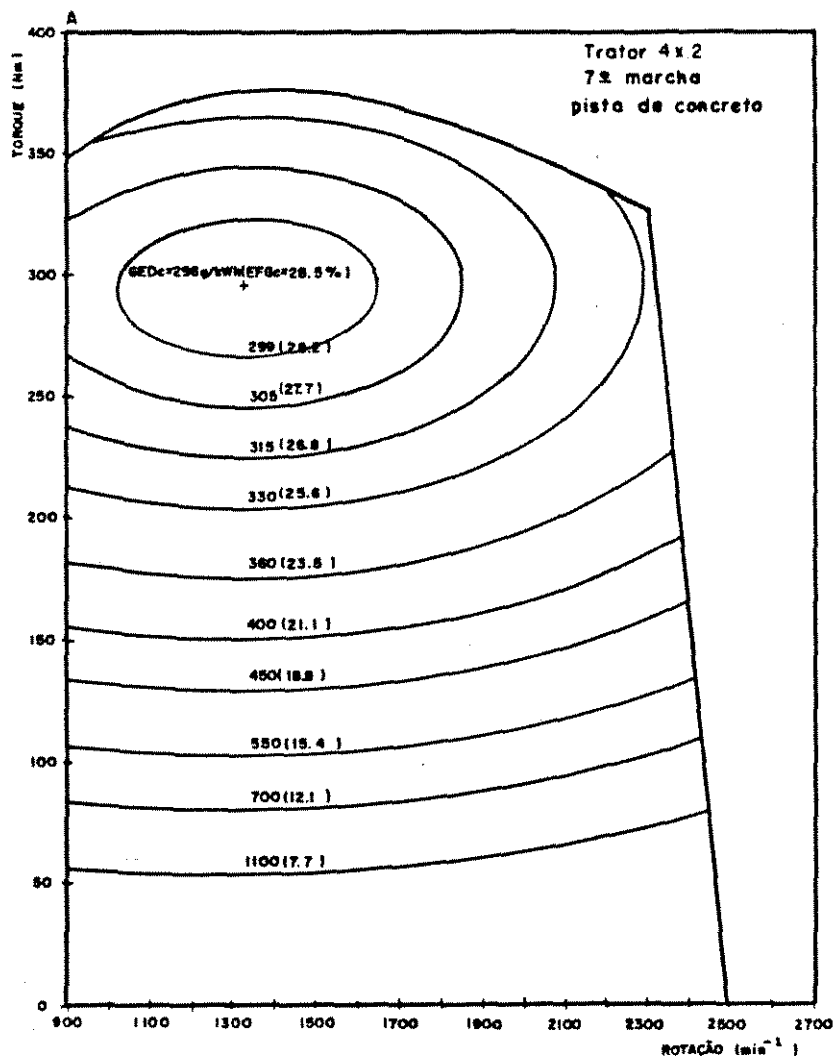


Figura 5 - Rendimento global reduzido de tração (EFGc) e consumo específico reduzido da barra de tração (GEDc) para o trator 4x2: (a) em função do torque efetivo reduzido (T_c) e da rotação do motor (N); (b) em função da força de tração reduzida (F_{Dc}) e da velocidade de deslocamento (v_a).

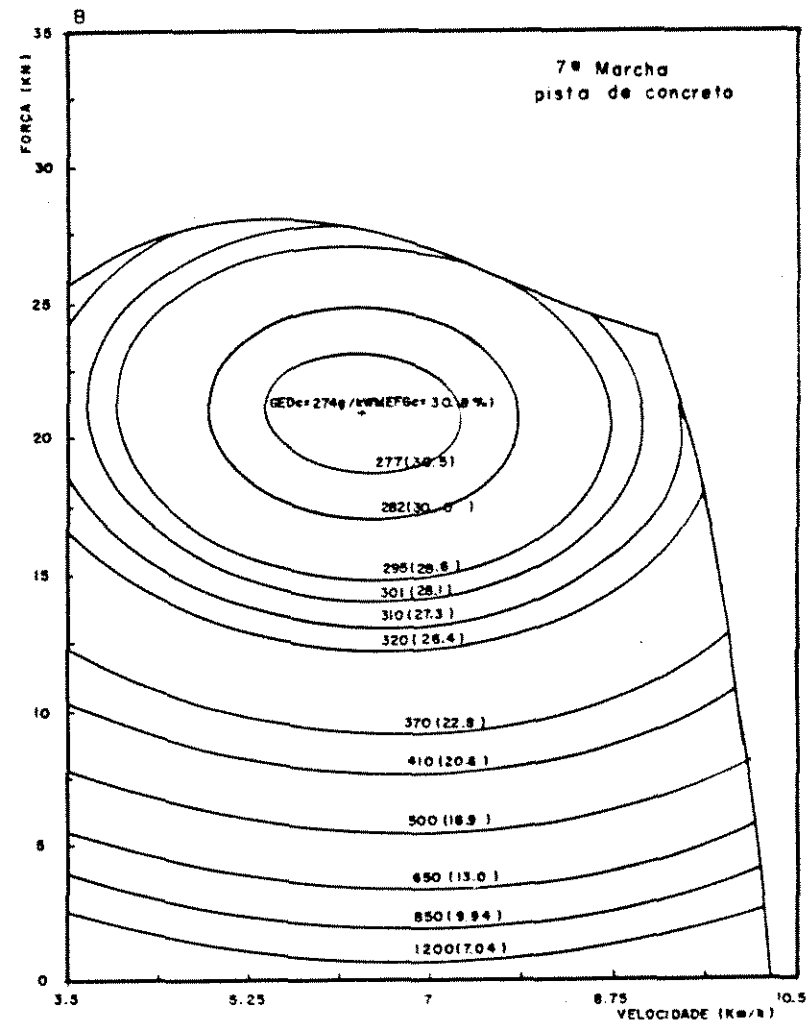
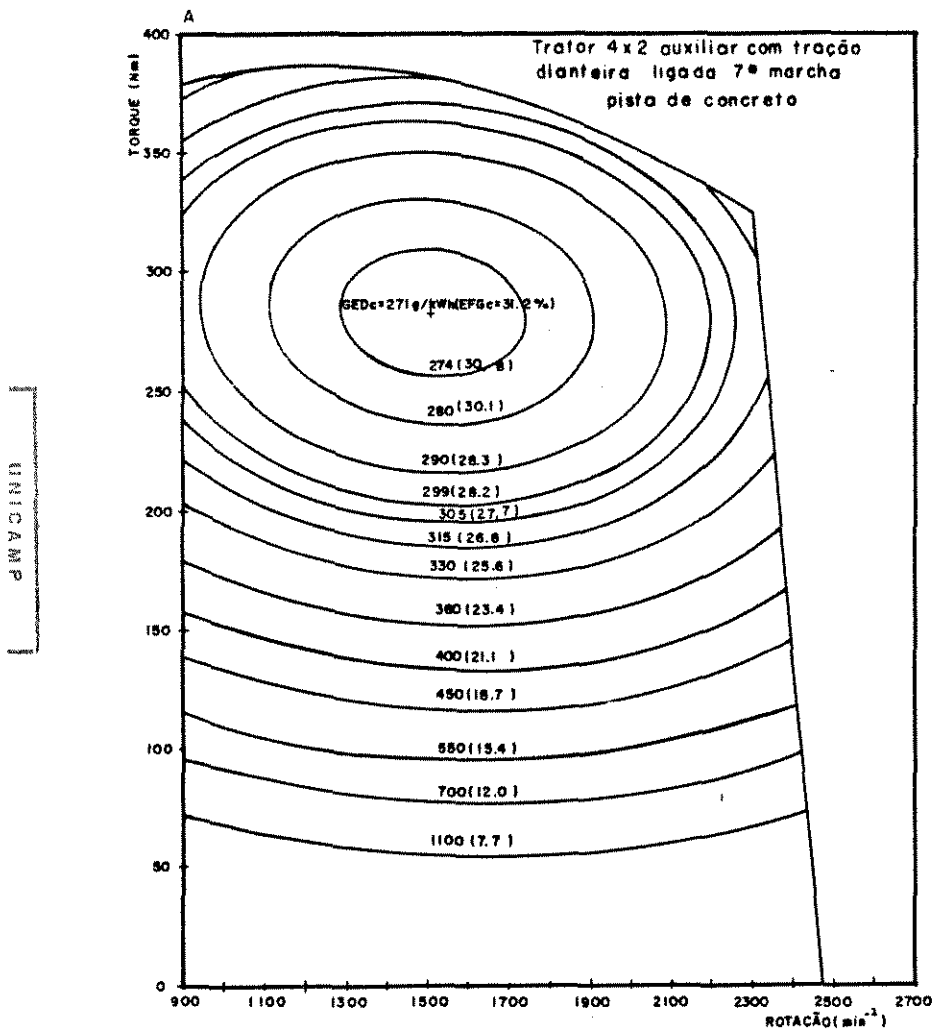


Figura 6- Rendimento global reduzido de tração (EGc) para o trator 4x2 auxiliar com a tração dianteira ligada: (a) em função do torque efetivo reduzido (Tc) e da rotação do motor (N); (b) em função da força de tração reduzida (Fdc) e da velocidade de deslocamento (va).

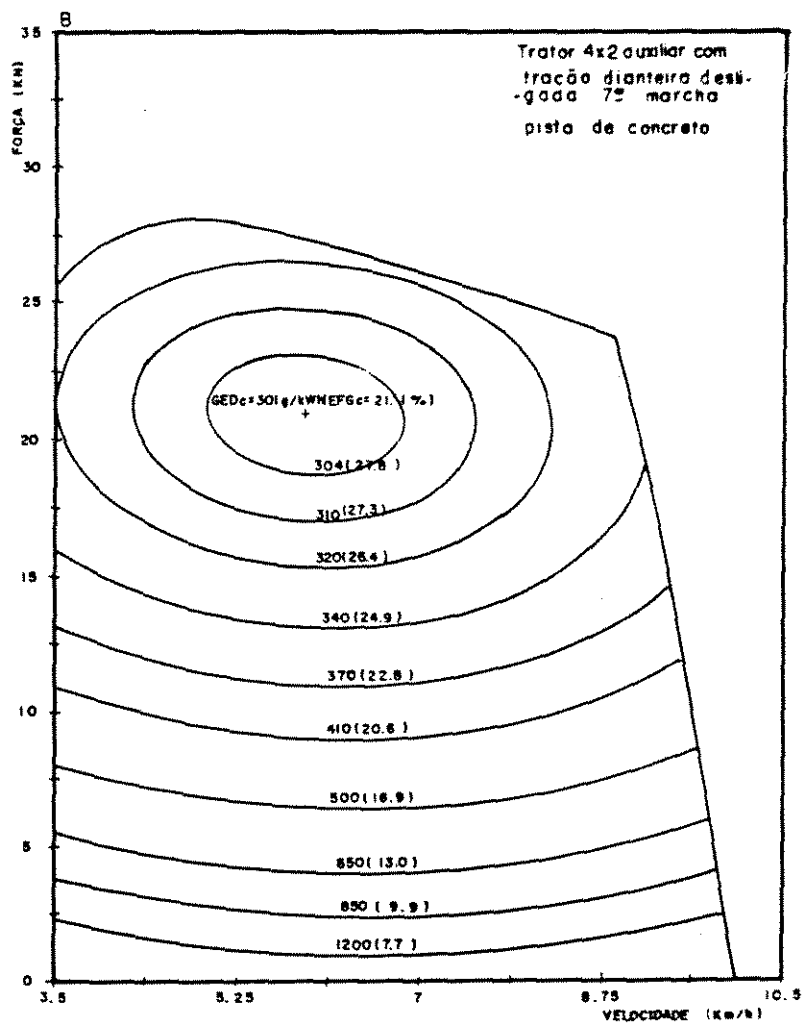
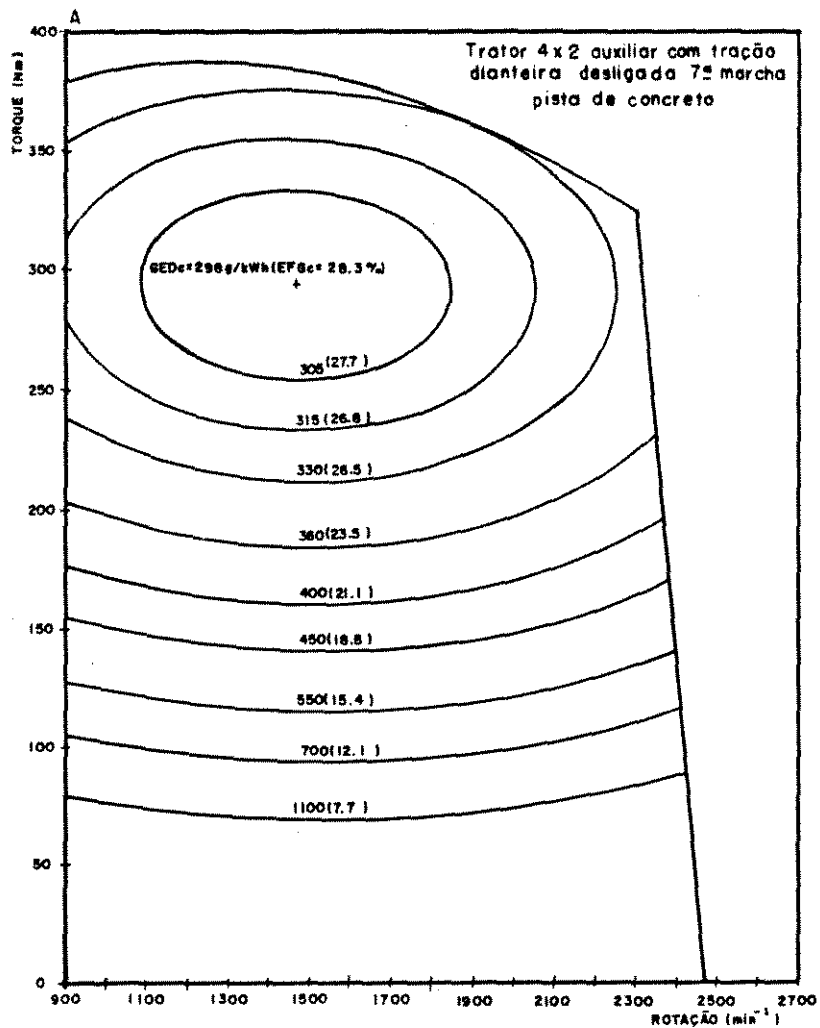


Figura 7—Rendimento global reduzido de tração (EFGc) para o trator 4x2 auxiliar com a tração dianteira desligada: (a) em função do torque efetivo reduzido (T_c) e da rotação do motor (N); (b) em função da força de tração reduzida (F_{dc}) e da velocidade de deslocamento (v_a).

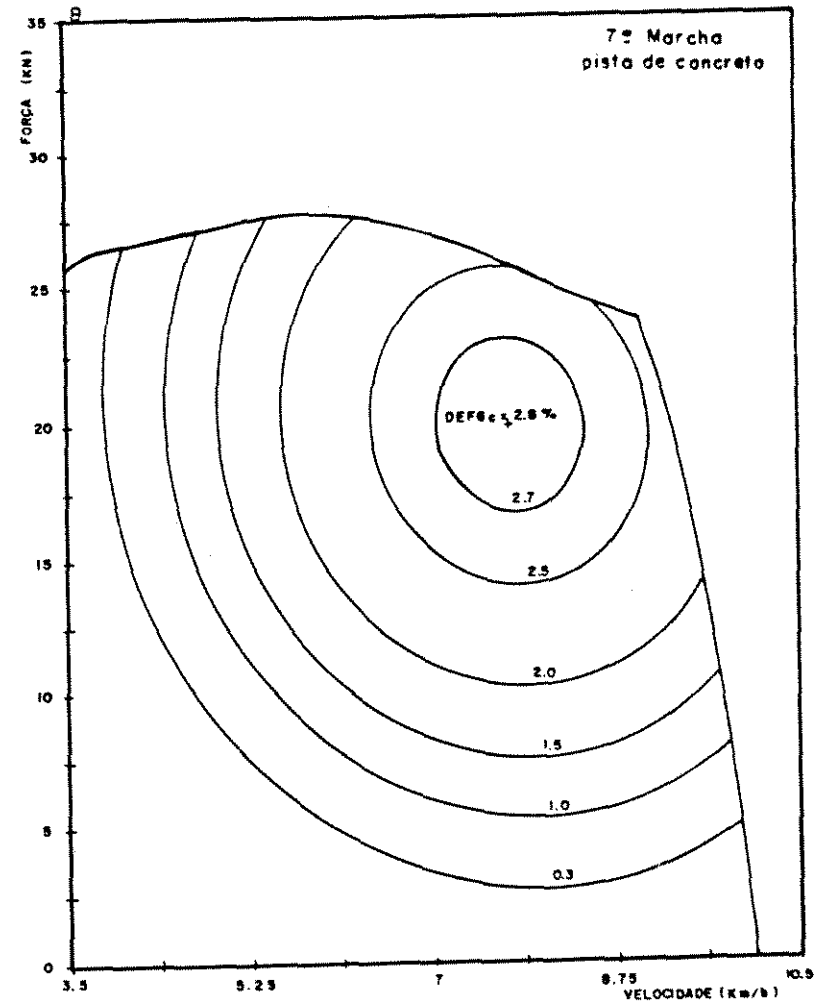
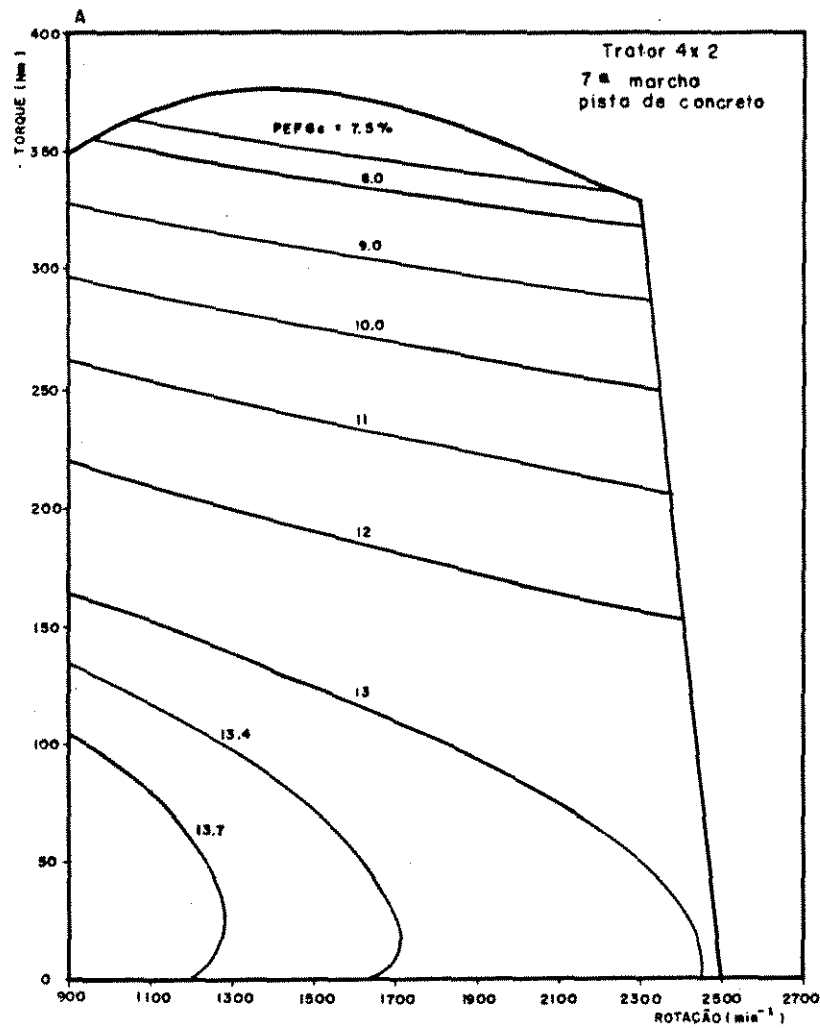


Figura 8 - (a) Perda de rendimento dos sistemas de transmissão e tração reduzida (PEFGc) para o trator 4x2; (b) diferença entre rendimentos globais reduzida (DEFGc) do trator 4x2 e do trator 4x2 auxiliar com tração dianteira ligada.

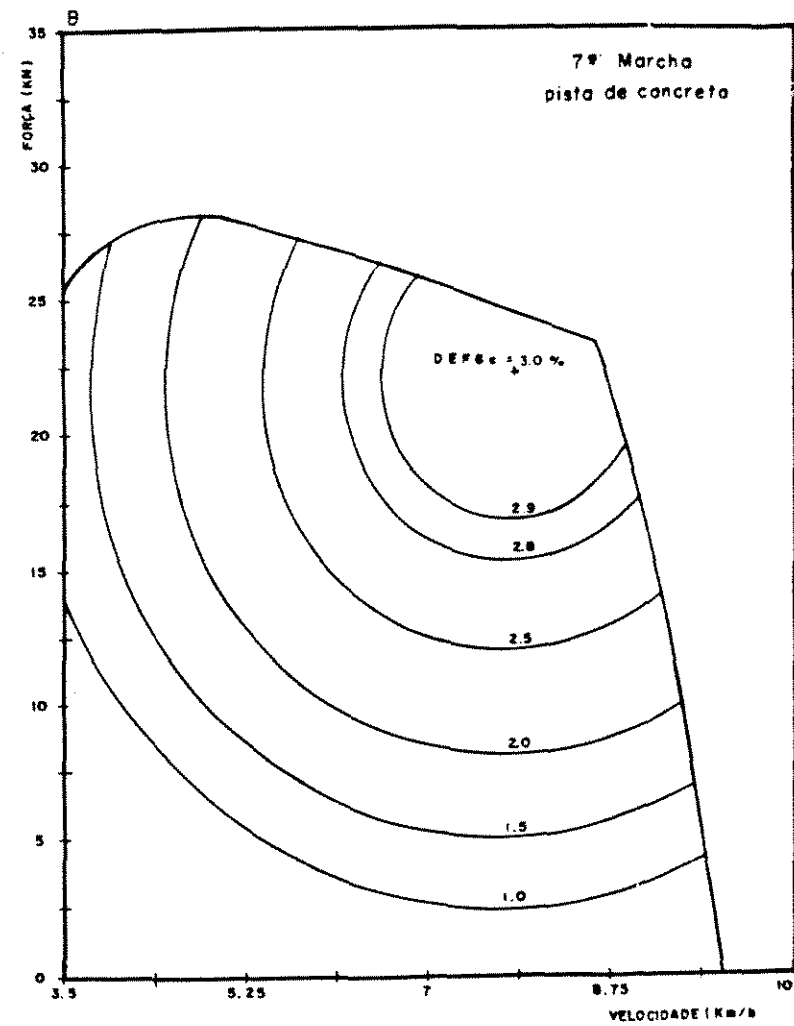
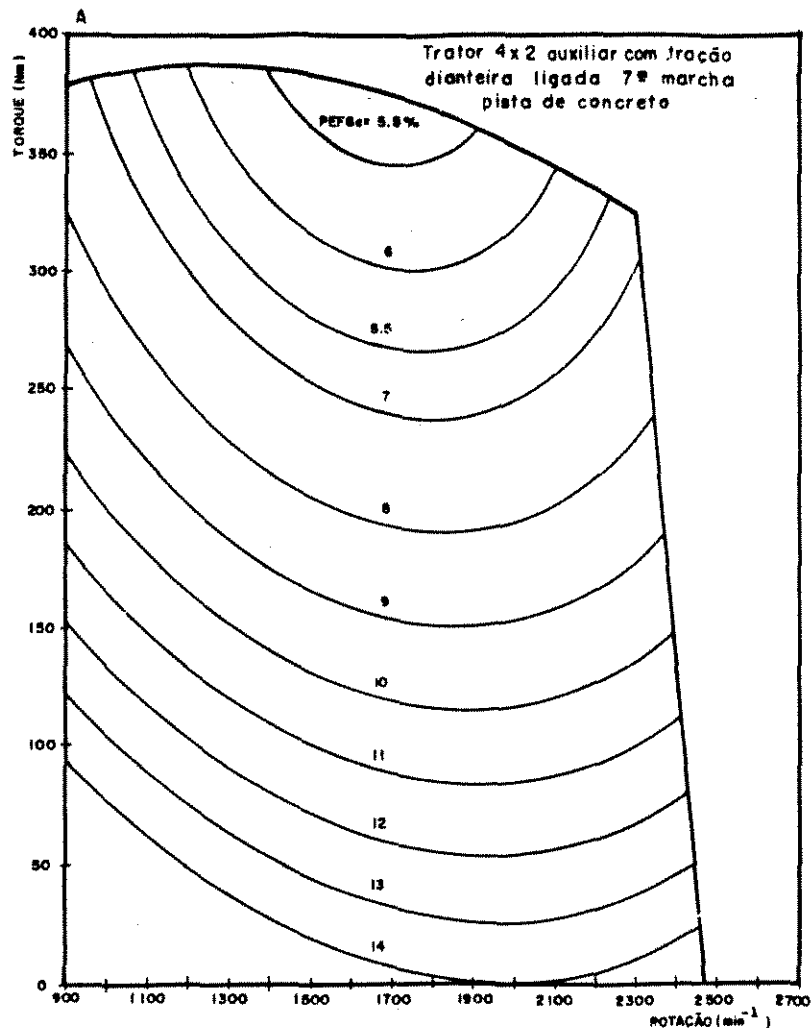


Figura 9 - (a) Perda de rendimento dos sistemas de transmissão e tração reduzida (PEFGc) para o trator 4x2 auxiliar com a tração dianteira ligada; (b) diferença entre rendimentos globais reduzida (DEFGc) do trator 4x2 auxiliar com a tração dianteira desligada e do trator 4x2 auxiliar com a tração dianteira ligada.

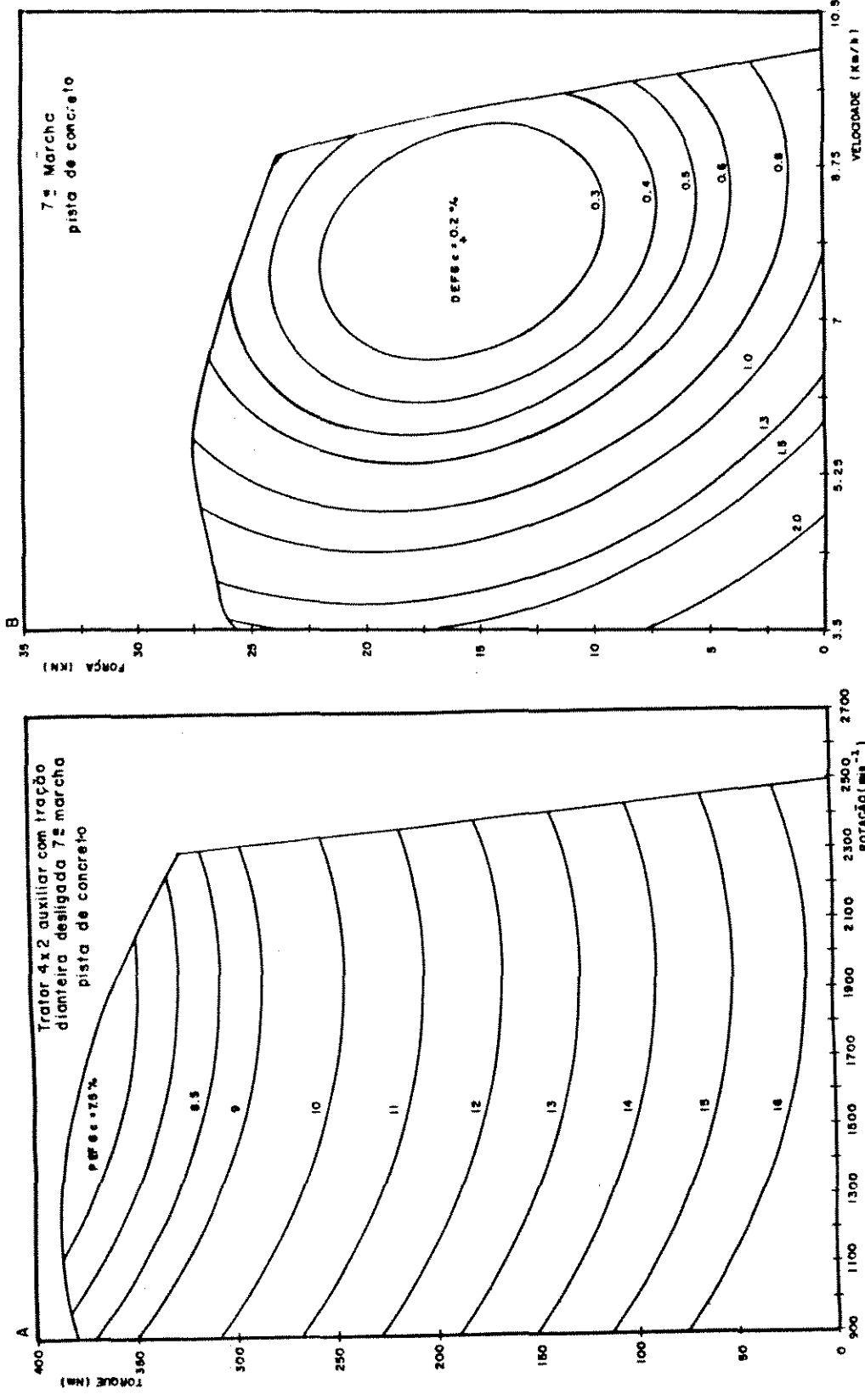


Figura 10-(a) Perda de rendimento dos sistemas de transmissão e tração reduzida(PEFGc) para o trator 4x2 auxiliar com a tração dianteira desligada;
(b) diferença entre rendimentos globais reduzida(DEFGc) do trator 4x2 auxiliar com a tração dianteira desligada do trator 4x2.

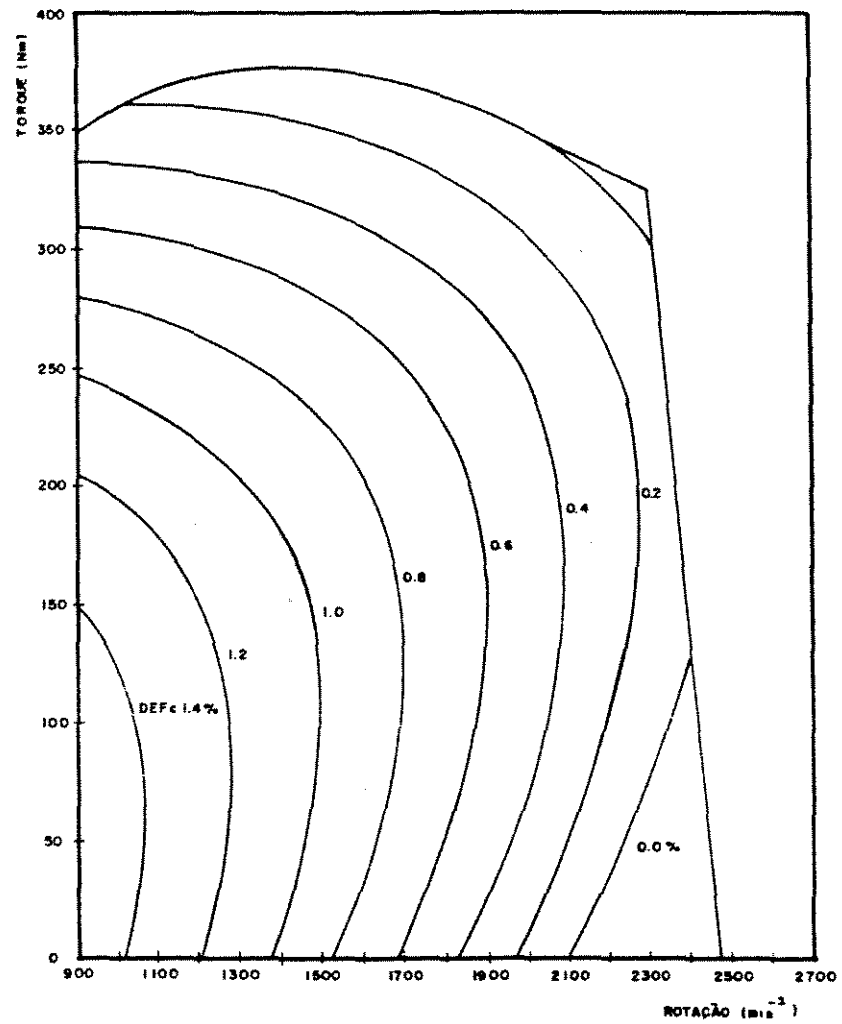


Figura 1] - Diferença entre os rendimentos efetivos reduzida (DEFc) dos motores do trator 4x2 auxiliar e do trator 4x2.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Método de ensaio de motores alternativos de combustão interna - NBR 5484. Rio de Janeiro, ABNT, 1984. 8p.
- 2 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Método de tratores agrícolas - NBR 10400. Rio de Janeiro, ABNT, 1988. 18p.
- 3 JOHN DEERE WERKE MANNHEIM. Thema: Kraftstoffverbrauch. Mannheim, 1980. 20p.
- 4 KIRSTE, T., GRUNBECK, W., FELLER, M. Kennfeldmonitor fuer dieselmotoren. Sep. Landtechnik, Darmstadt, 40(10):p. 426-430, Dec, 1985.
- 5 NETER, J. & WASSERMAN, W. Applied linear statistical models. Homewood, Richard D. Irwin, Inc., 1974. 842p.
- 6 OECD. Prediction of drawbar test performance (Note by the Secretariat - Code AGR/TS(87)22). Paris, OECD, 1987. 11p.

- 7 SCHIMMEL, V.J. e HULLA, H.. Einsatzoptimierung von Ackerschleppern durch elektronische Fahrerinformation. Sep. Grundlagen Landtechnik, Duesseldorf, 33(1):p. 5-10, Jan-Feb, 1983.
- 8 SOUZA, E. G. Desempenho de tratores agrícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. 15, São Paulo, 1986. Anais São Paulo, Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1986.
- 9 SOUZA, E.G. e MILANEZ, L.F. Indirect evaluation of the torque of diesel engines. Transactions of the ASAE, ST. Joseph, 31 (5): 1350-54, Sep-Oct, 1988a.
- 10 SOUZA, E.G. e MILANEZ, L.F. Efficiency and economical analysis of diesel engines. ASAE Paper 88-1577, ST. Joseph, 1988b.
- 11 SOUZA, E.G. e MILANEZ, L. F. Prediction of Tractor Performance on Concrete. ASAE Paper 88-1514, ST. Joseph, 1988c.

ABSTRACT

Recent oscillations of fuel prices have stimulated utilization of fuel consumption as an important parameter in characterizing the performance of a tractor.

In this work a test methodology is proposed to determine the dependence of the total tractive efficiency as a function of the travel speed and drawbar pull. Two correlations are suggested for the tractive efficiency. One as a function of the travel speed and drawbar pull, the other as function of the engine speed and torque. Both correlations are accurate resulting in an average value for R^2 greater than 0.98. For each correlation the complete version was found to be not significantly more precise than the elliptical paraboloid correlation. The latter, being parametric, is more suitable for obtaining multiple parameter curves. These curves can be used to analyze the power losses in tractor transmission and traction systems as well as to compare performances between tractors or a tractor operating under different conditions.

ANEXO A

DESEMPENHO DOS MOTORES

1. Combustível:

O combustível consumido pelos tratores nos ensaios de pista de concreto e bancada apresentou as características mostradas abaixo, levantadas pela Divisão de Química do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A - (I.P.T.).

- Combustível.....	diesel
- Poder Calorífico Inferior (MJ/kg).....	42.6
- Densidade a 25° C (g/l).....	834

A massa do combustível a uma determinada temperatura foi obtida através de interpolação linear a partir dos valores a 25 °C e 40 °C .

2. Ensaio do Motor:

2.1 Medição de Torque:

A medição do torque foi feita com o volante do motor acoplado a um dinamômetro de corrente de Foucault (SCHENCK W 400), instalado no Laboratório de Dinamometria do Centro Nacional de Engenharia Agrícola - CENEA/MA - Iperó SP.

Este dinamômetro é equipado com transdutor de força à base de extensômetros elétricos de resistência (strain-gauge), que permite leitura digital do torque aplicado pelo dinamômetro.

2.2 Medição da Rotação do Motor:

Segundo KIRSTE et alii (1985) os sensores mais utilizados em medição de rotação são:

- Fotocélula ou sensor indutivo com disco rotativo dentado ou perfurado;
- Tacogerador;
- Comutador de contato;
- Alternador trifásico;

Por razões de confiabilidade, precisão e exatidão foi escolhida a técnica óptica (Fotocélula).

Este sensor constitui de uma lâmpada e um fototransistor. Para evitar interferências com a luz natural foi utilizado um fotodiodo infravermelho e por motivos construtivos, em vez de um disco perfurado, optou-se por um disco dentado de 15 cm de diâmetro e 60 dentes.

A luz é captada ou não pelo fototransistor em função da posição do disco de medição, que converte o intervalo de

luz em impulsos de tensão. Os impulsos de tensão fornecidos pelo fototransistor são convertidos em impulsos de mesma tensão (12 V), porém 20 vezes mais intensos (de 500 A para 10 mA) por um amplificador de corrente, para se evitarem ruídos de radio-frequência nos cabos de transmissão. Um conversor de frequência-tensão transforma o sinal de saída do amplificador em uma tensão proporcional à rotação, mostrada através de um indicador analógico. Um contador de impulsos transforma o sinal de saída do amplificador em uma indicação digital (Fig. A.1).

2.3 Medição do Consumo de Combustível:

A medição do Consumo de combustível do motor foi feita por um medidor SEPPELER SVU 3-100/500 que permite leitura digital do tempo gasto para consumir um volume pré-fixado em 100 ou 500 ml. A técnica está esquematizada na Fig. A.2.

O combustível que retorna da bomba injetora e dos injetores volta ao circuito depois do medidor e, portanto, todo combustível que passa pelo medidor é consumido pelo motor do trator. Na saída do medidor é tomada a temperatura para que se possa posteriormente estimar a densidade do combustível em função da mesma.

Quando não se está fazendo uma medição a válvula solenóide 15 permite somente a passagem do combustível que

vem do reservatório. Através de comando do painel é iniciado o processo de medição, e então a referida válvula permite somente a passagem do combustível que vem do medidor. No instante em que o menisco da coluna de combustível passar pelo nível A a luz que estava continuamente sendo emitida pelo fotodiodo 9 é refletida e captada pelo fototransistor 12, que envia um sinal elétrico ao contador eletrônico, o qual dá início à contagem de tempo. Em função de uma pré-seleção pelo operador, o sinal que cessará a contagem de tempo será aquele que vier do fototransistor 13 ou 14 e, conseqüentemente, corresponderá a um volume consumido de 100 ou 500 ml.

Com o volume consumido V (ml) e o tempo gasto t (s), calculou-se o consumo horário de combustível GH (l/h) pela seguinte relação:

$$GH = 3.6 \cdot V/t \quad (A.2)$$

2.4 Medição das Temperaturas:

As temperaturas do ar de admissão, do fluido de arrefecimento, do óleo do motor, e de bulbo seco e bulbo úmido foram determinadas por sensores de temperatura que operam baseados no princípio da variação da resistividade elétrica de um metal, em função da temperatura, sendo confeccionados com fios de platina (Pt 100) Fig. A.3.

Sua principal característica é a alta estabilidade térmica, relação resistência-temperatura bastante linear, além de alto sinal elétrico de saída. O bulbo de resistência de platina, é o padrão mundial para medidas de temperaturas na faixa de -200°C a 585°C . Suas principais características técnicas são:

- Resistência.....100 ohms a 0°C .
- Faixa de medida..... -250°C a 850°C .
- Tempo de resposta.....5 segundos.

2.5 Medição da Pressão Barométrica:

Foi determinada no posto Agro-Climatológico do CENEA - Iperó/SP.

2.6 Ensaio do Motor a Rotação Constante:

Os ensaios foram realizados segundo metodologia descrita no item 3.3. Os dados de ensaio dos motores dos tratores 4x2 e 4x2 Auxiliar estão apresentados nas tabelas A.1 e A.2, respectivamente.

A partir dos dados de desempenho dos dois motores em dinamometria, e utilizando a metodologia proposta por Souza

e Milanez (1988a) foram obtidas para cada motor as correlações $T=f(N, NM)$ (Eq. 9 e 10) (Ver Tabelas A.3, A.4, A.5 e A.6). Elas foram utilizadas na elaboração da curva envoltória TORQUE X ROTAÇÃO das curvas de parâmetros múltiplos como da Fig. 1.

Os estimadores dos coeficientes das Eq. 9 e 10 encontrados para o torque T estão apresentados na Tabela A.7. Da sua observação verifica-se que a precisão é boa, visto que o R^2 ficou entre 0.942 e 0.989. Os coeficientes c_2 e c_3 foram excluídos da regressão feita da Eq. 10 porque só há interesse pelo comportamento do motor na rotação máxima livre nominal.

A curva envoltória da diferença de rendimento efetivo reduzido DEF_c entre um motor 1 e um motor 2 (Fig. 11) foi definida pela curva envoltória da intersecção dos campos de trabalho de cada um dos motores.

TABELA A.1 - Analise do desempenho do motor do trator 4x2

MAQUINA TRATOR 4x2				MOTOR MWM D 229 6				COMBUSTIVEL		DIESEL					
DENS. COMB. [g/l]	NUMERO CILINDROS	CILIND. [l]	RELACAO DE TRANSMISSAO	TEMPOS DE EXPLOSAO		PRESSAO BAROMETRICA [mmHg] [kPa]		PRESSAO REFERENCIA [mmHg] [kPa]							
-0.704	6.00	5.883	1.0000	4		711.0	94.8	710.5	94.7						
852.00															
No	TEMPO [s]	ROTACAO MOTOR [rpm]	TORQUE MOTOR [Nm]	VOLUME CONSUM. [ml]	TEMP. COMB. [C]	TEMP. 9. SECO [C]	TEMP. 9. UMIDO [C]	TEMP. ADM. [C]	POT. [kW]	C. HOR. [l/h]	C. ESP. [g/kWh]	REDUCAO NBR5484	DEBITO [mg/inj]	TORQUE REDUZIDO [Nm]	EFc [%]
1	34.18	1035	338	100	29.9	30.1	29.2	32.6	36.63	10.53	238.90	1.036	46.98	350.10	36.64
2	39.17	1035	304	100	29.5	30.1	29.2	31.9	32.95	9.19	231.86	1.022	41.01	310.58	37.24
3	45.19	1035	270	100	29.9	30.1	29.2	32.4	29.26	7.97	226.21	1.018	35.53	274.88	38.03
4	50.54	1035	237	100	29.6	30.2	29.2	32.7	25.69	7.12	230.48	1.018	31.78	241.33	37.33
5	57.72	1035	203	100	29.4	30.2	29.2	32.2	22.00	6.24	235.65	1.018	27.83	206.63	36.50
6	67.35	1035	169	100	29.5	30.2	29.2	31.8	18.32	5.35	242.57	1.018	23.85	171.98	35.45
7	78.93	1035	135	100	29.9	30.2	29.2	32.1	14.63	4.56	259.02	1.018	20.34	137.41	33.21
8	97.49	1035	101	100	29.9	30.1	29.2	30.9	10.95	3.69	280.30	1.017	16.47	102.72	30.66
9	118.83	1035	68	100	30.1	30.1	29.1	31.2	7.37	3.03	341.51	1.017	13.51	69.16	25.17
10	158.60	1035	34	100	30.5	30.1	29.1	30.5	3.69	2.27	511.57	1.017	10.12	34.57	16.79
11	327.27	1035	0	100	31.0	29.8	28.8	29.8	0.00	1.10	*****	1.016	4.90	0.00	0.00
12	29.73	1150	353	100	24.2	23.8	22.4	23.5	42.51	12.11	237.93	1.016	48.84	358.53	36.09
13	34.20	1150	318	100	23.9	23.7	22.4	24.0	38.30	10.53	229.56	1.011	42.47	321.35	37.20

TABELA A.1 - Continuação

No	TEMPO [s]	ROTACAO MOTOR [rpm]	TORQUE MOTOR [Nm]	VOLUME CONSUM. [ml]	TEMP. COMB. [C]	TEMP. B. SECO [C]	TEMP. B. UMIDO [C]	TEMP. ADM. [C]	POT. [kW]	C. HOR. [l/h]	C. ESP. [g/kWh]	REDUCCAO MORSEARA [mg/(m ³)]	DEBITO [mg/(m ³)]	TORQUE REDUZIDO [Nm]	EFF [%]
14	38.78	1150	282	100	23.6	23.7	22.2	23.5	33.96	9.28	228.35	1.007	37.46	283.98	37.27
15	44.43	1150	247	100	23.7	23.6	22.2	24.1	29.75	8.10	227.54	1.007	32.70	248.85	37.42
16	50.89	1150	212	100	23.4	23.6	22.2	24.4	25.53	7.07	231.51	1.008	28.55	213.63	36.78
17	58.40	1150	176	100	23.4	23.6	22.3	24.3	21.20	6.16	243.00	1.008	24.88	177.35	35.04
18	69.79	1150	141	100	23.5	23.5	22.2	23.8	16.98	5.16	253.80	1.007	20.82	142.03	33.54
19	83.45	1150	106	100	23.6	23.5	22.2	23.3	12.77	4.31	282.31	1.007	17.41	106.73	30.14
20	106.61	1150	71	100	23.8	23.5	22.2	22.9	8.55	3.38	329.86	1.007	13.63	71.47	25.79
21	138.53	1150	35	100	24.0	23.3	22.0	22.1	4.21	2.60	514.88	1.006	10.48	35.21	16.51
22	317.13	1150	0	100	24.4	23.1	21.8	21.7	0.00	1.14	*****	1.006	4.58	0.00	0.00
23	27.22	1265	343	100	29.5	29.9	29.0	31.3	45.44	13.23	241.95	1.036	48.28	355.51	36.20
24	32.16	1265	309	100	29.5	29.9	28.9	33.1	40.93	11.19	227.32	1.022	40.86	315.80	37.99
25	36.24	1265	274	100	29.6	30.0	29.0	32.5	36.30	9.93	227.47	1.018	36.26	278.92	37.82
26	41.37	1265	240	100	29.7	30.0	29.0	33.6	31.79	8.70	227.48	1.019	31.76	244.49	37.85
27	47.54	1265	206	100	29.5	30.1	29.1	32.2	27.29	7.57	230.66	1.018	27.64	209.67	37.29
28	53.42	1265	171	100	29.7	30.1	29.1	32.5	22.65	6.74	247.25	1.018	24.60	174.08	34.80
29	64.81	1265	137	100	29.9	30.1	29.1	32.6	18.15	5.55	254.33	1.018	20.27	139.48	33.83
30	77.24	1265	103	100	30.2	30.1	29.1	33.1	13.64	4.66	283.77	1.018	17.00	104.90	30.33
31	98.22	1265	69	100	30.5	30.1	29.2	32.4	9.14	3.67	333.03	1.018	13.37	70.25	25.83
32	130.12	1265	34	100	30.6	30.2	29.2	31.8	4.50	2.77	510.13	1.018	10.09	34.60	16.86
33	238.65	1265	0	100	31.4	30.1	29.2	31.0	0.00	1.51	*****	1.017	5.50	0.00	0.00
34	23.59	1380	356	100	23.1	23.7	22.5	23.1	51.45	15.26	247.91	1.017	51.34	362.19	34.68
35	28.56	1380	320	100	22.9	23.7	22.5	24.3	46.24	12.61	227.84	1.011	42.42	323.49	37.40
36	32.11	1380	285	100	23.0	23.8	22.5	25.8	41.19	11.21	227.52	1.009	37.72	287.53	37.47
37	37.34	1380	249	100	23.0	23.8	22.5	25.1	35.98	9.64	223.94	1.008	32.44	251.08	38.05
38	41.62	1380	214	100	23.1	23.8	22.5	24.9	30.93	8.65	233.75	1.008	29.10	215.76	36.45
39	50.06	1380	178	100	23.2	23.8	22.6	25.0	25.72	7.15	233.62	1.008	24.19	179.49	36.48
40	57.55	1380	142	100	23.3	23.8	22.7	25.2	20.52	6.26	254.72	1.009	21.04	143.22	33.46
41	68.41	1380	107	100	23.4	23.9	22.7	24.1	15.46	5.26	284.35	1.008	17.70	107.83	29.95

TABELA A.1 - Continuação

No	TEMPO [s]	ROTACAO MOTOR [rpm]	TORQUE MOTOR [Nm]	VOLUME CONSUM. [ml]	TEMP. COMB. [°C]	TEMP. B. SECO [°C]	TEMP. B. UMIDO [°C]	TEMP. ADM. [°C]	POT. [kW]	C.MOR. [1/h3]	C.ESP. [g/kWh]	REDUCAO NBR5484	DEBITO [mg/inj]	TORQUE REDUZIDO [Nm]	EPc [%]
42	85.84	1380	71	100	23.5	23.9	22.7	24.4	10.26	4.19	341.48	1.008	14.11	71.57	34.95
43	113.70	1380	36	100	24.0	24.0	22.8	24.3	5.20	3.17	508.24	1.008	10.64	36.29	16.76
44	290.20	1380	0	100	24.3	24.0	22.8	23.3	0.00	1.24	*****	1.007	4.17	0.00	0.00
45	21.93	1495	351	100	29.1	29.5	28.5	31.6	54.95	16.42	248.40	1.041	50.72	365.48	35.42
46	25.86	1495	316	100	29.0	29.6	28.6	33.2	49.47	13.92	234.00	1.027	43.02	324.43	37.09
47	29.56	1495	281	100	29.0	29.7	28.7	34.1	43.99	12.18	230.21	1.019	37.63	286.29	37.40
48	33.81	1495	246	100	28.9	29.8	28.8	34.3	38.51	10.65	229.93	1.019	32.91	250.69	37.45
49	38.87	1495	211	100	28.9	29.9	28.9	32.4	33.03	9.26	233.17	1.018	28.62	214.76	36.89
50	44.99	1495	176	100	29.1	30.0	28.9	33.1	27.55	8.00	241.48	1.018	24.73	179.22	35.64
51	53.91	1495	140	100	29.5	30.0	29.0	32.7	21.92	6.68	253.25	1.018	20.63	142.53	33.97
52	64.92	1495	105	100	29.3	30.1	29.0	32.6	16.44	5.55	280.45	1.018	17.13	106.89	30.67
53	77.86	1495	70	100	29.6	30.1	29.1	32.6	10.96	4.62	350.68	1.018	14.28	71.27	24.53
54	105.01	1495	35	100	29.8	30.1	29.1	32.1	5.48	3.43	519.93	1.018	10.59	35.62	16.54
55	222.38	1495	0	100	30.2	30.0	29.1	30.8	0.00	1.62	*****	1.017	5.00	0.00	0.00
56	20.14	1610	350	100	22.0	23.1	21.7	27.6	59.01	17.87	253.39	1.025	51.60	358.59	34.17
57	24.00	1610	315	100	22.3	23.2	21.9	26.9	53.11	15.00	236.20	1.014	43.29	319.41	36.28
58	28.18	1610	280	100	22.4	23.3	22.0	26.3	47.21	12.78	226.30	1.009	36.86	282.51	37.68
59	32.51	1610	245	100	22.5	23.4	22.1	26.2	41.31	11.07	224.16	1.009	31.95	247.19	38.04
60	36.00	1610	210	100	22.7	23.6	22.3	25.0	35.41	10.00	236.13	1.008	28.85	211.72	36.09
61	41.89	1610	175	100	22.8	23.7	22.4	24.7	29.50	8.59	243.49	1.008	24.79	176.41	34.99
62	48.39	1610	140	100	23.0	23.8	22.5	24.0	23.60	7.44	263.43	1.008	21.46	141.06	32.32
63	59.78	1610	105	100	23.0	23.8	22.6	24.2	17.70	6.02	284.32	1.008	17.37	105.82	29.95
64	73.36	1610	70	100	23.2	23.9	22.6	23.4	11.80	4.91	347.48	1.007	14.15	70.51	24.50
65	92.75	1610	35	100	23.2	23.9	22.6	23.2	5.90	3.88	549.67	1.007	11.19	35.25	15.49
66	214.95	1610	0	100	23.5	23.9	22.6	22.9	0.00	1.67	*****	1.007	4.83	0.00	0.00
67	19.80	1725	340	100	27.1	28.4	27.0	33.9	61.42	18.18	246.57	1.038	48.77	352.93	35.58
68	23.01	1725	306	100	27.6	28.9	27.6	33.4	55.28	15.65	235.65	1.023	41.95	313.15	36.70
69	26.08	1725	272	100	28.0	29.0	27.9	34.3	49.13	13.80	233.82	1.018	37.00	276.99	36.80

TABELA A.1 - Continuacao

No	TEMPO [s]	ROTACAO MOTOR [rpm]	TORQUE MOTOR [Nm]	VOLUME CONSUM. [ml]	TEMP. COMB. [C]	TEMP. R. SECO [C]	TEMP. R. UMIDO [C]	TEMP. ADM. [C]	POT. [kW]	C. HOR. [1/h]	C. ESP. [g/kWh]	REDUÇAO NRR5424	DERITO [mg/inj]	TORQUE REDUZIÇÃO [Nm]	EFC [%]
70	29.91	1725	238	100	28.1	29.1	28.0	34.3	42.99	12.04	232.99	1.018	32.26	242.38	36.94
71	33.65	1725	204	100	28.0	29.3	28.2	32.2	36.85	10.70	241.63	1.017	28.68	207.49	35.57
72	39.23	1725	170	100	28.3	29.4	28.3	32.8	30.71	9.18	248.65	1.018	24.59	172.99	34.59
73	47.63	1725	136	100	28.4	29.4	28.4	33.6	24.57	7.56	255.97	1.018	20.25	138.48	33.62
74	56.06	1725	102	100	28.6	29.5	28.4	32.8	18.43	6.42	289.92	1.018	17.20	103.80	29.66
75	67.32	1725	68	100	28.7	29.5	28.5	31.9	12.28	5.35	362.12	1.017	14.33	69.17	22.74
76	84.94	1725	34	100	29.0	29.5	28.5	31.1	6.14	4.24	573.85	1.017	11.35	34.56	14.97
77	186.43	1725	0	100	29.6	29.5	28.6	31.2	0.00	1.93	*****	1.017	5.17	0.00	0.00
78	18.91	1840	333	100	29.7	30.5	29.5	34.8	64.16	19.04	246.59	1.041	47.77	346.75	35.69
79	21.50	1840	300	100	29.3	30.7	29.6	35.0	57.81	16.74	240.82	1.027	42.03	308.16	36.05
80	24.86	1840	266	100	29.5	30.7	29.7	35.1	51.25	14.48	234.85	1.020	36.34	271.41	36.71
81	28.50	1840	233	100	29.5	30.8	29.8	34.8	44.90	12.63	233.87	1.020	31.70	237.71	36.86
82	32.54	1840	200	100	29.4	30.9	29.9	34.2	38.54	11.06	238.65	1.020	27.77	203.97	36.11
83	36.87	1840	166	100	29.5	30.9	29.9	34.0	31.99	9.76	253.74	1.020	24.51	169.28	33.96
84	42.86	1840	133	100	29.7	31.0	29.9	33.8	25.63	8.40	272.40	1.020	21.08	135.60	31.63
85	52.00	1840	100	100	29.9	31.0	30.0	33.2	19.27	6.92	298.56	1.019	17.37	101.93	28.85
86	63.53	1840	67	100	30.0	31.0	30.0	32.8	12.91	5.67	364.70	1.019	14.22	68.27	23.61
87	79.79	1840	33	100	30.1	31.0	30.0	32.4	6.36	4.51	589.52	1.019	11.32	33.62	14.60
88	195.14	1840	0	100	30.7	30.9	30.0	32.0	0.00	1.84	*****	1.018	4.63	0.00	0.00
89	17.85	1955	332	100	25.5	25.3	24.2	27.6	67.97	20.17	247.48	1.023	47.80	339.64	34.93
90	20.44	1955	299	100	25.4	25.6	24.3	30.0	61.21	17.61	240.00	1.017	41.75	304.05	35.91
91	23.01	1955	266	100	25.4	25.7	24.4	29.5	54.46	15.65	239.64	1.013	37.08	269.35	35.71
92	25.81	1955	232	100	25.4	25.8	24.5	30.6	47.50	13.95	244.95	1.013	33.06	235.11	34.96
93	29.82	1955	199	100	25.7	25.9	24.7	30.0	40.74	12.07	247.11	1.013	28.61	201.61	34.65
94	34.85	1955	166	100	25.8	26.1	24.8	30.2	33.98	10.33	253.45	1.013	24.48	168.21	33.79
95	39.22	1955	133	100	25.9	26.1	24.9	29.8	27.23	9.18	281.07	1.013	21.75	134.75	30.46
96	46.83	1955	100	100	26.2	26.2	25.0	30.0	20.47	7.69	313.00	1.013	18.21	101.33	27.36
97	58.62	1955	66	100	26.4	26.3	25.2	29.8	13.51	6.14	378.79	1.013	14.54	66.88	23.61

TABELA A.1 - Continuacao

No	TEMPO [s]	ROTACAO MOTOR [rpm]	TORQUE MOTOR [Nm]	VOLUME CONSUM. [ml]	TEMP. COMB. [C]	TEMP. B. SECO [C]	TEMP. B. UMIDO [C]	TEMP. ADM. [C]	POT. [kW]	C. HOR. [l/h]	C. ESP. [g/kWh]	REDUCAO NBR5484	DERIVTO [mg/inj]	TORQUE REDUZIDO [Nm]	EFc [%]
98	71.38	1955	33	100	26.6	26.4	25.2	29.7	6.76	5.04	622.05	1.013	11.94	33.44	13.77
99	135.49	1955	0	100	27.8	26.6	25.4	28.2	0.00	2.66	*****	1.012	6.29	0.00	0.00
100	17.06	2070	320	100	28.8	30.0	28.9	34.6	69.37	21.10	253.02	1.038	47.10	322.26	34.68
101	19.55	2070	288	100	29.0	30.2	29.1	34.8	62.43	18.41	245.28	1.024	41.10	294.96	35.29
102	22.51	2070	256	100	29.1	30.3	29.2	34.0	55.49	15.99	239.64	1.019	35.69	260.90	35.94
103	25.28	2070	224	100	29.3	30.5	29.4	34.3	48.56	14.24	243.82	1.020	31.77	228.37	35.34
104	28.70	2070	192	100	29.4	30.5	29.5	34.2	41.62	12.54	250.54	1.020	27.99	195.75	34.39
105	32.99	2070	160	100	29.4	30.7	29.6	33.6	34.68	10.91	261.55	1.019	24.35	163.07	32.93
106	37.92	2070	128	100	29.5	30.7	29.7	33.4	27.75	9.49	284.41	1.019	21.18	130.45	30.28
107	45.92	2070	96	100	29.6	30.7	29.8	33.5	20.81	7.84	313.12	1.019	17.49	97.86	27.51
108	54.10	2070	64	100	29.9	30.7	29.8	33.6	13.87	6.65	398.57	1.019	14.84	65.24	21.61
109	68.08	2070	32	100	30.1	30.7	29.8	32.3	6.94	5.29	633.34	1.018	11.79	32.59	13.59
110	146.65	2070	0	100	30.5	30.6	29.7	31.5	0.00	2.45	*****	1.018	5.47	0.00	0.00
111	16.07	2185	318	100	23.5	23.7	22.3	29.8	72.76	22.40	257.22	1.024	47.59	325.49	33.63
112	18.67	2185	286	100	23.6	24.0	22.6	29.8	65.44	19.28	246.15	1.014	40.96	290.07	34.82
113	21.20	2185	254	100	23.6	24.2	22.8	31.0	58.12	16.98	244.08	1.013	36.07	257.22	35.06
114	23.62	2185	223	100	23.7	24.3	23.0	31.0	51.03	15.24	249.51	1.013	32.37	225.86	34.30
115	27.03	2185	191	100	24.0	24.5	23.1	29.2	43.70	13.32	254.50	1.012	28.28	193.21	33.59
116	31.48	2185	159	100	24.2	24.6	23.3	29.3	36.38	11.44	262.46	1.012	24.28	160.87	32.58
117	35.72	2185	127	100	24.4	24.7	23.4	28.5	29.06	10.08	289.54	1.011	21.39	128.43	29.52
118	43.34	2185	95	100	24.7	24.9	23.6	28.5	21.74	8.31	318.93	1.011	17.63	96.08	26.80
119	49.71	2185	64	100	24.9	25.1	23.8	28.2	14.64	7.24	412.68	1.011	15.37	64.72	20.71
120	61.75	2185	32	100	25.2	25.2	23.9	28.1	7.32	5.83	664.26	1.011	12.37	32.36	12.87
121	97.47	2185	0	100	25.6	25.3	24.0	27.1	0.00	4.12	*****	1.011	8.73	0.00	0.00
122	15.15	2300	316	100	21.7	21.7	20.4	24.2	76.11	23.76	261.23	1.014	48.03	320.38	32.80
123	17.59	2300	284	100	21.5	21.8	20.5	27.3	68.40	20.47	250.39	1.011	41.37	287.19	34.13
124	19.46	2300	253	100	21.5	21.6	20.6	27.5	60.94	18.50	254.06	1.009	37.40	255.31	33.57
125	22.34	2300	221	100	21.4	21.9	20.7	27.7	53.23	16.11	253.37	1.009	32.58	223.05	33.66

TABELA A.1 - Continuação

No	TEMPO [s]	ROTACAO MOTOR [rpm]	TORQUE MOTOR [Nm]	VOLUME CONSUM. [ml]	TEMP. COMB. [°C]	TEMP. B. SECO [°C]	TEMP. B. UMIDO [°C]	TEMP. ADM. [°C]	POT. [kW]	C. HOR. [l/h]	C. ESP. [g/kWh]	REDUCAO NBR5484	DEBITO [mg/inj]	TORQUE REDUZIDO [Nm]	EFF _c [%]
126	25.05	2300	190	100	21.5	22.1	20.8	27.8	45.76	14.37	262.81	1.009	29.05	191.79	32.46
127	28.39	2300	158	100	21.8	22.3	20.9	27.2	38.06	12.68	278.78	1.009	25.63	159.42	30.59
128	33.97	2300	126	100	21.9	22.4	21.1	27.5	30.35	10.60	392.14	1.009	21.41	137.18	29.20
129	39.36	2300	95	100	22.1	22.5	21.1	26.7	22.88	9.15	334.35	1.009	18.48	95.83	25.50
130	45.25	2300	63	100	22.4	22.6	21.3	26.6	15.17	7.96	438.44	1.009	16.07	63.55	19.44
131	55.69	2300	32	100	22.7	22.8	21.5	26.4	7.71	6.46	701.19	1.009	13.05	32.28	12.16
132	93.17	2300	0	100	23.1	22.9	21.6	25.7	0.00	3.86	*****	1.008	7.80	0.00	0.00
133	23.83	2397	187	100	19.4	20.1	18.8	26.2	46.94	15.11	269.81	1.007	29.35	188.37	31.55
134	26.14	2397	168	100	20.0	20.4	19.2	24.6	42.17	13.77	273.65	1.006	26.75	169.07	31.08
135	28.93	2397	150	100	20.1	20.6	19.3	24.7	37.65	12.44	276.91	1.006	24.16	150.97	30.72
136	30.85	2397	131	100	20.3	20.8	19.4	23.7	32.88	11.67	297.28	1.006	22.66	131.76	28.59
137	32.10	2397	112	100	20.5	20.9	19.6	23.4	28.11	11.21	334.12	1.006	21.77	112.64	25.44
138	36.49	2397	93	100	20.7	21.1	19.8	23.3	23.34	9.87	353.91	1.006	19.15	93.53	24.01
139	39.65	2397	75	100	20.9	21.2	19.9	23.0	18.83	9.08	403.81	1.006	17.62	75.42	21.04
140	43.11	2397	56	100	21.0	21.3	20.0	22.6	14.06	8.35	497.37	1.005	16.20	56.30	17.09
141	48.52	2397	37	100	21.1	21.3	20.1	22.8	9.29	7.42	668.78	1.006	14.40	37.20	12.71
142	53.57	2397	19	100	21.3	21.4	20.1	22.4	4.77	6.72	1179.39	1.005	13.04	19.10	7.20
143	70.89	2397	0	100	21.5	21.4	20.2	22.3	0.00	5.08	*****	1.005	9.85	0.00	0.00

TABELA A.2 - Analise do desempenho do motor do trator 4x2 Auxiliar

MAQUINA : TRATOR 4X2 AUXILIAR				MOTOR : MM D 229 6				COMBUSTIVEL : DIESEL							
DENS. COMB. [g/l]	NUMERO CILINDROS	CILIND. [l]	RELACAO DE TRANSMISSAO	TEMPOS DE EXPLOSAO	PRESSAO BAROMETRICA [mmHg] [kPa]		PRESSAO REFERENCIA [mmHg] [kPa]								
-0.796	6.00	5.883	1.0000	4	710.0	710.5	94.7	94.7							
852.00															
No	TEMPO [s]	ROTACAO MOTOR [rpm]	TORQUE MOTOR [Nm]	VOLUME CONSUM. [m ³]	TEMP. COMB. [C]	TEMP. B.SECC [C]	TEMP. R.UMIDO [C]	TEMP. ADM. [C]	POT. [kW]	C.HOR. [l/h]	C.ESP. [g/kWh]	REDUCAO NBR5484	DEBITO [mg/inj]	TORQUE REDUZIDO [Nm]	EFc [%]
1	22.84	2386	194	100	30.6	29.2	24.9	30.9	48.47	15.76	269.12	1.014	30.37	196.66	31.83
2	23.55	2386	188	100	31.2	29.7	24.9	30.4	46.97	15.29	269.18	1.013	29.44	190.49	31.81
3	25.30	2386	173	100	31.2	29.6	24.9	30.1	43.23	14.23	272.29	1.013	27.41	175.26	31.44
4	26.71	2386	157	100	31.2	29.6	24.9	30.4	39.23	13.48	284.20	1.013	25.96	159.08	30.13
5	29.17	2386	141	100	31.3	29.7	24.9	30.8	35.23	12.34	289.73	1.014	23.77	142.91	29.56
6	30.57	2386	126	100	31.4	29.7	24.9	30.7	31.48	11.78	309.35	1.013	22.68	127.70	27.69
7	36.27	2386	94	100	31.4	29.7	24.9	29.6	23.49	9.93	349.49	1.013	19.11	95.19	24.49
8	43.66	2386	63	100	31.5	29.7	24.9	30.2	15.74	8.25	433.16	1.013	15.88	63.83	19.77
9	54.03	2386	31	100	31.5	29.7	24.9	28.3	7.75	6.66	711.33	1.012	12.83	31.36	12.02
10	67.97	2386	0	100	31.6	29.7	24.8	29.3	0.00	5.30	*****	1.012	10.20	0.00	0.00
11	15.18	2300	313	100	31.5	29.7	24.9	29.8	75.39	23.72	260.13	1.026	47.37	321.07	33.32
12	17.16	2300	283	100	31.2	29.7	24.9	30.9	68.16	20.98	254.59	1.018	41.92	288.13	33.80
13	19.46	2300	251	100	31.0	29.7	24.9	29.9	60.45	18.50	253.17	1.013	36.97	254.24	33.81

TABELA A.2 - Continuacao

No	TEMPO [s]	ROTACAO MOTOR [rpm]	TORQUE MOTOR [Nm]	VOLUME CONSUM. [ml]	TEMP. COMB. [C]	TEMP. B. SECO [C]	TEMP. B. UMIDO [C]	TEMP. ADM. [C]	POT. [kW]	C. HOR. [l/h]	C. ESP. [g/kWh]	REDUÇAO NR25484	DERITO [mg/inj]	TORQUE REDUZIDO [Nm]	EFc [%]
14	21.95	2300	220	100	31.1	29.7	24.9	29.2	52.99	16.40	256.05	1.012	32.77	222.73	33.41
15	24.78	2300	188	100	31.0	29.6	25.0	28.4	45.28	14.53	265.44	1.012	29.03	190.25	32.22
16	28.52	2300	157	100	31.0	29.6	25.0	28.5	37.81	12.62	276.17	1.012	25.22	158.89	30.97
17	32.71	2300	126	100	31.0	29.6	25.0	28.5	30.35	11.01	300.03	1.012	21.89	127.51	28.50
18	38.28	2300	94	100	31.1	29.6	25.0	28.6	22.64	9.40	343.62	1.012	18.79	95.14	24.89
19	46.37	2300	63	100	31.1	29.6	24.9	27.6	15.17	7.76	423.26	1.011	15.51	63.71	20.19
20	56.50	2300	31	100	31.1	29.5	24.9	27.4	7.47	6.37	705.94	1.011	12.73	31.35	12.10
21	73.98	2300	0	100	31.3	29.5	24.8	28.0	0.00	4.87	*****	1.012	9.72	0.00	0.00
22	15.77	2185	321	100	30.9	29.5	24.8	28.9	73.45	22.83	257.16	1.025	48.02	329.16	33.70
23	18.74	2185	283	100	30.7	29.4	24.8	28.9	64.75	19.21	245.51	1.014	40.42	286.95	34.90
24	20.99	2185	251	100	30.5	29.3	24.7	29.4	57.43	17.15	247.18	1.012	36.10	254.13	34.61
25	23.68	2185	220	100	30.5	29.3	24.7	28.9	50.34	15.20	249.98	1.012	31.99	222.66	34.22
26	26.49	2185	188	100	30.6	29.4	24.7	29.3	43.02	13.59	261.47	1.012	28.60	190.33	32.72
27	30.21	2185	157	100	30.6	29.3	24.7	28.0	35.92	11.92	274.55	1.011	25.08	158.80	31.13
28	35.55	2185	126	100	30.7	29.3	24.7	29.1	28.83	10.13	290.68	1.012	21.31	127.54	29.43
29	41.04	2185	94	100	30.8	29.3	24.7	29.3	21.51	8.77	337.48	1.012	18.46	95.16	25.35
30	48.29	2185	63	100	30.9	29.3	24.7	29.1	14.42	7.45	427.90	1.012	15.68	63.77	19.99
31	62.09	2185	31	100	31.0	29.3	24.7	28.4	7.09	5.80	676.26	1.012	12.20	31.36	12.64
32	80.75	2185	0	100	31.2	29.3	24.7	27.8	0.00	4.46	*****	1.011	9.38	0.00	0.00
33	16.65	2070	329	100	31.0	29.3	24.7	28.3	71.32	21.62	250.82	1.024	48.01	337.03	34.51
34	17.97	2070	314	100	30.7	29.3	24.7	28.1	68.07	20.03	243.57	1.019	44.50	319.99	35.26
35	19.96	2070	283	100	30.7	29.3	24.7	29.4	61.35	18.04	243.31	1.014	40.06	286.89	35.21
36	22.62	2070	251	100	30.6	29.3	24.7	29.3	54.41	15.92	242.09	1.012	35.35	254.11	35.34
37	25.33	2070	220	100	30.7	29.3	24.7	29.7	47.69	14.21	246.63	1.013	31.57	222.79	34.70
38	28.47	2070	188	100	30.7	29.3	24.7	29.8	40.75	12.64	256.79	1.013	28.09	190.40	33.33
39	32.47	2070	157	100	30.8	29.3	24.7	29.5	34.03	11.09	269.58	1.013	24.62	158.97	31.74
40	37.54	2070	126	100	30.9	29.3	24.7	28.5	27.31	9.59	290.51	1.012	21.30	127.49	29.43
41	43.80	2070	94	100	31.0	29.3	24.7	28.4	20.38	8.22	333.72	1.012	18.25	95.11	25.62

TABELA A.2 - Continuacao

No	TEMPO [s]	ROTACAO MOTOR [rpm]	TORQUE MOTOR [Nm]	VOLUME CONSUM. [m]	TEMP. COMB. [C]	TEMP. B.SECCO [C]	TEMP. B.UMIDO [C]	TEMP. ADM. [C]	POT. [kW]	C.HOR. [l/h]	C.ESP. [g/kWh]	REDUCAO NBR5484	DEBITO [mg/inj]	TORQUE REDUZIDO [Nm]	EFF [%]
42	53.54	2070	63	100	31.1	29.3	24.7	28.4	13.66	6.72	407.30	1.012	14.93	63.74	20.99
43	65.79	2070	31	100	31.2	29.3	24.7	27.7	6.72	5.47	673.56	1.011	12.15	31.35	12.69
44	92.90	2070	0	100	31.4	29.3	24.7	28.0	0.00	3.88	*****	1.011	8.60	0.00	0.00
45	17.69	1955	334	100	27.0	26.3	22.8	27.7	68.38	20.35	247.17	1.022	48.03	341.24	34.93
46	20.55	1955	301	100	27.2	26.5	22.9	27.8	61.62	17.52	236.05	1.013	41.34	304.98	36.27
47	23.07	1955	267	100	27.5	26.6	23.0	27.2	54.66	15.60	236.98	1.010	36.81	269.70	36.02
48	25.59	1955	234	100	27.5	26.6	23.0	26.6	47.91	14.07	243.77	1.010	33.19	236.27	35.00
49	29.09	1955	200	100	27.7	26.6	23.0	26.9	40.95	12.38	250.85	1.010	29.19	201.98	34.02
50	33.51	1955	167	100	27.9	26.7	23.1	26.5	34.19	10.74	260.74	1.010	25.33	169.61	32.72
51	38.66	1955	134	100	28.0	26.7	23.1	26.8	27.43	9.31	281.64	1.010	21.96	135.32	30.30
52	46.73	1955	100	100	28.2	26.8	23.1	26.6	20.47	7.70	312.16	1.010	18.16	100.97	27.33
53	57.75	1955	67	100	28.3	26.8	23.1	26.6	13.72	6.23	376.97	1.010	14.69	67.65	22.64
54	71.62	1955	33	100	28.5	26.8	23.1	26.2	6.76	5.03	617.02	1.009	11.85	33.31	13.83
55	101.66	1955	0	100	28.7	26.8	23.2	25.9	0.00	3.54	*****	1.009	8.34	0.00	0.00
56	18.20	1840	341	100	28.5	27.2	23.4	28.8	65.71	19.78	249.66	1.026	49.53	349.87	34.73
57	22.74	1840	283	100	28.8	27.6	23.6	29.5	54.53	15.83	240.70	1.013	39.63	286.56	35.55
58	25.82	1840	251	100	29.0	27.7	23.7	28.6	48.36	13.94	238.97	1.011	34.90	253.87	35.77
59	28.83	1840	220	100	29.0	27.7	23.6	27.9	42.39	12.49	244.17	1.011	31.25	222.39	34.98
60	33.13	1840	188	100	29.1	27.8	23.7	28.5	36.22	10.87	248.63	1.011	27.19	190.13	34.37
61	38.15	1840	157	100	29.4	27.9	23.7	28.6	30.25	9.44	258.47	1.011	23.61	158.79	33.07
62	43.38	1840	126	100	29.6	28.0	23.8	28.4	24.28	8.30	283.18	1.011	20.76	127.42	30.18
63	51.32	1840	94	100	29.8	28.0	23.9	27.9	18.11	7.01	320.79	1.011	17.54	95.04	26.63
64	60.35	1840	63	100	29.9	28.1	23.9	27.3	12.14	5.97	406.98	1.011	14.92	63.67	20.98
65	81.35	1840	31	100	30.0	28.1	23.9	26.9	5.97	4.43	613.52	1.010	11.06	31.32	13.92
66	113.16	1840	0	100	30.1	28.1	24.0	26.8	0.00	3.18	*****	1.010	7.95	0.00	0.00
67	18.98	1725	346	100	29.8	28.3	24.2	29.6	62.50	18.97	251.36	1.030	50.60	356.35	34.63
68	24.78	1725	283	100	30.0	28.4	24.2	29.9	51.12	14.53	235.34	1.013	38.75	286.56	36.36
69	27.98	1725	251	100	30.0	28.4	24.3	29.5	45.34	12.87	234.99	1.012	34.32	254.11	36.41

TABELA A.2 - Continuacao

No	TEMPO [s]	ROTACAO MOTOR [rpm]	TORQUE MOTOR [Nm]	VOLUME CONSUM. [ml]	TEMP. COMB. [C]	TEMP. B.SECCO [C]	TEMP. B.UMIDO [C]	TEMP. ADM. [C]	POT. [kW]	C.HOR. [l/h]	C.ESP. [g/kWh]	REDUCAO NBR5484	DEBITO [mg/inj]	TORQUE REDUZIDO [Nm]	EFc [%]
70	31.52	1725	220	100	30.1	28.5	24.4	29.7	39.74	11.42	237.97	1.013	30.46	222.77	35.96
71	36.45	1725	188	100	30.2	28.5	24.4	29.7	33.96	9.88	240.79	1.013	26.34	190.37	35.54
72	40.84	1725	157	100	30.3	28.6	24.4	29.5	28.36	8.81	257.32	1.012	23.50	158.95	33.25
73	47.38	1725	126	100	30.4	28.7	24.5	28.5	22.76	7.60	276.34	1.012	20.26	127.49	30.94
74	55.94	1725	94	100	30.6	28.7	24.5	28.5	16.98	6.44	313.67	1.012	17.15	95.11	27.26
75	68.19	1725	63	100	30.7	28.7	24.5	28.1	11.38	5.28	383.91	1.012	14.07	63.72	22.27
76	83.01	1725	31	100	31.0	28.8	24.5	28.4	5.60	4.34	640.72	1.012	11.56	31.36	13.34
77	119.69	1725	0	100	31.2	28.8	24.5	28.4	0.00	3.01	*****	1.012	8.01	0.00	0.00
78	20.05	1610	350	100	30.8	29.3	24.8	31.5	59.01	17.96	251.78	1.035	51.27	362.27	34.74
79	24.38	1610	314	100	30.9	29.3	24.9	30.9	52.94	14.77	230.78	1.019	42.16	319.85	37.30
80	26.90	1610	283	100	30.9	29.3	24.9	30.5	47.71	13.38	232.07	1.013	38.21	286.79	36.90
81	30.35	1610	251	100	31.0	29.4	24.9	31.0	42.32	11.86	231.89	1.014	33.86	254.45	36.94
82	33.55	1610	220	100	31.0	29.4	24.9	30.7	37.09	10.73	239.34	1.014	30.63	222.97	35.79
83	38.99	1610	188	100	31.1	29.4	24.9	30.3	31.70	9.23	240.97	1.013	26.36	190.49	35.53
84	44.22	1610	157	100	31.2	29.4	24.9	29.8	26.47	8.14	254.40	1.013	23.24	159.02	33.65
85	51.15	1610	126	100	31.3	29.4	24.9	29.2	21.24	7.04	274.02	1.012	20.09	127.57	31.22
86	60.71	1610	94	100	31.5	29.5	25.0	30.5	15.85	5.93	309.40	1.013	16.92	95.26	27.68
87	72.78	1610	63	100	31.7	29.5	25.0	29.9	10.62	4.95	385.02	1.013	14.11	63.82	22.23
88	94.72	1610	31	100	31.9	29.5	25.0	29.2	5.23	3.80	601.10	1.013	10.84	31.39	14.23
89	141.98	1610	0	100	32.0	29.5	25.0	28.4	0.00	2.54	*****	1.012	7.23	0.00	0.00
90	21.50	1495	351	100	32.9	31.1	26.0	34.1	54.95	16.74	251.63	1.042	51.38	365.58	34.98
91	25.75	1495	314	100	33.0	31.1	26.1	33.1	49.16	13.98	234.84	1.023	42.90	321.25	36.82
92	29.21	1495	283	100	33.1	31.1	26.1	32.7	44.31	12.32	229.67	1.016	37.81	287.41	37.37
93	32.58	1495	251	100	33.1	31.2	26.1	33.0	39.30	11.05	232.17	1.016	33.90	254.96	36.97
94	36.52	1495	220	100	33.0	31.2	26.1	31.6	34.44	9.86	236.33	1.015	30.25	223.26	36.29
95	41.89	1495	188	100	33.2	31.2	26.2	32.0	29.43	8.59	241.06	1.015	26.37	190.85	35.59
96	47.35	1495	157	100	33.2	31.2	26.2	32.2	24.58	7.60	255.37	1.015	23.33	159.40	33.60
97	55.87	1495	126	100	33.4	31.1	26.1	32.1	19.73	6.44	269.62	1.015	19.76	127.91	31.82

TABELA A.2 - Continuacao

No	TEMPO [s]	ROTACAO MOTOR [rpm]	TORQUE MOTOR [Nm]	VOLUME CONSUM. [ml]	TEMP. COMB. [C]	TEMP. B. SECO [C]	TEMP. B. UMIDO [C]	TEMP. ADM. [C]	POT. [kW]	C. HOR. [l/h]	C. ESP. [g/kWh]	REDUCAO NBR5484	DEBITO [mg/inj]	TORQUE REDUZIDO [Nm]	EFFc [%]
98	65.50	1495	94	100	33.6	31.1	26.1	32.1	14.72	5.50	300.21	1.015	16.86	95.43	27.83
99	79.07	1495	63	100	33.6	31.1	26.1	29.9	9.86	4.55	300.95	1.014	13.96	63.86	22.49
100	100.35	1495	31	100	33.7	31.0	26.1	30.3	4.85	3.59	609.96	1.014	11.00	31.43	14.05
101	150.40	1495	0	100	33.8	31.0	26.2	31.1	0.00	2.39	*****	1.015	7.34	0.00	0.00
102	22.86	1380	354	100	33.3	31.5	26.4	32.1	51.16	15.75	254.11	1.041	52.33	368.34	34.60
103	27.92	1380	314	100	33.1	31.4	26.5	33.0	45.38	12.89	234.61	1.023	42.86	321.33	36.86
104	30.95	1380	283	100	33.1	31.4	26.4	32.4	40.90	11.63	234.83	1.016	38.66	287.41	36.55
105	35.22	1380	251	100	33.2	31.4	26.1	32.1	36.27	10.22	232.64	1.015	33.97	254.79	36.87
106	40.26	1380	220	100	33.2	31.3	26.2	32.3	31.79	8.94	232.20	1.015	29.72	223.38	36.95
107	45.04	1380	188	100	33.2	31.3	26.4	32.6	27.17	7.99	242.88	1.016	26.56	190.96	35.34
108	51.57	1380	157	100	33.4	31.4	26.4	33.0	22.69	6.98	253.96	1.016	23.20	159.51	33.81
109	59.57	1380	126	100	33.5	31.4	26.4	32.7	18.21	6.04	273.92	1.016	20.08	127.99	31.34
110	71.58	1380	94	100	33.6	31.5	26.4	32.5	13.58	5.03	305.54	1.016	16.71	95.47	28.09
111	87.58	1380	63	100	33.8	31.5	26.5	31.5	9.10	4.11	372.52	1.015	13.65	63.95	23.03
112	110.47	1380	31	100	34.0	31.5	26.5	32.4	4.48	3.26	600.08	1.016	10.82	31.49	14.30
113	166.70	1380	0	100	34.3	31.5	26.5	31.8	0.00	2.16	*****	1.015	7.17	0.00	0.00
114	24.94	1265	352	100	33.0	31.6	26.5	32.2	46.63	14.43	255.61	1.041	52.35	366.40	34.41
115	29.77	1265	314	100	33.1	31.6	26.6	32.7	41.60	12.09	240.03	1.025	43.85	321.87	36.09
116	34.53	1265	283	100	33.2	31.6	26.7	33.6	37.49	10.43	229.59	1.017	37.80	287.71	37.42
117	39.18	1265	251	100	33.3	31.6	26.4	32.0	33.25	9.19	228.12	1.015	33.31	254.83	37.61
118	43.64	1265	220	100	33.3	31.5	26.4	32.6	29.14	8.25	233.66	1.016	29.91	223.46	36.73
119	49.42	1265	188	100	33.3	31.4	26.4	31.8	24.90	7.28	241.46	1.015	26.41	190.85	35.53
120	57.02	1265	157	100	33.5	31.5	26.4	31.7	20.80	6.31	250.55	1.015	22.88	159.37	34.24
121	65.55	1265	126	100	33.5	31.5	26.3	31.7	16.69	5.49	271.56	1.015	19.91	127.89	31.59
122	77.51	1265	94	100	33.7	31.4	26.1	30.8	12.45	4.64	307.78	1.014	16.83	95.34	27.85
123	93.92	1265	63	100	33.9	31.4	26.1	31.2	8.35	3.83	378.92	1.014	13.89	63.91	22.63
124	119.93	1265	31	100	34.0	31.4	26.2	31.3	4.11	3.00	603.00	1.015	10.88	31.45	14.22
125	184.36	1265	0	100	34.4	31.4	26.2	31.2	0.00	1.95	*****	1.015	7.07	0.00	0.00

TABELA A.2 - Continuacao

No	TEMPO [s]	ROTACAO MOTOR [rpm]	TORQUE MOTOR [Nm]	VOLUME CONSUM. [ml]	TEMP. COMB. [C]	TEMP. B.SECO [C]	TEMP. B.UMIDO [C]	TEMP. ADM. [C]	POT. [kW]	C.HOR. [l/h]	C.ESP. [g/kWh]	REDUCAO NR5484	DEBITO [mg/inj]	TORQUE REDUZIDO [Nm]	EFc [%]
126	27.22	1150	356	100	33.3	31.4	26.3	31.3	42.87	13.23	254.65	1.040	52.74	370.09	34.50
127	33.67	1150	314	100	33.0	31.3	26.4	32.0	37.81	10.69	233.48	1.022	42.65	320.86	36.99
128	37.63	1150	283	100	33.1	31.3	26.3	31.5	34.08	9.57	231.77	1.015	38.16	287.21	37.00
129	41.91	1150	251	100	33.2	31.3	26.3	31.2	30.23	8.59	234.61	1.015	34.26	254.69	36.55
130	47.13	1150	220	100	33.1	31.3	26.4	32.3	26.49	7.64	238.04	1.016	30.47	223.42	36.05
131	54.11	1150	188	100	33.1	31.3	26.4	31.6	22.64	6.65	242.63	1.015	26.54	190.83	35.35
132	61.93	1150	157	100	33.2	31.3	26.4	30.9	18.91	5.81	253.82	1.015	23.18	159.29	33.78
133	72.05	1150	126	100	33.3	31.3	26.5	31.5	15.17	5.00	271.82	1.015	19.93	127.90	31.56
134	86.96	1150	94	100	33.5	31.3	26.6	32.0	11.32	4.14	301.83	1.016	16.51	95.46	28.43
135	103.24	1150	63	100	33.7	31.3	26.5	31.5	7.59	3.49	379.26	1.015	13.90	63.95	22.62
136	131.18	1150	31	100	34.0	31.3	26.5	31.2	3.73	2.74	606.41	1.015	10.94	31.46	14.14
137	359.85	1150	0	100	34.3	31.3	26.6	31.4	0.00	1.00	*****	1.015	3.99	0.00	0.00
138	30.47	1035	357	100	27.0	26.6	23.1	24.9	38.69	11.81	253.59	1.023	52.67	365.14	34.08
139	37.66	1035	314	100	27.2	26.5	23.0	24.9	34.03	9.56	233.23	1.012	42.61	317.78	36.67
140	41.96	1035	283	100	27.3	26.5	23.0	24.8	30.67	8.58	232.24	1.008	38.24	285.39	36.70
141	47.28	1035	251	100	27.3	26.5	23.1	25.2	27.20	7.61	232.38	1.009	33.93	253.21	36.69
142	52.73	1035	220	100	27.5	26.5	23.1	25.5	23.84	6.83	237.68	1.009	30.42	221.99	35.88
143	60.26	1035	188	100	27.7	26.6	23.1	24.6	20.38	5.97	243.33	1.008	26.61	189.57	35.02
144	69.77	1035	157	100	27.8	26.6	23.1	25.2	17.02	5.16	251.64	1.009	22.98	158.38	33.88
145	80.33	1035	126	100	28.1	26.6	23.1	25.4	13.66	4.48	272.25	1.009	19.96	127.12	31.32
146	91.72	1035	94	100	28.3	26.7	23.1	23.5	10.19	3.92	319.55	1.008	17.48	94.71	26.64
147	118.83	1035	63	100	28.3	26.7	23.2	24.3	6.83	3.03	368.02	1.008	13.49	63.52	23.15
148	148.85	1035	31	100	28.4	26.6	23.2	24.4	3.36	2.42	597.01	1.008	10.77	31.26	14.27
149	283.69	1035	0	100	28.9	26.7	23.1	24.7	0.00	1.27	*****	1.008	5.65	0.00	0.00

TABELA A.3 - Análise do desempenho do motor do trator 4x2 - na região de corte do regulador de rotação

MAQUINA : TRATOR 4x2		MOTOR : MWM D 229 6				COMBUSTIVEL : DIESEL									
DENS. COMB. [g/l]	NUMERO CILINDROS	CILIND. [l]	RELACAO DE TRANSMISSAO	TEMPOS DE EXPLOSAO	PRESSAO BAROMETRICA [mmHg] [kPa]	PRESSAO REFERENCIA [mmHg] [kPa]									
-0.704	6.00	5.883	1.0000	4	711.0	710.5									
852.00					94.8	94.7									
No	TEMPO [s]	ROTACAO MOTOR [rpm]	TORQUE MOTOR [Nm]	VOLUME CONSUM. [ml]	TEMP. COMB. [C]	TEMP. B. SECO [C]	TEMP. B. UMIDO [C]	TEMP. ADM. [C]	POT. [kW]	C. HOR. [l/h]	C. ESP. [g/kWh]	REDUCAO NBR5484	DEBITO [mg/inj]	TORQUE REDUZIDO [Nm]	EFc [%]
1	15.75	2360	280	100	27.9	25.0	23.7	29.5	71.18	22.86	266.48	1.021	44.65	294.07	
2	18.28	2378	257	100	28.5	25.6	24.1	27.5	64.00	19.69	255.19	1.011	38.16	259.93	
3	30.33	2425	128	100	28.7	25.5	24.2	27.8	32.51	11.87	302.77	1.012	22.55	129.50	
4	41.31	2446	64	100	28.9	25.6	24.4	28.4	16.19	8.71	440.69	1.012	16.41	64.79	
5	23.25	2406	192	100	29.1	25.6	24.3	28.2	48.38	15.48	265.29	1.012	29.63	194.31	

TABELA A.4 - Analise do desempenho do motor do trator 4x2 - fora da regio de corte do regulador de rotacao

MAQUINA : TRATOR 4x2				MOTOR : MWM D 229 6				COMBUSTIVEL : DIESEL							
DENS. COMB. [g/l]	NUMERO CILINDROS	CILIND. [l]	RELACAO DE TRANSMISSAO	TEMPOS DE EXPLOSAO		PRESSAO BAROMETRICA [mmHg] [kPa]		PRESSAO REFERENCIA [mmHg] [kPa]							
-0.704	6.00	5.883	1.0000	4		711.0 94.8		710.5 94.7							
852.00															
No	TEMPO [s]	ROTACAO MOTOR [rpm]	TORQUE MOTOR [Nm]	VOLUME CONSUM. [m]	TEMP. COMB. [C]	TEMP. B.SECC [C]	TEMP. B.UMIDO [C]	TEMP. ADM. [C]	POT. [kW]	C.HOR. [l/h]	C.ESP. [g/kWh]	REDUCAO NBR5484	DEBITO [mg/inj]	TORQUE REDUZIDO [Nm]	EFc [%]
1	15.46	2300	302	100	27.4	24.6	23.4	28.8	72.74	23.29	265.77	1.023	46.69	308.95	
2	15.36	2320	300	100	27.6	24.8	23.6	28.8	72.88	23.44	266.91	1.023	46.58	306.92	
3	16.13	2200	311	100	28.0	25.1	23.7	28.5	71.65	22.32	258.45	1.023	46.76	318.14	
4	17.69	2000	319	100	28.2	25.2	23.9	29.9	66.81	20.35	252.68	1.025	46.89	327.09	
5	18.98	1800	334	100	28.3	25.3	23.8	28.2	62.96	18.97	249.90	1.025	48.56	342.43	
6	20.54	1600	352	100	28.3	25.4	24.0	29.0	58.98	17.53	246.50	1.030	50.48	362.48	
7	20.91	1550	353	100	28.3	25.4	24.0	28.0	57.30	17.22	249.24	1.029	51.19	363.27	
8	21.77	1500	354	100	28.3	25.5	24.1	28.3	55.61	16.54	246.67	1.029	50.00	364.34	
9	22.48	1450	353	100	28.4	25.4	24.1	28.3	53.60	16.01	247.80	1.029	50.89	363.37	
10	26.12	1300	347	100	28.4	25.5	24.2	28.3	47.24	13.78	241.99	1.026	48.85	356.18	
11	31.49	1100	338	100	28.5	25.5	24.2	26.8	38.93	11.43	243.51	1.023	47.88	345.70	
12	37.90	900	333	100	28.4	25.5	24.3	26.9	31.38	9.50	251.02	1.024	48.63	341.04	

TABELA A.5 - Analise do desempenho do motor do trator 4x2 Auxiliar - na regio de corte do regulador de rotacao

MAQUINA : TRATOR 4X2 AUXILIAR		MOTOR : MWM D 229 6			COMBUSTIVEL : DIESEL									
DENS. COMB. [g/l]	NUMERO CILINDROS	CILIND. [l]	RELACAO DE TRANSMISSAO	TEMPOS DE EXPLOSAO	PRESSAO BAROMETRICA [mmHg] [kPa]	PRESSAO REFERENCIA [mmHg] [kPa]								
-0.796 852.00	6.00	5.883	1.0000	4	710.0 94.7	710.5 94.7								
No	TEMPO [s]	ROTACAO MOTOR [rpm]	TORQUE MOTOR [Nm]	VOLUME CONSUM. [m]	TEMP. COMB. [C]	TEMP. B. SECO [C]	TEMP. B. UMIDO [C]	TEMP. ADM. [C]	POT. [kW]	C. HOR. [l/h]	C. ESP. [g/kWh]	REDUCAO NBR5484	DEBITO [kg/inj]	TORQUE REDUZIDO [Nm]
1	18.13	2343	269	100	22.0	18.8	17.3	21.0	66.00	19.86	251.06	1.001	39.29	269.22
2	29.50	2412	134	100	22.2	19.0	17.5	19.7	33.85	12.20	300.82	1.000	23.45	133.99
3	15.22	2300	316	100	22.6	19.1	17.5	20.9	76.11	23.65	259.19	1.002	47.65	316.51
4	40.65	2435	67	100	23.2	19.3	17.5	20.0	17.08	8.86	432.08	1.000	16.84	67.01
5	22.51	2383	202	100	23.1	19.4	17.7	20.8	50.41	15.99	264.48	1.001	31.08	202.16

TABELA A.6 - Analise do desempenho do motor do trator 4x2 Auxiliar - fora da regio de corte do regulador de rotacao

MAQUINA : TRATOR 4X2 AUXILIAR														MOTOR : MWM D 229 6		COMBUSTIVEL : DIESEL	
DENS. COMB.	NUMERO				CILIND.	RELACAO DE				TEMPOS DE		PRESSAO BAROMETRICA		PRESSAO REFERENCIA			
[g/l]	CILINDROS				[l]	TRANSMISSAO				EXPLOSAO		[mmHg]		[mmHg]			
												[kPa]		[kPa]			
-0.796	6.00				5.883	1.0000				4		710.0		710.5			
852.00												94.7		94.7			
No	TEMPO	ROTACAO	TORQUE	VOLUME	TEMP.	TEMP.	TEMP.	TEMP.	POT.	C.HOR.	C.ESP.	REDUCAO	DEBITO	TORQUE			
	[s]	[rpm]	[Nm]	CONSUM.	COMB.	B.SECCO	B.UMIDO	ADM.	[kW]	[l/h]	[g/kWh]	NBR5484	[mg/inj]	REDUZIDO			
				[ml]	[C]	[C]	[C]	[C]						(Nm)			
1	15.13	2300	316	100	21.2	18.0	16.5	19.0	76.11	23.79	261.08	0.998	48.00	315.38			
2	15.23	2280	316	100	21.5	18.0	16.5	19.9	75.45	23.64	261.56	0.999	48.09	315.80			
3	15.57	2200	322	100	21.6	18.1	16.5	20.7	74.18	23.12	260.19	1.001	48.74	322.18			
4	17.10	2000	334	100	21.8	18.1	16.5	20.8	69.95	21.05	251.19	1.001	48.81	334.24			
5	18.32	1800	347	100	21.9	18.2	16.5	21.5	65.41	19.65	250.73	1.002	50.62	347.67			
6	19.81	1600	358	100	22.1	18.2	16.8	19.9	59.98	18.17	252.79	1.000	52.65	357.84			
7	22.12	1400	366	100	22.1	18.4	16.9	19.7	53.66	16.27	253.08	0.999	53.89	365.70			
8	22.06	1350	366	100	22.0	18.6	17.1	19.2	51.74	15.75	253.98	0.998	54.08	365.41			
9	23.70	1300	364	100	22.1	18.7	17.1	19.1	49.55	15.19	255.78	0.998	54.16	363.32			
10	28.50	1100	359	100	22.2	18.8	17.2	19.7	41.35	12.63	254.85	0.999	53.23	358.81			
11	36.91	900	338	100	23.2	19.1	17.7	21.1	31.86	9.75	255.21	1.000	50.18	338.68			

TABELA A.7 - Estimadores dos coeficientes das equações $T=f(N)$ (Eq. 9) e $T=f(N, NH)$ (Eq. 10)

TRATOR	-2 $b_1 \times 10^4$	1 $b_2 \times 10^4$	5 $b_3 \times 10^4$	2 R	-3 $c_1 \times 10^4$	c2	2 R
4 x 2	2.156 *	2.012 *	-7.028 *	0.942	6.638 *	-2.684 *	0.989
4 x 2 Auxiliar	2.318 *	1.833 *	-6.461 *	0.960	4.540 **	-1.829 **	0.967
Media				0.951			0.978

* = significativo pelo teste F, a 0.1% de probabilidade

** = significativo pelo teste F, a 1% de probabilidade

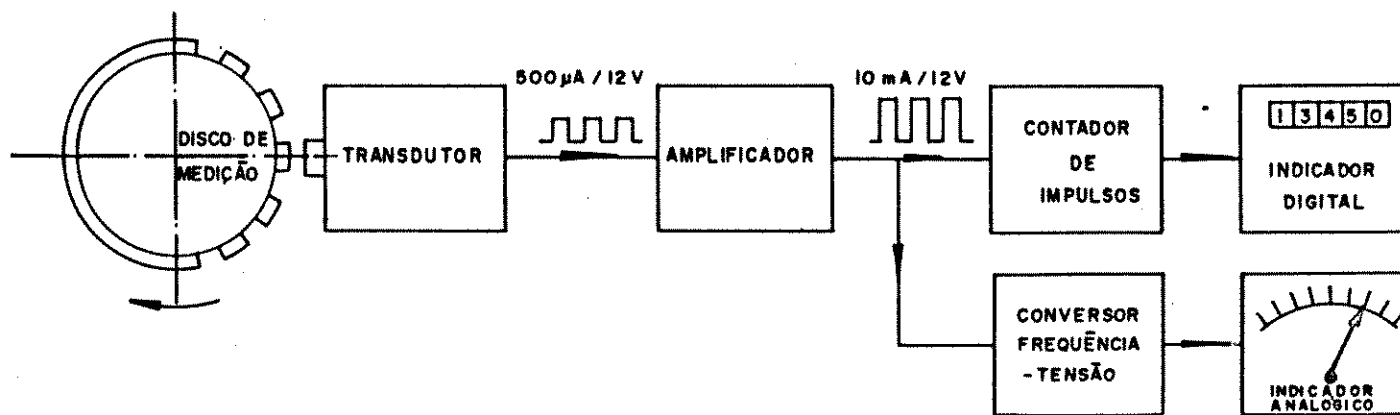


Figura A1—Diagrama do sistema de medição óptica de rotação.

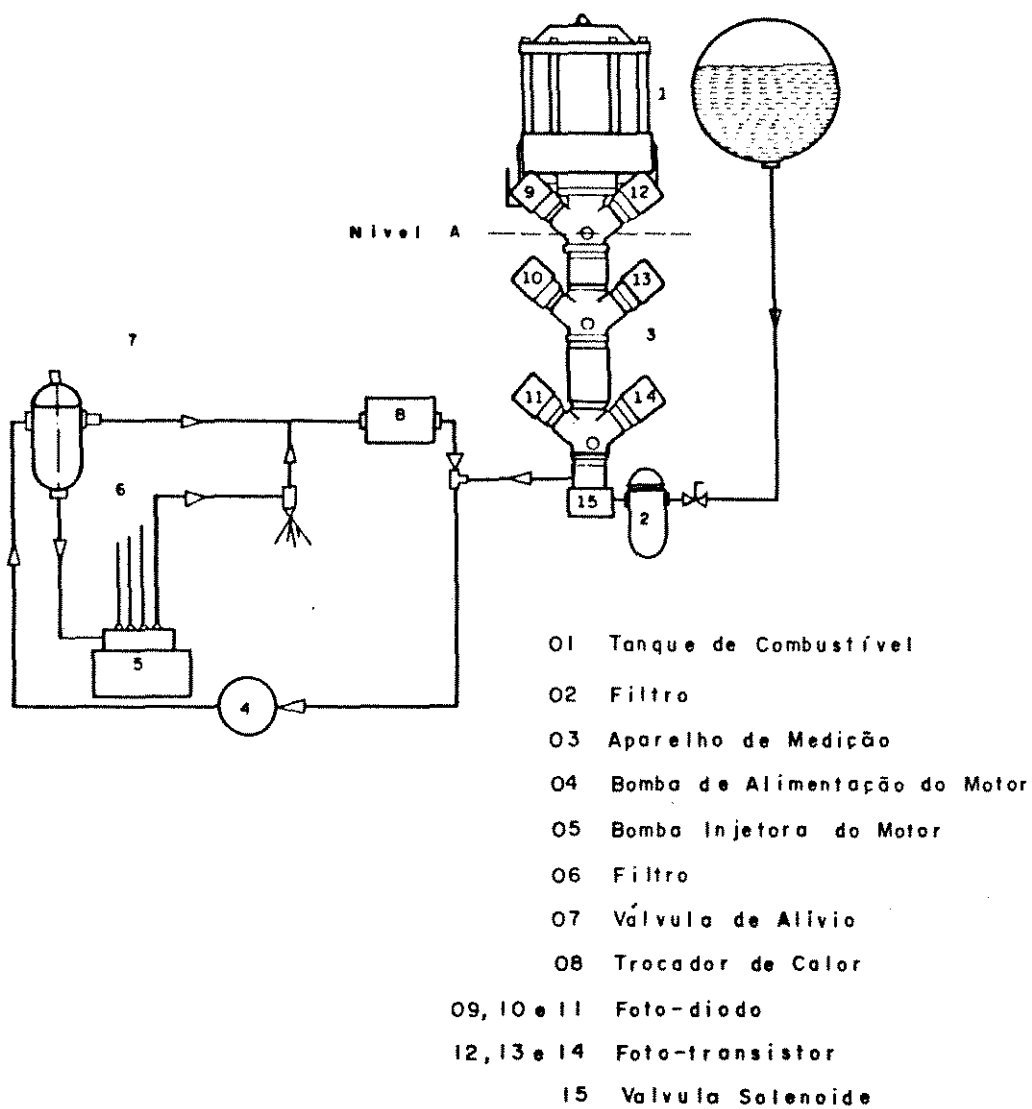


Figura A 2 - Diagrama do sistema de medição volumétrica de combustível.

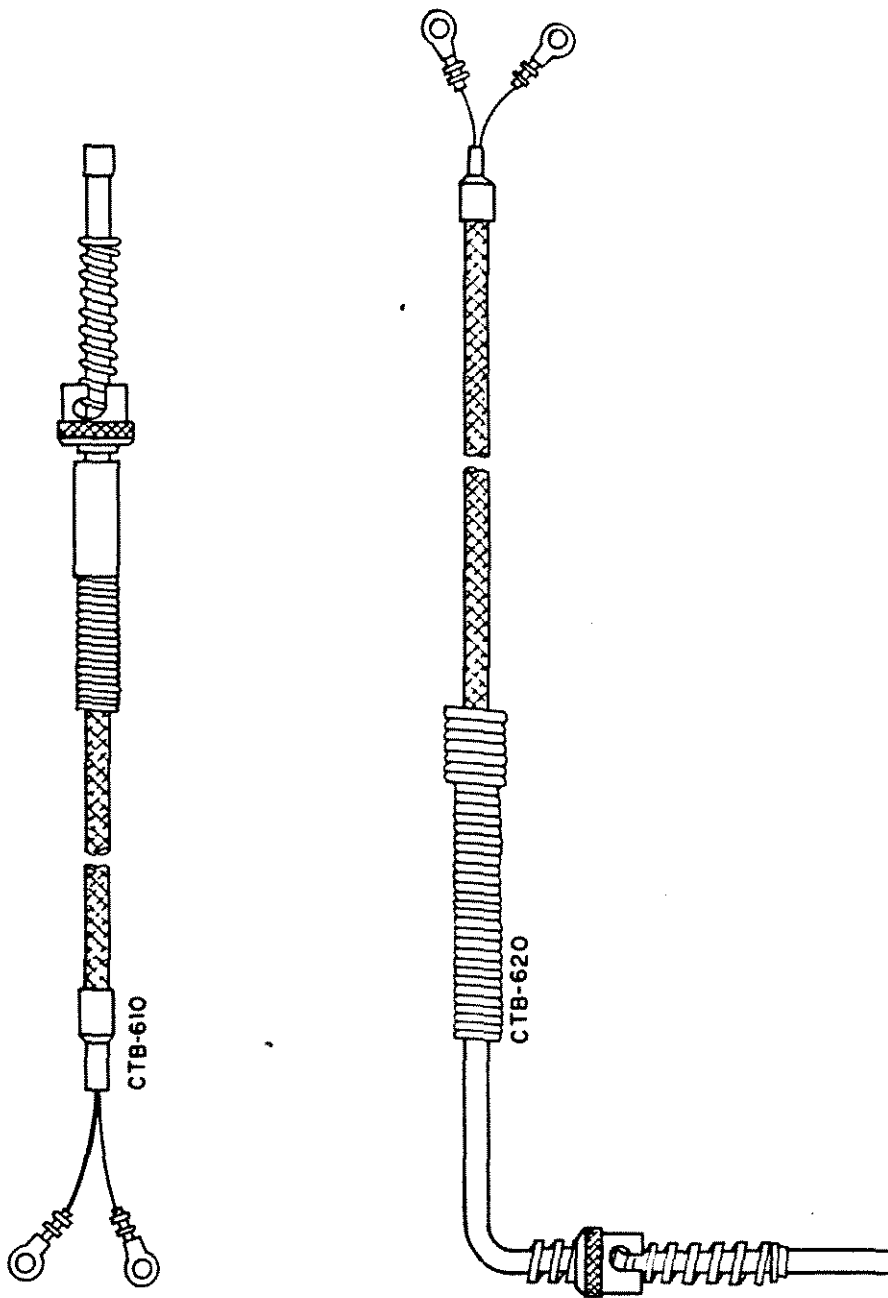


Figura A 3- Sensor de temperatura confeccionados com fio de platina (Pt 100).

ANEXO B

DESEMPENHO DOS TRATORES
EM PISTA DE CONCRETO

1. Tratores

Dois tratores com motores diesel foram utilizados: um com tração somente nas rodas traseiras, com rodado dianteiro 9:00-16, diagonal, 10 lonas, tipo F-2 e traseiro 18.4-34, 8 lonas, tipo R-1; outro com tração dianteira auxiliar, com rodado dianteiro 14.9-26, diagonal, 6 lonas, tipo R-1, e traseiro 18.4-34, diagonal, 8 lonas, tipo R-1. Doravante serão denominados de trator 4x2 e 4x2 Auxiliar.

As Principais características técnicas desses tratores são:

Trator.....	4x2.....	4x2 Auxiliar
Motor.....	MWM D 229-6.....	MWM D 229-6
Nº Cilindros.....	6.....	6
Cilindrada (l).....	5.883.....	5.883
Relação de Compressão.....	16.1:1.....	16.1:1
Bomba Injetora.....	Bosch, pistão.....	Bosch, pistão
Regulador de Rotação.....	Bosch.....	Bosch
Aspiração.....	Natural.....	Natural
Rel. Trans. TDP/Motor...	3.235:1.....	3.235:1
Potência Nominal (kW).....	90.....	90
Rotação Nominal (min ⁻¹)....	2300.....	2300
Tração Dianteira Auxiliar...	Não.....	Sim

Também utilizou-se dois tratores, da mesma faixa de potência aos dos descritos anteriormente, para frear os tratores de ensaio, doravante denominados tratores lastros.

2. Unidade Dinamométrica:

A unidade dinamométrica do Centro Nacional de Engenharia Agrícola CENEA/MA, na qual estão instalados os indicadores dos instrumentos utilizados durante os ensaios em pista de concreto (Fig. B.1).

3. Medição de Força:

Utilizou-se um conjunto "célula de carga - indicador instantâneo de força" KYOWA com capacidade de 10 toneladas, apresentado na Fig. B.2.

4. Medição da Velocidade:

Foi feita utilizando-se um conjunto roda odométrica-odômetro-cronômetro. O odômetro registra o deslocamento e o cronômetro o tempo necessário para percorrer este deslocamento.

A roda odométrica consiste basicamente de uma roda de bicicleta com um disco perfurado instalado no cubo desta roda. A medida que os furos passam por um sensor fotoelétrico é emitido um sinal elétrico para um contador no painel, (o odômetro) da unidade dinamométrica Fig. B.3.

O disco contém 60 furos e, portanto, a cada volta da roda o contador registra 60 impulsos e o comboio (trator de ensaio, jipe dinamométrico e tratores lastros) terá um deslocamento igual ao perímetro da mesma.

Um sistema integrado do painel permite que se programe o contador do odômetro para o número de impulsos desejado. Ao atingir o número programado previamente, automaticamente o contador para junto com o cronômetro. Dessa forma pode-se programar o trecho de medição que desejarmos e calcular a velocidade de deslocamento V_A (m/s) de todo o comboio pela fórmula:

$$V_A = L/t \quad (B.1)$$

onde: L - distância programada (m);

t - tempo (s);

5. Medição do Consumo:

O consumo foi medido de um medidor de vazão "PIERBURG PLU 116 H", mostrado na Fig. B.4.

O princípio de medição consiste em transferir para um contador de deslocamento (2) a perda de vazão através de um motor de velocidade controlada (6). Diferenças mínimas de pressão são registradas por um pistão (4) e convertida em sinal elétrico para um seletor eletrônico óptico (3). A velocidade do motor (6) é alterada pelo controlador de voltagem (7), dependendo da comparação "velocidade/voltagem" e do sinal fornecido pelo seletor eletrônico óptico (3), até que ambas as quantidades se equivalham e a diferença de pressão seja, deste modo, zero. Na condição estabilizada, a velocidade é proporcional à vazão. A velocidade é registrada por um contador de pulsos (8) e transferida para um amplificador (9) com saída digital (11) ou analógica (13)

O procedimento básico para instalar o medidor de combustível deve ser tal que proporcione funcionamento normal do motor. A Fig. B.5 mostra o combustível, sendo retirado do tanque (1) via bomba dianteira (2), passando pelo controlador de pressão (3), seguindo para a bomba de combustível do veículo (7) e abastecendo o sistema de alimentação. O retorno é feito via trocador de calor (10).

6. Medição de Temperatura:

Idem ao ensaio do motor (Ver Anexo A).

7. Medição de Deslizamento:

A medição do deslizamento nas rodas motrizes foi realizada através da colocação de quatro contadores ALFA, modelo CP 4 com quatro dígitos, botões para zero-início-parada, um para cada roda motriz, solidariamente presos a estas através de suportes fixados nos cubos das rodas Fig. B.6. Os transdutores são do tipo fecho de luz interrompido Fig. B.7.

8. Medição da Rotação do Motor:

Foi utilizado um conjunto composto de célula fotoelétrica, disco ranhurado, indicador instantâneo de rotação, integrador de rotação e cronômetro conjugado, possibilitando indicação da rotação na forma instantânea e integrada. (Idem ao ensaio do motor. Ver Anexo A).

9. Ensaio de Desempenho dos Tratores:

Os ensaios foram realizados segundo metodologia descrita no item 3.4. Os dados de desempenho dos tratores 4x2 e 4x2 Auxiliar, em pista de concreto, estão apresentados nas tabelas B.1, B.2 e B.3 respectivamente.

Em analogia ao ensaio dos motores temos:

1. A curva envoltória FORÇA DE TRACÇÃO X VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO das curvas de parâmetros múltiplos como a da Fig. 5b, foi traçada a partir de duas correlações matemáticas: a primeira para fora da região de corte do regulador de rotação - polinômio do terceiro grau correlacionando FD e VA; a segunda, para a região de corte do regulador de rotação - polinômio do segundo grau correlacionando as mesmas variáveis. Portanto, obteve-se:

a) Correlação para a região de corte do regulador de rotação:

$$FD = l_0 + l_1*VA + l_2*VA^2 \quad (B.2)$$

onde: l_0, \dots, l_2 = constantes determinadas em ensaios de desempenho.

b) Correlação para fora da região de corte do regulador de rotação:

$$FD = k_0 + k_1*VA + k_2*VA^2 + k_3*VA^3 \quad (B.3)$$

onde: k_0, \dots, k_3 = constantes determinadas em ensaios de desempenho.

Os dados dos ensaios de desempenho em pista de concreto com os quais obtiveram-se as correlações

acima estão mostrados nas tabelas B.4 a B.9 e os seus estimadores nas tabelas B.10 e B.11.

Observando-se a tabela B.11, verifica-se que não se justifica a inclusão da variável VA^A na correlação para fora da região de corte do regulador de rotação, uma vez que, em todos os casos, esta não foi significativa ao nível de 10% de probabilidade pelo teste F. Pelo mesmo motivo não foi incluída a variável VA^B na correlação para a região de corte do regulador de rotação (Ver Tabela B.10).

2 A envoltória das curvas da diferença de rendimentos globais reduzidos $DEFG_c$, como a da Fig. 8b, foi obtida pela intersecção dos campos de trabalho de cada um dos motores.

1. Análise Estatística:

Segundo Neter e Wasserman (1974) o modelo geral de regressão linear é definido por:

$$Y = k_0 + K_1 * X_1 \quad (C.1)$$

onde: k_0, \dots, k_1 = constantes

TABELA B.1 - Análise do desempenho em pista de concreto do trator 4x2

TRACAO	DENS. COMB. [g/l]	FURAS NO SENSOR		CONDICOES DE ENSAIO		CILIND. [l]	BATIDAS LIVRES											
							1	2	3	4	5	6						
2	A = -0.76	DIANT.	30	7a. MARCHA REL. DE TRANS = 70.110		RD =	0	0	0	0	0	0						
	B = 854.00	TRAS.	30	C/LASTRO PER. ROD. OD. [cm] = 1.711		5.883	RT =	354	318	283	247	212	168					
		ODOM.	60	ISOCONS. CTE DE INTEG = 5.000			RO =	2000	1800	1600	1400	1200	950					
P.C.I. [MJ/kg]	MASSA [kg]		TEMPERATURA [C]		PRESSAO BAROMETRICA [mmHg] [bar]		PRESSAO DE REFERENCIA [mmHg] [bar]											
	42.60	DIANTEIRA	TRASEIRA	BULB. UMIDO	BULB. SECO	712.00		710.50										
		2660	4210	19.90	27.30	94.93		94.73										
No	VOL. INT.	TEMPERATURAS		RDM	RTM	DIES.	TEMPO	RPM	TRACAO	VELOC.	POTENC.	DESL.	C. HOR.	C. ESP.	DEBITO	FATOR DE	Tc	EFGc
		DIES.	ADM.						[kN]	[km/h]	[kW]	[X]	[1/h]	[g/kWh]	[g]	REDUCAO	(Nm)	(X)
1	1198.10	22.50	18.00	0.0	355.5	3.12	20.50	2437	2.87	10.02	7.98	0.42	9.63	1010.52	18.37	0.9983	85.01	8.35
2	3408.20	22.90	18.30	0.0	360.0	4.25	20.92	2410	7.99	9.81	21.79	1.67	12.55	481.94	24.12	0.9985	141.24	17.51
3	4744.80	23.60	17.30	0.0	364.0	5.00	21.19	2410	10.98	9.69	29.56	2.75	14.44	408.40	27.83	0.9978	175.06	20.65
4	7964.10	23.00	19.00	0.0	370.0	6.94	21.82	2385	17.90	9.41	46.79	4.32	19.16	342.51	37.33	0.9990	254.08	24.65
5	10436.10	24.50	18.50	0.0	376.5	8.81	22.41	2358	22.84	9.16	58.13	5.98	23.50	337.70	46.25	0.9975	314.41	24.96
6	11012.50	25.30	17.60	0.0	377.5	9.25	22.73	2334	23.76	9.03	59.63	6.23	24.29	340.05	48.26	0.9958	327.03	24.75
7	11297.10	27.50	18.00	0.0	379.0	9.37	23.15	2294	23.94	8.87	58.97	6.60	24.17	341.46	48.76	0.9963	331.54	24.66
8	11163.30	28.00	17.80	0.0	379.0	9.31	23.01	2305	23.80	8.92	58.98	6.60	24.16	341.09	48.49	0.9961	329.55	24.68
9	11112.70	29.20	18.20	0.0	378.0	9.31	23.01	2305	23.69	8.92	58.72	6.35	24.16	342.27	48.44	0.9967	329.26	24.61
10	21914.40	30.10	18.00	0.0	384.0	10.00	38.57	1396	27.87	5.32	41.21	7.81	15.78	318.25	52.19	0.9956	371.12	26.44
11	21939.00	28.30	22.00	0.0	384.0	9.99	38.56	1397	27.91	5.32	41.28	7.81	15.78	318.26	52.24	1.0030	371.36	26.63
12	1591.50	35.50	26.50	0.0	321.0	2.69	20.89	2156	3.74	8.85	9.18	0.93	8.26	743.97	17.60	1.0064	89.42	11.43

TABELA B.1 - Continuacao

No	VOL.INT.	TEMPERATURAS		RDM	RTM	DIES.	TEMPO	RPM	TRACAO	VELOC.	POTENC.	DESL.	C.HOR.	C.ESP.	DEBITO	FATOR DE	Tc	EFGc
		DIES.	ADM.						[kN]	[km/h]	[kW]	[%]	[l/h]	[g/kWh]	[g]	REDUCAO	(No)	(%)
13	2900.30	36.50	26.30	0.0	323.0	3.31	21.18	2145	6.72	8.72	16.28	1.55	9.86	500.49	21.10	1.0062	124.31	16.99
14	4429.80	34.90	23.60	0.0	326.5	4.00	21.42	2140	10.14	8.63	24.31	2.60	11.61	395.21	24.94	1.0043	160.56	21.48
15	6309.80	34.10	26.20	0.0	329.5	4.94	21.80	2126	14.20	8.48	33.43	3.49	13.90	344.33	30.08	1.0062	206.43	24.69
16	7518.90	34.90	27.40	0.0	332.5	5.56	22.07	2116	16.71	8.37	38.87	4.36	15.37	327.24	33.39	1.0070	234.27	26.01
17	9229.80	35.60	26.90	0.0	336.0	6.56	22.43	2102	20.18	8.24	46.19	5.36	17.70	316.89	38.69	1.0067	275.81	26.85
18	11192.40	35.80	27.20	0.0	340.0	7.81	22.90	2085	23.97	8.07	53.74	6.47	20.50	315.42	45.16	1.0119	318.74	27.11
19	12206.00	37.10	28.00	0.0	341.0	8.44	23.67	2027	25.29	7.81	54.85	6.74	21.38	321.88	48.39	1.0158	339.34	26.67
20	12179.00	38.50	28.70	0.0	341.0	8.37	23.67	2027	25.24	7.81	54.73	6.74	21.23	319.92	47.99	1.0165	337.10	26.85
21	19180.10	40.20	27.30	0.0	344.0	8.88	34.50	1401	27.27	5.36	40.57	7.56	15.67	318.04	51.17	1.0172	365.89	27.03
22	19149.90	39.50	27.50	0.0	343.5	8.81	34.47	1402	27.25	5.36	40.58	7.42	15.58	316.37	50.87	1.0173	364.35	27.17
23	1359.90	36.80	28.20	0.0	284.5	2.13	20.86	1917	3.20	7.87	6.99	0.53	6.72	793.65	16.09	1.0076	81.75	10.73
24	2705.90	37.80	26.80	0.0	287.0	2.63	21.22	1899	6.25	7.74	13.45	1.39	7.98	489.69	19.27	1.0066	114.24	17.37
25	4713.50	35.90	26.80	0.0	291.0	3.50	21.61	1888	10.70	7.60	22.59	2.75	10.18	372.57	24.76	1.0066	166.87	22.83
26	6260.30	34.70	26.30	0.0	293.0	4.13	21.94	1875	14.00	7.49	29.11	3.41	11.68	332.12	28.64	1.0062	201.24	25.60
27	7872.00	34.90	29.20	0.0	295.5	4.87	22.30	1863	17.31	7.37	35.43	4.23	13.44	313.92	33.16	1.0083	240.13	27.14
28	9150.70	35.60	27.10	0.0	298.0	5.56	22.55	1856	19.90	7.28	40.27	5.03	15.06	309.23	37.28	1.0068	272.62	27.51
29	11563.30	36.30	26.30	0.0	302.0	6.87	23.09	1840	24.56	7.11	48.54	6.29	18.00	306.46	44.91	1.0106	324.36	27.87
30	13018.80	35.70	26.40	0.0	304.5	7.69	24.02	1782	26.59	6.84	50.50	7.06	19.28	315.69	49.70	1.0145	352.98	27.16
31	12982.30	37.40	27.10	0.0	304.5	7.74	23.95	1784	26.59	6.86	50.65	7.06	19.46	317.18	50.03	1.0159	354.70	27.07
32	16776.20	39.30	27.60	0.0	306.0	7.75	30.45	1408	27.02	5.39	40.49	7.52	15.51	315.67	50.44	1.0170	362.04	27.23
33	16920.00	41.10	27.40	0.0	305.5	7.88	30.76	1393	26.98	5.34	40.02	7.36	15.60	320.71	51.19	1.0174	366.05	26.81
34	1588.00	38.60	28.80	0.0	250.5	1.75	21.25	1646	3.67	6.76	6.89	1.40	5.59	669.41	15.56	1.0080	82.22	12.73
35	3133.10	39.80	26.60	0.0	252.0	2.31	21.91	1611	7.01	6.56	12.78	1.98	6.93	446.66	19.69	1.0064	124.33	19.04
36	4717.80	38.70	26.30	0.0	254.0	2.88	22.20	1604	10.42	6.47	18.75	2.76	8.31	365.54	23.73	1.0062	163.12	23.26
37	6615.90	37.00	26.60	0.0	257.0	3.56	22.66	1589	14.32	6.34	25.23	3.89	9.91	324.38	28.62	1.0064	207.25	26.22
38	7952.60	36.20	26.70	0.0	260.0	4.06	22.92	1582	17.02	6.27	29.64	5.00	11.06	308.35	32.10	1.0065	236.87	27.58
39	9546.90	37.20	27.60	0.0	262.0	4.69	23.20	1577	20.18	6.20	34.73	5.73	12.49	296.93	36.33	1.0072	270.72	28.66
40	11735.50	38.10	27.70	0.0	265.5	5.75	23.74	1563	24.25	6.05	40.78	6.97	14.80	299.46	43.40	1.0109	320.13	28.53
41	13585.70	37.40	26.10	0.0	267.0	6.94	24.57	1524	27.12	5.85	44.07	7.49	17.11	320.53	51.49	1.0153	366.53	26.77
42	13524.80	37.00	30.40	0.0	267.0	6.88	24.57	1524	27.00	5.85	43.87	7.49	16.97	319.46	51.09	1.0225	364.46	27.05

TABELA B.1 - Continuacao

No	VOL.INT.	TEMPERATURAS		RDM	RTM	DIES.	TEMPO	RPM	TRACAO	VELOC.	POTENC.	DESL.	C.HOR.	C.ESP.	DEBITO	FATOR DE	Tc	EFGc
		DIES.	ADM.						[kN]	[km/h]	[kW]	[%]	[l/h]	[g/kWh]	[g]	REDUCAO	(Nm)	(%)
43	14522.70	37.70	31.50	0.0	266.5	6.75	26.58	1400	26.00	5.41	40.25	7.32	15.48	317.40	50.41	1.0236	361.92	27.25
44	14452.80	40.50	30.20	0.0	267.5	6.75	26.66	1403	26.59	5.39	39.82	7.66	15.43	319.00	50.30	1.0213	361.35	27.06
45	1897.10	37.00	26.80	0.0	214.5	1.44	22.16	1355	4.20	5.56	6.48	1.17	4.59	584.60	15.54	1.0066	85.00	14.55
46	3253.40	36.10	27.00	0.0	216.5	1.94	22.48	1346	7.10	5.48	10.81	2.08	5.81	444.42	19.82	1.0067	128.10	19.14
47	4609.10	36.20	27.70	0.0	217.0	2.19	22.82	1336	9.91	5.40	14.86	2.30	6.37	354.38	21.89	1.0072	148.16	24.02
48	6659.70	36.10	29.90	0.0	219.5	2.88	23.26	1326	14.04	5.30	20.66	3.42	7.97	318.85	27.60	1.0088	200.57	26.74
49	8125.10	37.10	30.40	0.0	221.0	3.37	23.55	1320	16.92	5.23	24.59	4.07	9.10	305.60	31.63	1.0091	235.07	27.90
50	9776.50	38.60	28.00	0.0	223.0	4.00	23.97	1308	20.01	5.14	28.56	4.93	10.46	302.02	36.64	1.0074	275.15	28.19
51	12178.10	38.20	27.20	0.0	227.5	4.94	24.65	1290	24.23	5.00	33.64	6.81	12.39	303.84	44.02	1.0109	325.88	28.12
52	14523.70	36.20	29.10	0.0	228.5	5.69	26.73	1198	26.65	4.61	34.12	7.22	13.11	317.57	50.25	1.0194	361.45	27.13
53	13848.80	36.80	29.80	0.0	229.0	5.75	25.64	1250	26.49	4.80	35.36	7.42	13.77	321.69	50.55	1.0209	363.13	26.82
54	14027.20	37.80	28.70	0.0	230.0	5.69	26.28	1218	26.18	4.69	34.09	7.83	13.32	322.45	50.14	1.0186	360.93	26.70
55	1548.10	38.50	27.20	0.0	169.0	0.94	21.17	1121	3.59	4.61	4.59	0.59	3.40	610.91	13.90	1.0069	67.64	13.93
56	3262.40	36.50	26.00	0.0	170.5	1.50	21.67	1105	7.38	4.50	9.23	1.47	4.84	433.19	20.11	1.0060	130.58	19.63
57	4756.10	35.70	26.10	0.0	172.5	1.75	22.07	1094	10.57	4.42	12.98	2.61	5.42	345.40	22.76	1.0061	155.96	24.62
58	6513.00	34.80	27.50	0.0	174.0	2.31	22.49	1085	14.20	4.34	17.11	3.45	6.77	327.43	28.69	1.0071	209.56	25.99
59	7949.40	34.90	27.90	0.0	174.5	2.56	22.82	1078	17.09	4.27	20.28	3.72	7.32	298.61	31.22	1.0074	231.06	28.51
60	9969.80	35.30	28.40	0.0	177.0	3.25	23.38	1064	20.92	4.17	24.24	5.08	8.86	302.39	38.27	1.0077	286.77	28.16
61	11960.00	36.30	26.40	0.0	179.0	3.87	23.89	1053	24.56	4.08	27.85	6.15	10.19	302.42	44.43	1.0103	327.57	28.23
62	13451.70	36.50	25.70	0.0	180.0	4.31	25.21	1003	26.17	3.87	28.13	6.67	10.70	314.35	48.97	1.0128	353.36	27.23
63	13261.20	35.40	25.60	0.0	180.0	4.38	25.01	1010	26.01	3.90	28.17	6.67	10.93	320.89	49.73	1.0132	357.52	26.68

TABELA B.2 - Analise do desempenho em pista de concreto do trator 4x2 Auxiliar com a tracao ligada

TRACAO	DENS. COMB. [g/l]	FURAS NO SENSOR		CONDICOES DE ENSAIO		CILIND. [l]	BATIDAS LIVRES											
							1	2	3	4	5	6						
4	A	-0.76	DIANT.	30	7a.MARCHA REL.DE TRANS = 70.110	RD =	448	403	347	305	268	212						
			TRAS.	30	C/LASTRO PER.ROD.OOOCm]= 1.704	RT =	350	315	272	238	210	166						
	B	854.00	ODOM.	60	ISOCONS. CTE DE INTEG = 5.000	RO =	2000	1800	1550	1360	1200	950						
P.C.I. [MJ/kg]	MASSA [kg]		TEMPERATURA [C]		PRESSAO BAROMETRICA [mmHg] [bar]		PRESSAO DE REFERENCIA [mmHg] [bar]											
	42.60	DIANTEIRA	TRASEIRA	BULB.UMIDO	BULB.SECCO	710.00		710.50										
		2660	4210	20.20	27.20	94.67		94.73										
No	VOL.INT.	TEMPERATURAS		RDM	RTM	DIES.	TEMPO	RPM	TRACAO	VELOC.	POTENC.	DESL.	C.HDR.	C.ESP.	DEBITO	FATOR DE	Tc	EFFc
		DIES.	ADM.						[kN]	[km/h]	[kW]	[%]	[l/h]	[g/kWh]	[g]	REDUCAO	(Nm)	(%)
1	1035.50	37.80	20.60	449.5	350.5	3.00	20.05	2457	2.53	10.20	7.18	0.24	9.47	1088.85	17.67	1.0033	76.97	7.79
2	2377.60	36.00	19.80	451.5	353.0	3.70	20.24	2447	5.76	10.10	16.17	0.81	11.38	581.75	21.36	1.0027	113.74	14.57
3	3654.30	35.40	23.20	454.0	354.0	4.40	20.46	2434	8.76	9.99	24.32	1.23	13.24	450.16	24.99	1.0051	148.43	18.87
4	4948.00	33.80	20.10	455.5	357.0	5.10	20.67	2422	11.74	9.89	32.27	1.80	15.06	386.67	28.62	1.0029	181.36	21.92
5	10839.40	35.60	20.30	467.5	364.5	9.00	22.32	2300	23.82	9.16	60.62	4.07	24.08	328.44	48.09	1.0064	327.53	25.89
6	10758.20	38.20	21.40	467.0	365.5	9.00	22.34	2296	23.62	9.15	60.06	4.15	24.06	330.43	48.02	1.0080	327.29	25.78
7	10616.00	38.20	22.70	467.5	364.5	8.70	22.34	2297	23.31	9.15	59.26	4.07	23.28	324.09	46.45	1.0090	318.27	26.31
8	6463.30	38.90	21.10	459.5	358.5	5.80	21.05	2396	15.06	9.71	40.64	2.44	16.72	339.22	31.96	1.0036	210.98	25.00
9	8197.50	38.90	21.20	462.5	361.0	7.00	21.41	2371	18.78	9.55	49.82	3.09	19.68	325.69	38.02	1.0037	259.91	26.04
10	22160.40	37.60	21.10	472.0	371.5	10.20	38.59	1345	28.17	5.30	41.46	5.44	16.07	320.04	54.81	1.0106	383.94	26.68
11	21992.10	37.80	22.50	473.0	369.5	10.00	38.33	1353	28.14	5.33	41.70	5.28	15.88	314.20	53.80	1.0129	379.19	27.24
12	1268.80	35.20	24.30	404.0	316.5	2.40	20.43	2172	3.05	9.01	7.62	0.36	7.62	826.62	16.12	1.0059	73.70	10.28

TABELA B.2 - Continuacao

No	VOL.INT.	TEMPERATURAS		RDM	RTM	DIES.	TEMPO	RPM	TRACAO	VELOC.	POTENC.	DESL.	C.HOR.	C.ESP.	DEBITO	FATOR DE	Tc	EFGc
		DIES.	ADM.						[kN]	[km/h]	[kW]	[%]	[l/h]	[g/kWh]	[g]	REDUCAO	(Nm)	(%)
13	3215.60	33.90	24.80	407.5	319.0	3.20	20.69	2163	7.62	8.89	18.84	1.18	9.76	429.11	20.76	1.0063	120.34	19.82
14	5158.20	33.60	23.70	411.0	322.0	4.10	21.04	2144	12.03	8.75	29.22	2.06	12.07	342.37	25.92	1.0055	169.32	24.82
15	6999.40	33.60	25.00	415.0	325.0	5.10	21.43	2124	16.02	8.59	38.22	2.98	14.56	315.59	31.55	1.0064	218.85	26.95
16	9046.10	33.70	25.20	417.0	325.5	6.10	21.89	2093	20.27	8.41	47.34	3.29	16.90	295.77	37.16	1.0065	264.68	29.76
17	10863.30	34.90	23.70	421.0	328.5	7.20	22.39	2063	23.80	8.22	54.34	4.19	19.37	295.03	43.17	1.0081	307.19	28.88
18	11565.30	35.50	23.40	422.0	330.0	7.60	22.59	2050	25.11	8.15	56.83	4.52	20.23	294.39	45.34	1.0092	320.96	28.97
19	11508.10	36.80	26.60	422.0	329.5	7.70	22.63	2046	24.94	8.13	56.35	4.45	20.45	299.78	45.87	1.0137	324.24	28.58
20	11499.90	37.80	24.00	422.0	330.0	7.60	22.61	2048	24.95	8.14	56.41	4.52	20.21	295.71	45.25	1.0099	320.49	28.86
21	19793.70	38.40	23.20	426.0	333.0	8.70	34.77	1344	27.92	5.29	41.05	5.40	15.26	306.64	52.04	1.0132	370.58	27.92
22	19385.50	38.00	26.90	424.5	332.0	8.70	34.32	1356	27.71	5.36	41.27	5.09	15.45	308.94	52.23	1.0202	371.52	27.91
23	1309.00	40.50	23.00	348.5	272.5	2.10	19.68	1942	3.26	8.05	7.30	0.31	7.00	789.24	16.48	1.0050	85.04	10.76
24	3036.50	37.30	23.90	350.5	274.0	3.20	19.98	1926	7.45	7.93	16.42	0.86	10.08	506.50	24.00	1.0056	158.75	16.78
25	5326.10	37.10	23.10	354.5	277.5	3.50	20.42	1905	12.79	7.76	27.58	2.05	10.72	321.07	25.82	1.0051	176.87	26.45
26	7086.80	36.20	23.00	356.5	279.5	4.30	20.79	1884	16.72	7.62	35.40	2.67	12.76	297.97	31.11	1.0050	222.63	28.50
27	8321.50	35.60	23.10	359.5	280.5	4.80	21.12	1867	19.33	7.50	40.28	3.25	13.94	286.20	34.30	1.0051	249.20	29.68
28	11093.00	35.20	24.70	363.0	283.5	6.30	21.79	1828	24.97	7.27	50.45	4.23	17.50	287.04	44.01	1.0098	319.09	29.73
29	12039.80	35.90	26.10	364.5	285.0	6.80	22.24	1800	26.55	7.13	52.56	4.68	18.46	290.39	47.11	1.0142	338.20	29.51
30	11920.60	36.40	23.30	364.5	286.0	6.80	22.24	1799	26.29	7.13	52.04	4.85	18.46	293.16	47.11	1.0102	338.25	29.12
31	11910.20	36.60	22.90	364.0	285.0	6.90	22.27	1795	26.23	7.12	51.85	4.62	18.70	297.90	47.81	1.0101	342.30	28.65
32	16606.60	36.50	24.20	366.0	285.0	7.30	29.59	1354	27.53	5.36	40.95	4.88	15.06	303.86	51.06	1.0144	365.55	28.21
33	16361.50	38.60	26.30	365.0	285.0	7.40	29.66	1351	27.06	5.34	40.16	4.75	15.22	312.57	51.62	1.0185	368.43	27.54
34	1004.00	36.00	22.80	305.5	238.5	1.50	20.07	1669	2.45	6.93	4.72	0.19	5.15	902.41	14.18	1.0048	67.51	9.41
35	2632.60	35.60	23.70	307.5	240.5	2.00	20.37	1655	6.34	6.83	12.02	0.93	6.51	447.56	18.06	1.0055	107.50	18.99
36	4649.50	34.50	22.60	310.0	241.5	2.60	20.79	1635	10.97	6.69	20.38	1.53	8.05	327.12	22.65	1.0047	152.52	25.96
37	6316.20	33.60	22.40	312.0	243.5	3.20	21.19	1615	14.62	6.56	26.65	2.25	9.55	296.84	27.21	1.0046	194.56	28.60
38	8653.30	32.40	23.90	314.5	246.5	4.00	21.81	1583	19.46	6.38	34.46	3.23	11.41	274.68	33.22	1.0056	246.03	30.94
39	10430.70	32.70	23.70	317.0	247.5	4.70	22.27	1563	22.97	6.24	39.84	3.81	13.01	270.65	38.33	1.0055	286.07	31.39
40	11034.00	33.40	22.60	318.0	249.0	5.00	22.43	1554	24.13	6.20	41.55	4.25	13.69	273.01	40.55	1.0055	301.81	31.12
41	11098.40	33.90	22.20	318.0	248.0	5.10	22.47	1552	24.23	6.19	41.64	4.06	13.92	276.92	41.28	1.0055	306.65	30.69
42	11584.10	33.80	23.50	318.0	249.0	5.10	22.60	1546	25.14	6.15	42.97	4.25	13.85	266.96	41.22	1.0067	306.33	31.87

TABELA B.2 - Continuacao

No	VOL.INT.	TEMPERATURAS		RDM	RTM	DIES.	TEMPO	RPM	TRACAO	VELOC.	POTENC.	DESL.	C.HOR.	C.ESP.	DEBITO	FATOR DE	Tc	EFGc
		DIES.	ADM.						[kN]	[km/h]	[kW]	[%]	[1/h]	[g/kWh]	[g]	REDUCAO	(Nm)	(%)
43	14821.30	34.60	23.50	322.0	250.0	6.50	26.09	1349	27.86	5.33	41.25	5.04	15.20	305.00	51.81	1.0136	369.44	28.09
44	14674.80	35.10	22.70	320.5	252.5	6.40	26.08	1349	27.60	5.33	40.87	5.29	14.98	303.30	51.06	1.0117	365.57	28.19
45	1306.10	33.00	21.90	269.5	210.5	1.30	21.29	1388	3.01	5.76	4.82	0.40	4.37	751.53	14.49	1.0042	73.88	11.29
46	2367.50	32.70	22.60	270.5	213.0	1.70	21.62	1373	5.37	5.67	8.47	1.17	5.38	526.78	18.05	1.0047	110.41	16.12
47	4015.90	31.80	21.30	272.0	212.5	2.00	22.09	1352	8.92	5.55	13.76	1.32	6.07	365.84	20.68	1.0038	136.46	23.19
48	6455.10	31.30	21.20	274.5	215.5	2.80	22.80	1323	14.32	5.38	21.40	2.46	7.92	307.39	27.62	1.0037	200.78	27.59
49	8217.80	30.20	21.40	276.0	216.0	3.30	23.16	1310	17.40	5.30	25.61	2.84	9.06	293.90	31.92	1.0038	237.53	28.86
50	9014.50	30.40	22.20	277.5	217.0	3.50	23.41	1300	18.89	5.24	27.50	3.32	9.46	285.92	33.60	1.0044	251.23	29.69
51	13569.70	33.40	20.40	282.0	220.5	5.50	24.80	1248	26.84	4.95	36.88	4.86	13.62	306.10	50.25	1.0074	361.56	27.81
52	13594.50	34.40	20.20	282.0	220.5	5.40	24.80	1248	26.89	4.95	36.95	4.86	13.39	300.05	49.35	1.0067	356.75	28.35
53	13572.80	33.90	20.30	281.0	221.0	5.50	24.79	1248	26.86	4.95	36.92	4.80	13.63	305.76	50.25	1.0072	361.54	27.84
54	14237.30	34.50	22.70	282.0	220.0	5.80	25.85	1197	27.02	4.75	35.62	4.75	13.77	320.13	52.92	1.0128	375.03	26.74
55	14254.10	34.40	22.70	282.0	220.5	5.80	25.58	1212	27.33	4.80	36.41	4.86	13.91	316.24	52.79	1.0127	374.41	27.06
56	1409.80	34.80	19.70	213.0	167.5	1.10	20.46	1145	3.38	4.75	4.46	0.68	3.95	732.04	15.85	1.0026	88.09	11.56
57	2478.40	34.20	19.60	214.0	167.0	1.30	20.78	1132	5.85	4.67	7.60	0.77	4.45	485.48	18.10	1.0026	110.87	17.45
58	4217.20	32.50	20.70	215.0	168.5	1.70	21.31	1111	9.71	4.56	12.29	1.44	5.45	367.43	22.58	1.0033	154.38	23.08
59	6526.00	31.80	21.40	217.5	169.5	2.20	21.97	1086	14.57	4.42	17.89	2.30	6.62	306.93	28.09	1.0038	204.40	27.64
60	8394.70	30.90	19.50	219.0	171.5	2.80	22.52	1068	18.28	4.31	21.91	3.20	8.01	303.75	34.61	1.0025	259.65	27.89
61	11395.50	30.20	19.40	222.0	173.0	3.60	23.56	1033	23.72	4.12	27.17	4.28	9.65	295.22	43.14	1.0036	319.37	28.73
62	13648.50	29.60	19.20	223.0	174.5	4.40	24.77	989	27.03	3.92	29.44	4.90	11.08	313.01	51.76	1.0057	367.89	27.15
63	13160.30	30.10	21.00	223.0	174.0	4.30	24.60	995	26.24	3.95	28.78	4.77	10.92	315.31	50.67	1.0086	362.33	27.03
64	13143.30	30.80	18.90	222.5	174.5	4.30	24.64	992	26.16	3.94	28.65	4.80	10.90	316.07	50.71	1.0049	362.54	26.87
65	13433.60	31.40	18.80	223.0	174.0	4.60	25.00	978	26.36	3.89	28.44	4.77	11.45	334.12	53.99	1.0056	378.69	25.43
66	13455.40	31.70	19.00	223.0	174.0	4.60	24.82	986	26.59	3.91	28.91	4.77	11.53	330.91	53.89	1.0059	378.33	25.69

TABELA B.3 - Análise do desempenho em pista de concreto do trator 4x2 Auxiliar com a tração desligada

TRACAO	DENS. COMB. [g/l]	FURAS NO SENSOR		CONDICOES DE ENSAIO	CILIND. [l]	BATIDAS LIVRES						
						1	2	3	4	5	6	
2	A = -0.76	DIANT.	30	7a.MARCHA REL.DE TRANS = 70.110	RD =	0	0	0	0	0	0	
	B = 854.00	TRAS.	30	C/LASTRO PER.ROD.000[m]= 1.704	5.883	RT =	351	315	282	247	203	168
		000M.	60	ISOCONS. CTE DE INTEG = 5.000		RD =	2000	1790	1600	1400	1150	950

P.C.I. [MJ/kg]	MASSA [kg]		TEMPERATURA [C]		PRESSAO BARAROMETRICA [mmHg] [bar]		PRESSAO DE REFERENCIA [mmHg] [bar]	
	DIANTEIRA	TRASEIRA	BULB.UMIDO	BULB.SECO				
42.60	2660	4210	14.30	19.60	711.00		710.50	
					94.80		94.73	

No	VOL.INT.	TEMPERATURAS		RDM	RTM	DIES.	TEMPO	RPM	TRACAO	VELOC.	POTENC.	DESL.	C.HOR.	C.ESP.	DEBITO	FATOR DE	Tc	EFGc
		DIES.	ADM.						[kN]	[km/h]	[kW]	[%]	[l/h]	[g/kWh]	[g]	REDUCCAO	(Nm)	(%)
1	1169.00	30.60	15.90	0.0	354.0	3.20	20.57	2421	2.79	9.94	7.70	0.85	9.81	1058.84	18.70	0.9974	89.07	7.96
2	3183.50	30.30	17.10	0.0	359.0	4.30	21.02	2400	7.43	9.73	20.07	2.23	12.63	522.96	24.30	0.9983	143.74	16.13
3	4675.60	30.30	19.00	0.0	362.5	5.10	21.33	2388	10.75	9.59	28.63	3.17	14.62	424.38	28.27	0.9996	179.94	19.91
4	6463.60	29.80	16.70	0.0	366.5	6.10	21.71	2371	14.60	9.42	38.21	4.23	17.03	370.65	33.18	0.9980	222.13	22.75
5	8161.30	30.00	17.20	0.0	372.0	7.00	22.17	2349	18.06	9.22	46.26	5.65	19.04	342.04	37.42	0.9984	256.41	24.67
6	9522.70	30.20	16.20	0.0	373.5	7.90	22.54	2331	20.72	9.07	52.22	6.02	21.04	334.81	41.67	0.9969	287.13	25.16
7	11152.50	31.20	17.40	0.0	379.0	9.30	23.06	2304	23.72	8.87	58.43	7.39	24.08	342.17	48.21	0.9968	328.03	24.62
8	11135.40	32.10	16.20	0.0	378.5	9.40	23.06	2304	23.69	8.87	58.34	7.27	24.33	345.96	48.67	0.9949	330.59	24.30
9	11114.40	32.90	21.80	0.0	378.5	9.30	23.04	2304	23.66	8.88	58.33	7.27	24.10	342.50	48.17	1.0035	327.83	24.76
10	23119.50	34.70	16.90	0.0	385.0	10.60	40.06	1352	28.31	5.10	40.14	8.83	16.09	331.80	54.72	0.9946	383.53	25.33
11	1261.80	34.80	17.10	0.0	317.5	2.70	20.45	2179	3.03	8.95	7.52	0.79	8.45	930.01	17.84	0.9983	90.93	9.07
12	3266.70	33.20	16.80	0.0	321.50	3.50	20.89	2160	7.67	8.76	18.67	2.02	10.50	466.23	22.38	0.9981	136.00	18.09

TABELA B.3 - Continuacao

No	VOL.INT.	TEMPERATURAS		ROM	RTM	DIES.	TEMPO	RPM	TRACAO	VELOC.	POTENC.	DESL.	C.HOR.	C.ESP.	DEBITO	FATOR DE	Tc	EFGc
		DIES.	ADM.						[kN]	[km/h]	[kW]	[%]	[l/h]	[g/kWh]	[g]	REDUCAO	(Nm)	(%)
13	4888.30	32.10	21.20	0.0	326.00	4.40	21.25	2146	11.28	8.61	26.99	3.37	12.78	392.68	27.44	1.0012	182.82	21.55
14	6570.50	31.20	17.40	0.0	329.00	5.30	21.66	2130	14.88	8.45	34.92	4.26	14.94	355.31	32.36	0.9985	225.38	23.75
15	7885.80	31.30	17.90	0.0	332.00	5.80	22.00	2114	17.58	8.32	40.63	5.12	16.04	327.69	34.99	0.9989	247.08	25.76
16	9259.30	31.60	18.50	0.0	335.00	6.60	22.42	2094	20.26	8.16	45.93	5.97	17.81	321.76	39.21	0.9993	279.97	26.25
17	12219.00	32.10	17.70	0.0	340.50	8.50	23.42	2043	25.59	7.81	55.55	7.49	21.76	324.91	49.08	0.9972	342.62	25.94
18	12098.90	32.70	17.80	0.0	340.50	8.50	23.44	2040	25.32	7.81	54.91	7.49	21.74	328.24	49.09	0.9973	342.75	25.68
19	12099.30	34.20	18.50	0.0	341.00	8.50	23.48	2038	25.28	7.79	54.72	7.62	21.70	328.36	48.98	0.9984	342.26	25.70
20	21029.60	34.50	18.40	0.0	346.00	9.50	36.09	1343	28.58	5.07	40.26	8.96	16.01	329.23	54.83	0.9977	384.06	25.61
21	982.80	34.50	17.80	0.0	283.00	2.20	20.46	1942	2.36	8.00	5.23	0.35	7.04	1114.23	16.68	0.9988	87.11	7.58
22	2819.90	33.20	19.10	0.0	287.00	2.80	20.86	1928	6.63	7.84	14.44	1.74	8.58	492.40	20.49	0.9997	125.46	17.16
23	4303.80	32.30	18.10	0.0	289.50	3.50	21.12	1923	10.00	7.75	21.51	2.59	10.40	400.95	24.91	0.9990	167.27	21.06
24	6215.20	31.90	17.60	0.0	292.50	4.20	21.57	1907	14.13	7.58	29.77	3.59	12.07	336.25	29.17	0.9986	205.53	25.10
25	8082.70	31.80	20.20	0.0	296.50	5.20	22.08	1884	17.96	7.41	36.95	4.89	14.42	323.72	35.27	1.0005	256.44	26.12
26	9662.30	32.00	19.30	0.0	299.00	5.80	22.51	1868	21.05	7.27	42.50	5.69	15.69	306.31	38.72	0.9999	283.14	27.58
27	12596.70	32.40	19.40	0.0	305.50	7.90	23.67	1810	26.10	6.91	50.11	7.69	20.07	332.24	51.10	0.9998	359.74	25.43
28	12617.30	35.80	23.90	0.0	305.00	7.80	23.71	1808	26.10	6.90	50.02	7.54	19.80	327.23	50.30	1.0074	355.60	26.02
29	12571.90	36.50	20.10	0.0	305.50	7.80	23.74	1805	25.98	6.89	49.72	7.69	19.78	328.64	50.29	1.0010	355.61	25.74
30	18057.00	37.70	19.00	0.0	307.50	8.40	31.85	1354	27.81	5.14	39.67	8.29	16.04	333.71	54.32	0.9990	381.65	25.30
31	1388.60	33.80	21.70	0.0	249.00	1.80	21.07	1657	3.23	6.79	6.10	0.80	5.77	783.60	16.03	1.0016	86.85	10.80
32	3030.60	32.90	19.60	0.0	251.00	2.40	21.41	1645	6.94	6.69	12.89	1.59	7.31	469.78	20.46	1.0001	131.34	17.99
33	5015.80	32.60	18.90	0.0	254.50	3.10	21.91	1628	11.23	6.53	20.38	2.95	9.00	366.23	25.47	0.9996	178.70	23.06
34	6578.80	32.40	19.90	0.0	257.00	3.60	22.30	1614	14.47	6.42	25.80	3.89	10.15	326.24	28.97	1.0003	209.99	25.91
35	8132.40	32.30	21.00	0.0	259.50	4.20	22.77	1596	17.52	6.29	30.59	4.82	11.47	311.13	33.13	1.0011	245.10	27.19
36	8903.70	32.50	21.50	0.0	260.00	4.60	23.04	1585	18.96	6.21	32.71	5.00	12.35	313.10	35.90	1.0014	267.25	27.03
37	12499.50	33.40	19.30	0.0	265.50	6.10	24.15	1547	25.39	5.93	41.80	6.97	15.40	305.28	45.82	0.9998	335.06	27.67
38	12608.90	34.60	25.80	0.0	266.00	6.20	24.23	1544	25.52	5.91	41.88	7.14	15.59	308.06	46.43	1.0085	338.64	27.66
39	16284.30	37.00	22.40	0.0	269.50	7.50	27.97	1352	28.56	5.12	40.59	8.35	16.30	331.52	55.30	1.0062	386.19	25.65
40	1254.00	38.00	19.80	0.0	204.00	1.40	20.53	1393	3.00	5.73	4.77	0.49	4.78	827.14	15.72	1.0002	86.67	10.22
41	3271.10	36.90	19.90	0.0	207.00	2.00	21.19	1368	7.57	5.55	11.67	1.93	6.29	444.92	21.09	1.0003	140.31	19.00
42	4695.00	35.80	23.00	0.0	208.50	2.40	21.77	1342	10.58	5.40	15.87	2.64	7.20	375.11	24.64	1.0025	173.90	22.59

TABELA B.3 - Continuacao

No	VOL.INT.	TEMPERATURAS		ROM	RTM	DIES.	TEMPO	RPM	TRACAO	VELOC.	POTENC.	DESL.	C.HOR.	C.ESP.	DEBITO	FATOR DE	Tc	EFGc
		DIES.	ADM.						[kN]	[km/h]	[kW]	[%]	[l/h]	[g/kWh]	[g]	REDUCAO	(Nm)	(%)
43	6358.20	35.40	22.70	0.0	210.00	2.80	22.29	1324	13.99	5.27	20.50	3.33	8.09	326.21	28.06	1.0023	204.62	25.97
44	8234.80	34.90	21.10	0.0	212.00	3.50	22.87	1306	17.66	5.14	25.22	4.25	9.67	317.09	34.02	1.0012	254.62	26.68
45	10040.00	34.50	20.40	0.0	215.00	4.00	23.46	1288	20.99	5.01	29.22	5.58	10.67	302.26	38.10	1.0007	286.28	27.98
46	13668.90	37.30	21.10	0.0	220.00	5.60	25.02	1234	26.80	4.70	34.98	7.73	13.74	324.37	51.08	1.0028	365.86	26.13
47	13956.20	38.60	25.20	0.0	220.00	5.70	25.12	1231	27.25	4.68	35.43	7.73	13.92	323.99	51.81	1.0104	369.56	26.35
48	13904.10	39.00	25.20	0.0	221.00	5.60	25.13	1230	27.14	4.68	35.27	8.14	13.69	319.87	50.96	1.0099	365.22	26.68
49	13941.10	39.90	22.50	0.0	219.50	5.60	25.18	1229	27.16	4.67	35.22	7.52	13.66	319.43	50.86	1.0052	364.72	26.59
50	14215.10	40.00	22.00	0.0	220.00	5.80	25.58	1209	27.26	4.60	34.80	7.73	13.91	329.19	52.64	1.0048	373.71	25.79
51	1166.20	40.20	22.40	0.0	168.50	1.10	20.67	1142	2.77	4.70	3.61	0.30	3.92	892.54	15.68	1.0021	86.39	9.49
52	2627.50	39.40	24.20	0.0	170.00	1.40	21.27	1120	6.06	4.57	7.69	1.18	4.64	497.63	18.97	1.0034	119.51	17.04
53	4487.60	38.70	23.30	0.0	172.50	1.90	21.92	1100	10.04	4.43	12.36	2.61	5.84	389.80	24.33	1.0027	170.68	21.74
54	6439.50	37.40	22.20	0.0	174.00	2.40	22.56	1081	14.00	4.31	16.74	3.45	6.98	344.04	29.61	1.0019	217.45	24.61
55	8428.90	36.40	21.30	0.0	176.00	2.90	23.26	1062	17.77	4.18	20.62	4.55	8.03	321.90	34.72	1.0013	259.44	26.29
56	10302.40	35.50	23.90	0.0	178.50	3.40	23.94	1043	21.11	4.06	23.79	5.88	9.03	313.95	39.78	1.0034	297.50	27.01
57	12544.60	37.40	23.80	0.0	181.00	4.10	24.94	1013	24.67	3.89	26.69	7.18	10.32	319.19	46.72	1.0059	340.83	26.63
58	12527.60	37.30	25.40	0.0	180.00	4.10	25.08	1008	24.50	3.87	26.36	6.67	10.27	321.60	46.72	1.0081	340.76	26.49
59	12560.30	37.40	25.60	0.0	180.00	4.10	25.08	1007	24.56	3.87	26.43	6.67	10.27	320.73	46.76	1.0084	340.99	26.57
60	14423.80	37.70	24.00	0.0	181.00	5.00	27.45	924	25.77	3.54	25.33	7.18	11.34	369.52	56.29	1.0100	388.57	23.10
61	14292.60	37.50	21.80	0.0	181.00	5.00	27.26	931	25.72	3.56	25.45	7.18	11.41	370.21	56.23	1.0051	388.42	22.94

TABELA B.4 - Análise do desempenho em pista de concreto do trator 4x2 - na região de corte do regulador de rotação

TRACAO	DENS. COMB. [g/l]	FURROS NO SENSOR		CONDICOES DE ENSAIO		CILIND. [l]	BATIDAS LIVRES						
							1	2	3	4	5	6	
2	A	-0.76	DIANT.	30	7a.MARCHA REL.DE TRANS = 70.110	RD =	0	0	0	0	0	0	
	B	854.00	TRAS.	30	C/LASTRO PER.ROD.OO.[m]= 1.711	5.883	RT =	354	318	283	247	212	168
			ODOM.	60	ISOCONS. CTE DE INTEG = 5.000	RD =	2000	1800	1600	1400	1200	950	

P.C.I. [MJ/kg]	MASSA [kg]		TEMPERATURA [C]		PRESSAO BAROMETRICA [mmHg] [bar]	PRESSAO DE REFERENCIA [mmHg] [bar]
	DIANTEIRA	TRASEIRA	BULB.UMIDO	BULB.SECO		
42.60	2660	4210	19.90	27.30	712.00	710.50
					94.93	94.73

No	VOL.INT.	TEMPERATURAS		RDM	RTM	DIES.	TEMPO	RPM	TRACAO	VELOC.	POTENC.	DESL.	C.HOR.	C.ESP.	DEBITO	FATOR DE	Tc	EFGc
		DIES.	ADM.						[kN]	[km/h]	[kW]	[X]	[l/h]	[g/kWh]	[g]	REDUCAO	(Nm)	(%)
1	1198.10	22.50	18.00	0.0	355.5	3.12	20.50	2437	2.87	10.02	7.98	0.42	9.63	1010.52	18.37	0.9983	85.01	8.35
2	3409.20	22.90	18.30	0.0	360.0	4.25	20.92	2418	7.99	9.81	21.79	1.67	12.55	481.94	24.12	0.9985	141.24	17.51
3	4744.80	23.60	17.30	0.0	364.0	5.00	21.19	2410	10.98	9.69	29.56	2.75	14.44	408.40	27.83	0.9978	175.06	20.65
4	7964.10	23.00	19.00	0.0	370.0	6.94	21.82	2385	17.90	9.41	46.79	4.32	19.16	342.51	37.33	0.9990	254.08	24.65
5	10436.10	24.50	18.50	0.0	376.5	8.81	22.41	2358	22.84	9.16	58.13	5.98	23.50	337.70	46.25	0.9975	314.41	24.96
6	11012.50	25.30	17.60	0.0	377.5	9.25	22.73	2334	23.76	9.03	59.63	6.23	24.29	340.05	48.26	0.9958	327.03	24.75
7	11297.10	27.50	18.00	0.0	379.0	9.37	23.15	2294	23.94	8.87	58.97	6.60	24.17	341.46	48.76	0.9963	331.54	24.66
8	11163.30	28.00	17.80	0.0	379.0	9.31	23.01	2305	23.80	8.92	58.98	6.60	24.16	341.09	48.49	0.9961	329.55	24.68
9	11112.70	29.20	18.20	0.0	378.0	9.31	23.01	2305	23.69	8.92	58.72	6.35	24.16	342.27	48.44	0.9967	329.26	24.61

TABELA B.5 - Análise do desempenho em pista de concreto do trator 4x2 - fora da região de corte do regulador de rotação

TRACAO	DENS. COMB. [g/l]	FURAS NO SENSOR		CONDICOES DE ENSAIO		CILIND. [l]	RATIDAS LIVRES						
							1	2	3	4	5	6	
2	A = -0.76	DIANT.	30	7a. MARCHA REL. DE TRANS	= 70.110	RD =	0	0	0	0	0	0	
	B = 854.00	TRAS.	30	C/LASTRO PER. ROD. OD. [m]	= 1.711	5.883	RT =	354	318	283	247	212	168
		ODOM.	60	ISOCONS. CTE DE INTEG	= 5.000		RD =	2000	1800	1600	1400	1200	950

P.C.I. [MJ/kg]	MASSA [kg]		TEMPERATURA [C]		PRESSAO BAROMETRICA [mmHg] [bar]		PRESSAO DE REFERENCIA [mmHg] [bar]	
	DIANTEIRA	TRASEIRA	BULB. UMIDO	BULB. SECO				
42.60	2660	4210	19.90	27.30	712.00		710.50	
					94.93		94.73	

No	VOL. INT.	TEMPERATURAS		RDM	RTM	DIES.	TEMPO	RPM	TRACAO	VELOC.	POTENC.	DESL.	C. HOR.	C. ESP.	DEBITO	FATOR DE	Tc	EFGc
		DIES.	ADM.						[kN]	[km/h]	[kW]	[%]	[l/h]	[g/kWh]	[g]	REDUCAO	(Nm)	(%)
1	11012.50	25.30	17.60	0.0	377.5	9.25	22.73	2334	23.76	9.03	59.63	6.23	24.29	340.05	48.26	0.9958	327.03	24.75
2	11297.10	27.50	18.00	0.0	379.0	9.37	23.15	2294	23.94	8.87	58.97	6.60	24.17	341.46	48.76	0.9963	331.54	24.66
3	11163.30	28.00	17.80	0.0	379.0	9.31	23.01	2305	23.80	8.92	58.98	6.60	24.16	341.09	48.49	0.9961	329.55	24.68
4	11112.70	29.20	18.20	0.0	378.0	9.31	23.01	2305	23.69	8.92	58.72	6.35	24.16	342.27	48.44	0.9967	329.26	24.61
5	21914.40	30.10	18.00	0.0	384.0	10.00	38.57	1396	27.87	5.32	41.21	7.81	15.78	318.25	52.19	0.9956	371.12	26.44
6	21939.00	28.30	22.00	0.0	384.0	9.99	38.56	1397	27.91	5.32	41.28	7.81	15.78	318.26	52.24	1.0030	371.36	26.63
7	12206.00	37.10	28.00	0.0	341.0	8.44	23.67	2027	25.29	7.81	54.85	6.74	21.38	321.88	49.39	1.0158	339.34	26.67
8	12179.00	38.50	28.70	0.0	341.0	8.37	23.67	2027	25.24	7.81	54.73	6.74	21.23	319.92	47.99	1.0165	337.10	26.85
9	19180.10	40.20	27.30	0.0	344.0	8.88	34.50	1401	27.27	5.36	40.57	7.56	15.67	318.04	51.17	1.0172	365.89	27.03
10	19149.90	39.50	27.50	0.0	343.5	8.81	34.47	1402	27.25	5.36	40.58	7.42	15.59	316.37	50.87	1.0173	364.35	27.17
11	13018.80	35.70	26.40	0.0	304.5	7.69	24.02	1782	26.59	6.84	50.50	7.06	19.28	315.69	49.70	1.0145	352.98	27.16
12	12982.30	37.40	27.10	0.0	304.5	7.74	23.95	1784	26.59	6.86	50.65	7.06	19.46	317.18	50.03	1.0159	354.70	27.07

TABELA B.5 - Continuacao

No	VOL.INT.	TEMPERATURAS		RDM	RTH	DIES.	TEMPO	RPM	TRACAO [kN]	VELOC. [km/h]	POTENC. [kW]	DESL. [%]	C.HOR. [l/h]	C.ESP. [g/kWh]	DEBITO [g]	FATOR DE REDUÇAO	Tc (Nm)	EFGc (%)
		DIES.	ADM.															
13	16776.20	39.30	27.60	0.0	306.0	7.75	30.45	1408	27.02	5.39	40.49	7.52	15.51	315.67	50.44	1.0170	362.04	27.23
14	16920.00	41.10	27.40	0.0	305.5	7.88	30.76	1393	26.98	5.34	40.02	7.36	15.60	320.71	51.19	1.0174	366.05	26.81
15	13585.70	37.40	26.10	0.0	267.0	6.94	24.57	1524	27.12	5.85	44.07	7.49	17.11	320.53	51.49	1.0153	366.53	26.77
16	13524.80	37.00	30.40	0.0	267.0	6.88	24.57	1524	27.00	5.85	43.87	7.49	16.97	319.46	51.09	1.0225	364.46	27.05
17	14522.70	37.70	31.50	0.0	266.5	6.75	26.58	1408	26.80	5.41	40.25	7.32	15.48	317.40	50.41	1.0236	361.92	27.25
18	14452.80	40.50	30.20	0.0	267.5	6.75	26.66	1403	26.59	5.39	39.82	7.66	15.43	319.00	50.30	1.0213	361.35	27.06
19	14523.70	36.20	29.10	0.0	228.5	5.69	26.73	1198	26.65	4.61	34.12	7.22	13.11	317.57	50.25	1.0194	361.45	27.13
20	13848.80	36.80	29.80	0.0	229.0	5.75	25.64	1250	26.49	4.80	35.36	7.42	13.77	321.69	50.55	1.0209	363.13	26.82
21	14027.20	37.80	28.70	0.0	230.0	5.69	26.28	1218	26.18	4.69	34.09	7.83	13.32	322.45	50.14	1.0186	360.93	26.70
22	13451.70	36.50	25.70	0.0	180.0	4.31	25.21	1003	26.17	3.87	28.13	6.67	10.70	314.35	48.97	1.0128	353.36	27.23
23	13261.20	35.40	25.60	0.0	180.0	4.38	25.01	1010	26.01	3.90	28.17	6.67	10.93	320.89	49.73	1.0132	357.52	26.68

TABELA B.6 - Analise do desempenho em pista de concreto do trator 4x2 Auxiliar com a tracao ligada - na regio de corte do regulador de rotacao

TRACAO	DENS. COMB. [g/l]	FURROS NO SENSOR		CONDICOES DE ENSAIO		CILIND. [l]	BATIDAS LIVRES											
							1	2	3	4	5	6						
4	A	-0.76	DIANT.	30	7a.MARCHA REL.DE TRANS = 70.110	RD =	448	403	347	305	268	212						
			TRAS.	30	C/LASTRO PER.ROD.000[m]= 1.704	RT =	350	315	272	238	210	166						
	B	854.00	DDOM.	60	ISOCONS. CTE DE INTEG = 5.000	RO =	2000	1800	1550	1360	1200	950						
P.C.I. [MJ/kg]	MASSA [kg]		TEMPERATURA [C]		PRESSAO BAROMETRICA [mmHg] [bar]		PRESSAO DE REFERENCIA [mmHg] [bar]											
	42.60	DIANTEIRA 2660	TRASEIRA 4210	BULB.UMIDO 20.20	BULB.SECO 27.20	710.00	710.50											
						94.67	94.73											
No	VOL.INT.	TEMPERATURAS DIES.	ADM.	RDM	RTM	DIES.	TEMPO	RPM	TRACAO [kN]	VELOC. [km/h]	POTENC. [kW]	DESL. [%]	C.HOR. [l/h]	C.ESP. [g/kWh]	DEBITO [g]	FATOR DE REDUCAO	Tc (Ms)	EF6c (%)
1	1035.50	37.80	20.60	449.5	350.5	3.00	20.05	2457	2.53	10.20	7.18	0.24	9.47	1088.85	17.67	1.0033	76.97	7.787
2	2377.60	36.00	19.80	451.5	353.0	3.70	20.24	2447	5.76	10.10	16.17	0.81	11.38	581.75	21.36	1.0027	113.74	14.565
3	3654.30	35.40	23.20	454.0	354.0	4.40	20.46	2434	8.76	9.99	24.32	1.23	13.24	450.16	24.99	1.0051	148.43	18.869
4	4948.00	33.80	20.10	455.5	357.0	5.10	20.67	2422	11.74	9.89	32.27	1.80	15.06	386.67	28.62	1.0029	181.36	21.919
5	10839.40	35.60	20.30	467.5	364.5	9.00	22.32	2300	23.82	9.16	60.62	4.97	24.08	328.44	48.09	1.0064	327.53	25.894
6	10758.20	38.20	21.40	467.0	365.5	9.00	22.34	2296	23.62	9.15	60.06	4.15	24.06	330.43	48.02	1.0080	327.29	25.779
7	10616.00	38.20	22.70	467.5	364.5	8.70	22.34	2297	23.31	9.15	59.26	4.07	23.28	324.09	46.45	1.0090	318.27	26.310

TABELA B.7 - Análise do desempenho em pista de concreto do trator 4x2 Auxiliar com a tração ligada - fora da região de corte do regulador de rotação

TRACAO	DENS. COMB. [g/l]	Furos no sensor		CONDICOES DE ENSAIO	CILIND. [l]	BATIDAS LIVRES					
						1	2	3	4	5	6
A	-0.76	DIANT.	30	7a. MARCHA REL. DE TRANS = 70.110	RD =	448	403	347	305	268	212
		TRAS.	30	C/LASTRO PER. ROD. ODOM [m] = 1.704	5.883	RT =	350	315	272	238	210
	B	854.00	ODOM.	60	ISOCONS. CTE DE INTEG = 5.000	RO =	2000	1800	1550	1360	1200

P.C.I. [MJ/kg]	MASSA [kg]		TEMPERATURA [C]		PRESSAO BAROMETRICA [mmHg] [bar]	PRESSAO DE REFERENCIA [mmHg] [bar]	
	DIANTEIRA	TRASEIRA	BULB. UMIDO	BULB. SECO			
42.60	2660	4210	20.20	27.20	710.00	710.50	
					94.67	94.73	

No	VOL. INT.	TEMPERATURAS		RDM	RTM	DIES.	TEMPO	RPM	TRACAO	VELOC.	POTENC.	DESL.	C. HOR.	C. ESP.	DEBITO	FATOR DE	Tc	EFGc
		DIES.	ADM.						[kN]	[km/h]	[kW]	[%]	[l/h]	[g/kWh]	[g]	REDUCAO	(Nm)	(%)
1	10839.40	35.60	20.30	467.5	364.5	9.00	22.32	2300	23.82	9.16	60.62	4.07	24.08	328.44	48.09	1.0064	327.53	25.894
2	10758.20	38.20	21.40	467.0	365.5	9.00	22.34	2296	23.62	9.15	60.06	4.15	24.06	330.43	48.02	1.0080	327.29	25.779
3	10616.00	38.20	22.70	467.5	364.5	8.70	22.34	2297	23.31	9.15	59.26	4.07	23.28	324.09	46.45	1.0090	318.27	26.310
4	22160.40	37.60	21.10	472.0	371.5	10.20	38.59	1345	28.17	5.30	41.46	5.44	16.07	320.04	54.81	1.0106	383.94	26.685
5	21992.10	37.80	22.50	473.0	369.5	10.00	38.33	1353	28.14	5.33	41.70	5.28	15.88	314.20	53.80	1.0129	379.19	27.244
6	11565.30	35.50	23.40	422.0	330.0	7.60	22.59	2050	25.11	8.15	56.83	4.52	20.23	294.39	45.34	1.0092	320.96	28.971
7	11508.10	36.80	26.60	422.0	329.5	7.70	22.63	2046	24.94	8.13	56.35	4.45	20.45	299.78	45.87	1.0137	324.24	28.576
8	11499.90	37.80	24.00	422.0	330.0	7.60	22.61	2048	24.95	8.14	56.41	4.52	20.21	295.71	45.25	1.0099	320.49	28.861
9	19793.70	38.40	23.20	426.0	333.0	8.70	34.77	1344	27.92	5.29	41.05	5.40	15.26	306.64	52.04	1.0132	370.59	27.923
10	19385.50	38.00	26.90	424.5	332.0	8.70	34.32	1356	27.71	5.36	41.27	5.09	15.45	308.94	52.33	1.0202	371.52	27.997
11	12039.80	35.90	26.10	364.5	285.0	6.80	22.24	1800	26.55	7.13	52.56	4.68	18.46	290.39	47.11	1.0142	338.20	29.513
12	11920.60	36.40	23.30	364.5	286.0	6.80	22.24	1799	26.29	7.13	52.04	4.85	18.46	293.16	47.11	1.0102	338.25	29.122

TABELA B.7 - Continuacao

No	VOL.INT.	TEMPERATURAS		RDM	RTM	DIES.	TEMPO	RPM	TRACAO	VELOC.	POTENC.	DESL.	C.HOR.	C.ESP.	DEBITO	FATOR DE	Tc	EFGc
		DIES.	ADM.						[kN]	[km/h]	[kW]	[%]	[l/h]	[g/kWh]	[g]	REDUCAO	(Nm)	(%)
13	11910.20	36.60	22.90	364.0	285.0	6.90	22.27	1795	26.23	7.12	51.85	4.62	18.70	297.90	47.81	1.0101	342.30	28.654
14	16606.60	36.50	24.20	366.0	285.0	7.30	29.59	1354	27.53	5.36	40.95	4.88	15.06	303.86	51.06	1.0144	365.55	28.211
15	16361.50	38.60	26.30	365.0	285.0	7.40	29.66	1351	27.06	5.34	40.16	4.75	15.22	312.57	51.62	1.0185	368.43	27.538
16	14821.30	34.60	23.50	322.0	250.0	6.50	26.09	1349	27.86	5.33	41.25	5.04	15.20	305.00	51.81	1.0136	369.44	28.085
17	14674.80	35.10	22.70	320.5	252.5	6.40	26.08	1349	27.60	5.33	40.87	5.29	14.98	303.30	51.06	1.0117	365.57	28.189
18	14237.30	34.50	22.70	282.0	220.0	5.80	25.85	1197	27.02	4.75	35.62	4.75	13.77	320.13	52.92	1.0128	375.03	26.736
19	14254.10	34.40	22.70	282.0	220.5	5.80	25.58	1212	27.33	4.80	36.41	4.86	13.91	316.24	52.79	1.0127	374.41	27.063
20	13433.60	31.40	18.80	223.0	174.0	4.60	25.00	978	26.36	3.89	28.44	4.77	11.45	334.12	53.99	1.0056	378.69	25.433
21	13455.40	31.70	19.00	223.0	174.0	4.60	24.82	986	26.59	3.91	28.91	4.77	11.53	330.91	53.89	1.0059	378.33	25.689

TABELA B.8 - Analise do desempenho em pista de concreto do trator 4x2 Auxiliar com a tracao desligada - na regio de corte do regulador de rotacao

TRACAO	DENS. COMB. [g/l]	FURAS NO SENSOR			CONDICOES DE ENSAIO	CILIND. [l]	SATIDAS LIVRES							
		DIANT.	TRAS.	ODOM.			1	2	3	4	5	6		
2	A = -0.76	DIANT.	30		7a. MARCHA REL. DE TRANS = 70.110	RD =	0	0	0	0	0	0	0	0
		TRAS.	30		C/LASTRO PER. ROD. ODOM = 1.704	5.883	RT =	351	315	282	247	203	168	
	B = 854.00	ODOM.	60		ISOCONS. CTE DE INTEG = 5.000		RD =	2000	1790	1600	1400	1150	950	

P.C.I. [MJ/kg]	MASSA [kg]		TEMPERATURA [C]		PRESSAO BAROMETRICA [mmHg] [bar]		PRESSAO DE REFERENCIA [mmHg] [bar]	
	DIANTEIRA	TRASEIRA	BULB. UMIDO	BULB. SECO				
42.60	2660	4210	14.30	19.60	711.00		710.50	
					94.80		94.73	

No	VOL. INT.	TEMPERATURAS		RDM	RTM	DIES.	TEMPO	RPM	TRACAO	VELOC.	POTENC.	DESL.	C. HOR.	C. ESP.	DEBITO	FATOR DE	Tc	EFGc
		DIES.	ADM.						[kN]	[km/h]	[kW]	[%]	[l/h]	[g/kWh]	[g]	REDUCAO	(Nm)	(%)
1	1169.00	30.60	15.90	0.0	354.0	3.20	20.57	2421	2.79	9.94	7.70	0.85	9.81	1058.84	18.70	0.9974	89.07	7.96
2	3183.50	30.30	17.10	0.0	359.0	4.30	21.02	2400	7.43	9.73	20.07	2.23	12.63	522.96	24.30	0.9983	143.74	16.13
3	4675.60	30.30	19.00	0.0	362.5	5.10	21.33	2388	10.75	9.59	28.63	3.17	14.62	424.38	28.27	0.9996	179.94	19.91
4	6463.60	29.80	16.70	0.0	366.5	6.10	21.71	2371	14.60	9.42	38.21	4.23	17.03	370.65	33.10	0.9980	222.13	22.75
5	8161.30	30.00	17.20	0.0	372.0	7.00	22.17	2349	18.06	9.22	46.26	5.65	19.04	342.04	37.42	0.9984	256.41	24.67
6	9522.70	30.20	16.20	0.0	373.5	7.90	22.54	2331	20.72	9.07	52.22	6.02	21.04	334.81	41.67	0.9969	287.13	25.16
7	11152.50	31.20	17.40	0.0	379.0	9.30	23.06	2304	23.72	8.87	58.43	7.39	24.08	342.17	48.21	0.9968	328.03	24.62
8	11135.40	32.10	16.20	0.0	378.5	9.40	23.06	2304	23.69	8.87	58.34	7.27	24.33	345.96	48.67	0.9949	330.59	24.30
9	11114.40	32.90	21.80	0.0	378.5	9.30	23.04	2304	23.66	8.88	58.33	7.27	24.10	342.50	48.17	1.0035	327.83	24.76

TABELA B.9 - Analise do desempenho em pista de concreto do trator 4x2 Auxiliar com a tracao desligada - fora da regio de corte do regulador de rotacao

TRACAO	DENS. COMB. [g/l]	FURDS NO SENSOR		CONDICOES DE ENSAIO		CILIND. [l]	BATIDAS LIVRES					
							1	2	3	4	5	6
2	A = -0.76	DIANT.	30	7a.MARCHA REL.DE TRANS = 70.110		RD =	0	0	0	0	0	0
	B = 854.00	TRAS.	30	C/LASTRO PER.ROD.000[m]= 1.704		RT =	351	315	282	247	203	168
		ODOM.	60	ISOCONS. CTE DE INTEG = 5.000		RO =	2000	1790	1600	1400	1150	950

P.C.I. [MJ/kg]	MASSA [kg]		TEMPERATURA [C]		PRESSAO BARAROMETRICA [mmHg] [bar]		PRESSAO DE REFERENCIA [mmHg] [bar]	
	DIANTEIRA	TRASEIRA	BULB.UMIDO	BULB.SECO				
42.60	2660	4210	14.30	19.60	711.00		710.50	
					94.80		94.73	

No	VOL.INT.	TEMPERATURAS DIES. ADM.		RDM	RTM	DIES.	TEMPO	RPM	TRACAO [kN]	VELOC. [km/h]	POTENC. [kW]	DESL. C.HOR. [%]	C.HOR. [l/h]	C.ESP. [g/kWh]	DEBITO [g]	FATOR DE REDUCAO	Tc (Nm)	EFGc (%)
1	11152.50	31.20	17.40	0.0	379.0	9.30	23.06	2304	23.72	8.87	58.43	7.39	24.08	342.17	48.21	0.9968	328.03	24.62
2	11135.40	32.10	16.20	0.0	378.5	9.40	23.06	2304	23.69	8.87	58.34	7.27	24.33	345.96	48.67	0.9949	330.59	24.30
3	11114.40	32.90	21.80	0.0	378.5	9.30	23.04	2304	23.66	8.88	58.33	7.27	24.10	342.50	48.17	1.0035	327.83	24.76
4	23119.50	34.70	16.90	0.0	385.0	10.60	40.06	1352	28.31	5.10	40.14	8.83	16.09	331.80	54.72	0.9946	383.53	25.33
5	12219.00	32.10	17.70	0.0	340.50	8.50	23.42	2043	25.59	7.81	55.55	7.49	21.76	324.91	49.08	0.9972	342.62	25.94
6	12098.90	32.70	17.80	0.0	340.50	8.50	23.44	2040	25.32	7.81	54.91	7.49	21.74	328.24	49.08	0.9973	342.75	25.68
7	12099.30	34.20	18.50	0.0	341.00	8.50	23.48	2038	25.28	7.79	54.72	7.62	21.70	328.36	48.98	0.9984	342.26	25.70
8	21029.60	34.50	18.40	0.0	346.00	9.50	36.09	1343	28.58	5.07	40.26	8.96	16.01	329.23	54.83	0.9977	384.06	25.61
9	12596.70	32.40	19.40	0.0	305.50	7.90	23.67	1810	26.10	6.91	50.11	7.69	20.07	332.24	51.10	0.9998	359.74	25.43
10	12617.30	35.80	23.90	0.0	305.00	7.80	23.71	1808	26.10	6.90	50.02	7.54	19.80	327.23	50.30	1.0074	355.60	26.02
11	12571.90	36.50	20.10	0.0	305.50	7.80	23.74	1805	25.98	6.89	49.72	7.69	19.78	328.64	50.29	1.0010	355.61	25.74
12	18057.00	37.70	19.00	0.0	307.50	8.40	31.85	1354	27.81	5.14	39.67	8.29	16.04	333.71	54.32	0.9990	381.65	25.30
13	16284.30	37.00	22.40	0.0	269.50	7.50	27.97	1352	28.56	5.12	40.59	8.35	16.30	331.52	55.30	1.0062	386.19	25.65
14	14215.10	40.00	22.00	0.0	220.00	5.80	25.58	1209	27.26	4.60	34.80	7.73	13.91	329.19	52.64	1.0048	373.71	25.79
15	14423.80	37.70	24.00	0.0	181.00	5.00	27.45	924	25.77	3.54	25.33	7.18	11.34	369.52	56.28	1.0100	388.57	23.10
16	14292.60	37.50	21.80	0.0	181.00	5.00	27.26	931	25.72	3.56	25.45	7.18	11.41	370.21	56.23	1.0051	388.42	22.94

TABELA B.10 - Estimadores dos coeficientes da equação $FD=f(UA)$ (Eq. 82)

TRATOR	GRAU DA CORRELACAO	2 10×10^4	1 11×10^4	1 12×10^4	1 13×10^4	2 p
4 x 2	2	** -8.752	** 20.83	** -12.05	-	0.994
	3	* -145.5	* 455.9	* -473.3	* -16.28	0.999
4 x 2 Auxiliar TL	2	* -9.695	* 22.39	* -12.61	-	0.999
	3	NS -119.3	NS 360.1	NS -359.1	NS 11.84	1.000
4 x 2 Auxiliar TD	2	** -2.545	* 7.692	* -5.136	-	1.000
	3	NS -21.31	NS 67.78	NS -69.18	NS 2.274	1.000

(a) TL = tracao ligada TD = tracao desligada
 * = significativo, pelo teste F, a 0.1% de probabilidade
 ** = significativo, pelo teste F, a 1% de probabilidade
 NS = nao significativo, pelo teste F, a 10% de probabilidade

TABELA B.11 - Estimadores dos coeficientes da equação $FD=f(VA)$ (Eq. B3)

TRATOR	GRAU DA CORRELAÇÃO	-1 $k0 \times 10$	-1 $k1 \times 10$	-1 $k2 \times 10$	-2 $k3 \times 10$	-3 $k4 \times 10$	2 R
4 x 2	3	**** 1.013	*** 70.69	**** -8.900	NS 3.021	-	0.933
	4	**** 636.0	NS -296.2	NS 82.55	NS 95.23	NS 38.46	0.942
4 x 2 Auxiliar TL	3	NS 35.56	* 107.6	* -14.95	** 6.102	-	0.969
	4	NS 180.2	NS 9.136	NS 9.315	NS -19.58	NS 9.878	0.969
4 x 2 Auxiliar TD	3	NS -65.53	* 164.1	* -24.58	* 11.20	-	0.954
	4	**** -568.1	*** 527.8	**** -119.1	**** 116.2	NS -42.24	0.963

(a) TL = tração ligada TD = tração desligada
 * = significativo, pelo teste F, a 0.1% de probabilidade
 ** = significativo, pelo teste F, a 1% de probabilidade
 *** = significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade
 **** = significativo, pelo teste F, a 10% de probabilidade
 NS = não significativo, pelo teste F, a 10% de probabilidade

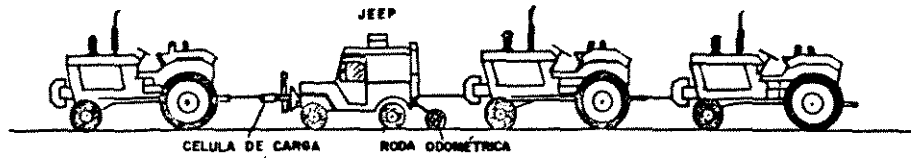


Figura B1—Unidade dinamométrica utilizada nos ensaios de desempenho em pista de concreto.

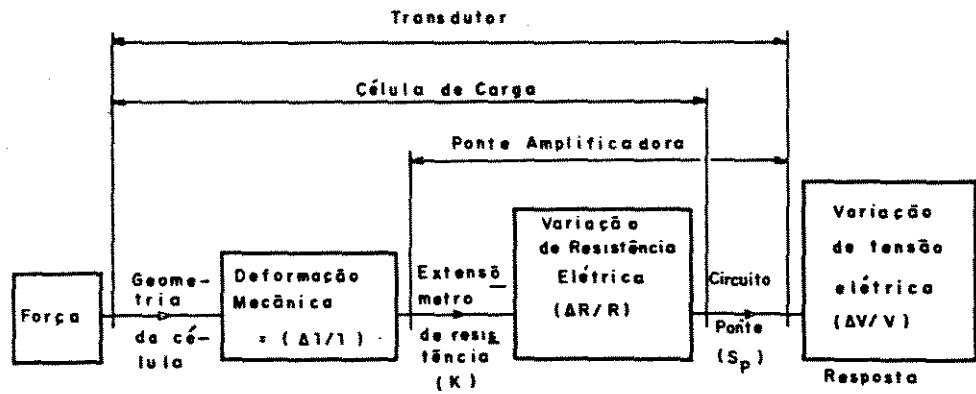
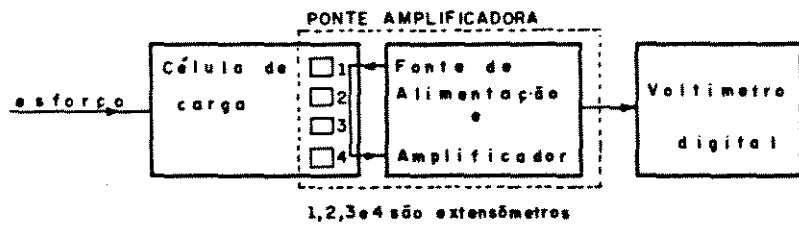


Figura B2—Diagrama do sistema de medição da força na barra de tração do trator.

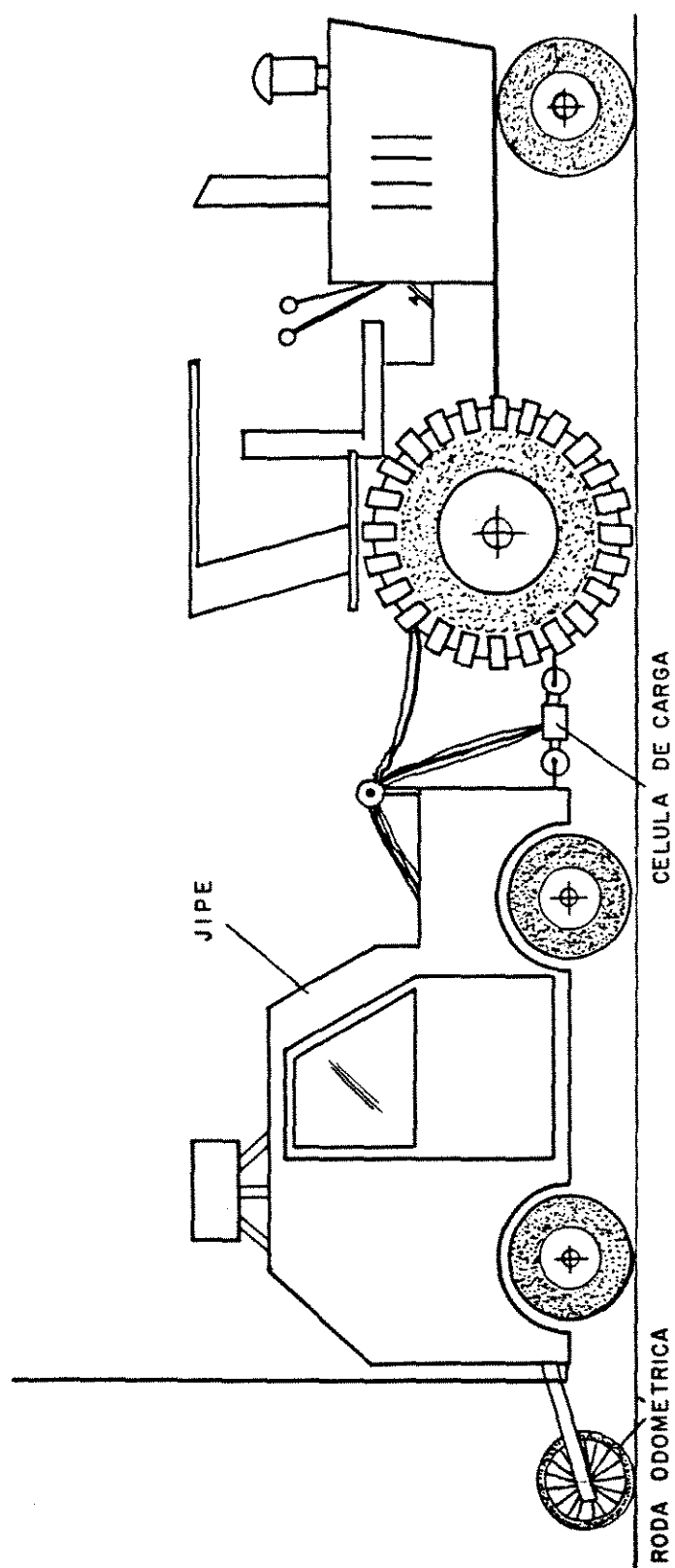


Figura . B 3— Jipe dinamométrico do CENEA/MA

- 1. Entrada
- 2. Contador de deslocamento
- 3. Seletor eletrônico óptico
- 4. Pistão de medição
- 5. Controlador
- 6. Motor DC
- 7. Controlador de voltagem
- 8. Contador de pulsos
- 9. Duplicador de frequência
- 10. Optocoupler
- 11. Saída digital
- 12. Amplificador isolante
- 13. Saída analógica
- 14. Canal de retorno
- 15. Saída

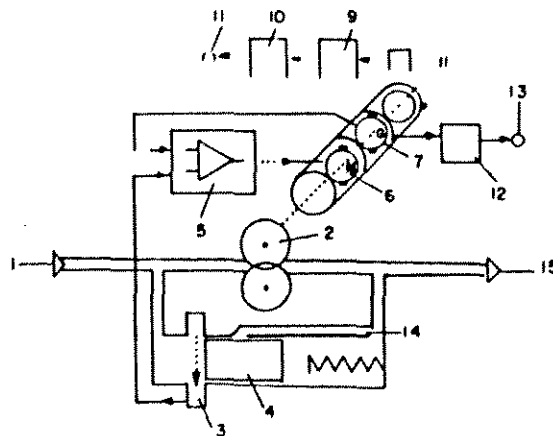


Figura B 4—Diagrama do sistema de medição do combustível do medidor de vazão "Pierburg PLV 116 H".

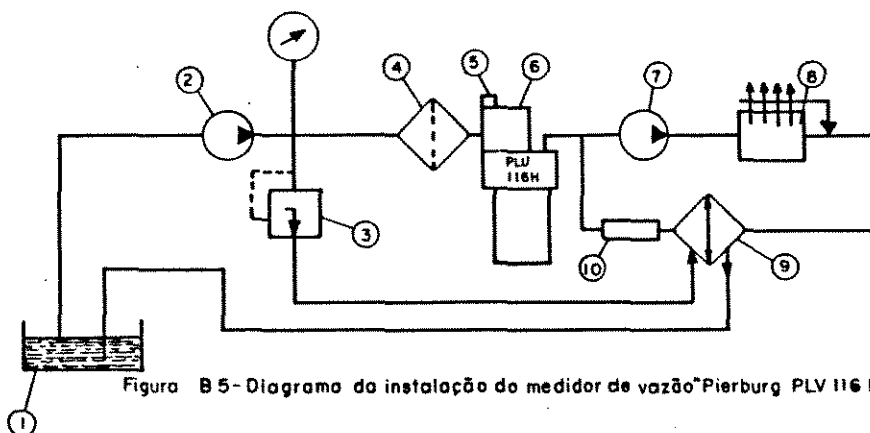
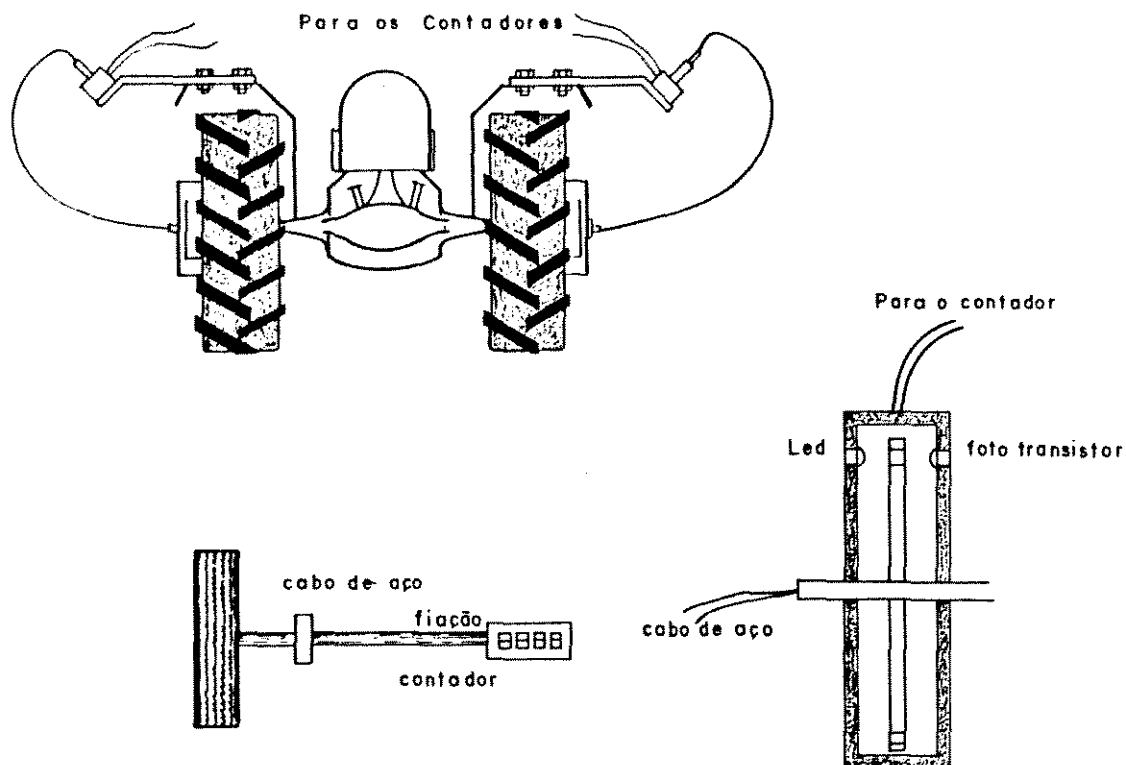


Figura B 5—Diagrama da instalação do medidor de vazão "Pierburg PLV 116 H".



Esquema de ligação

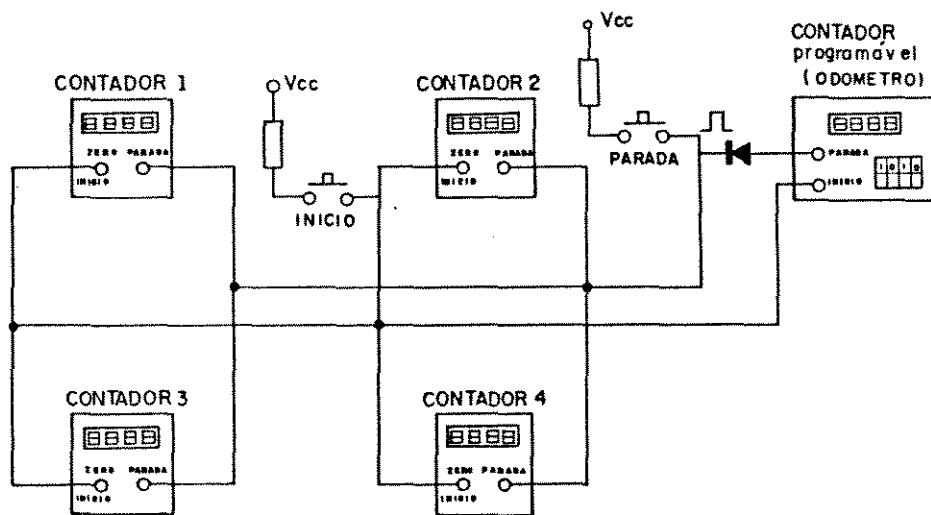
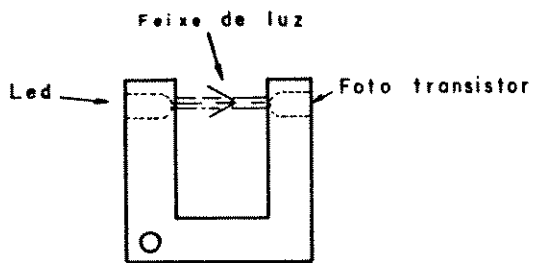
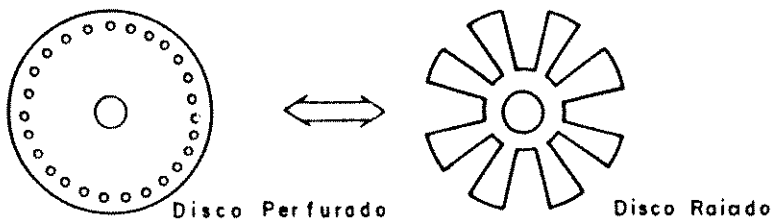


Figura B 6—Diagrama do sistema de medição do deslizamento das rodas motrizes dos tratores.

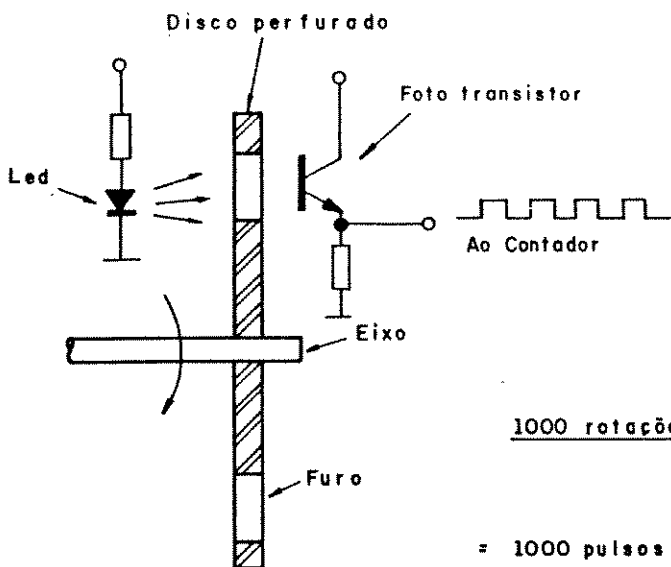
11 - FEIXE DE LUZ (Infra vermelha)

+ utilizado < erro



1 Volta = 60 pulsos

$$P/1rpm = \frac{1 \text{ volta}}{\text{min.}} = \frac{60 \text{ pulso}}{60 \text{ seg.}} = \frac{1 \text{ puls.}}{\text{seg.}} = 1 \text{ Hz.}$$



$$\frac{1000 \text{ rotações/min.} \times 60 \text{ pulsos/rotação}}{60 \text{ seg./min.}}$$

= 1000 pulsos

Figura B7 - Diagrama de transdutores tipo feixe de luz interrompido.

ANEXO C

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Análise Estatística

Segundo Neter e Wasserman (1974) o modelo geral de regressão linear é definido por:

$$Y = k_0 + K_1 * X, \quad (C.1)$$

onde: $k_0, \dots, k_1 =$ constantes

As constantes k_i do modelo acima são calculadas pela maioria dos pacotes estatísticos através do método dos mínimos quadrados. Para o caso de uma única variável independente X , as observações são admitidas da forma:

$$Y_i = f_i(X) + e_i, \quad (C.2)$$

onde: $f_i(x) =$ função conhecida da variável x , (resíduo);

$e_i =$ variáveis aleatórias, (resíduos);

A expectativa para a soma das variáveis aleatórias e resíduos é igual a zero.

A soma dos quadrados dos resíduos (Q) é dada pela equação:

$$Q = \sum (Y_i - f_{i,*}(\theta))^2 \quad (C.3)$$

As constantes do modelo $f_i(\theta)$ são obtidas minimizando Q em relação a θ .

Neter e Wasserman diz que a análise da qualidade do modelo matemático aplicado a uma amostra de dados é feita por:

I - Coeficiente de determinação múltipla (R^2), o qual determina a porcentagem de variação total da variável dependente que foi explicada pelas variáveis independentes no modelo adotado. É expresso por:

$$R^2 = \frac{\sum (Z_r - \bar{Z})^2}{\sum (Z_i - \bar{Z})^2} \quad (C.4)$$

onde: Z_r = valor da variável dependente fornecida pela regressão para a i ésima medição;

\bar{Z} = Z/n - média aritmética;

Z_i = valor da variável dependente para a i ésima medição;

II - Teste F para se testar a existência de correlação entre a variável dependente Z e um grupo de variáveis independentes X_1, \dots, X_k . Deve-se escolher as seguintes alternativas:

C1: todos os coeficientes das variáveis X_1, \dots, X_k são nulos.

C2: nem todos os coeficientes das variáveis X_1, \dots, X_k são nulos.

O valor de F é calculado por:

$$F = \frac{\sum (Z_r - Z)^2 / GL(R)}{\sum (Z_i - Z_{r,i})^2 / GL(E)} \quad (C.5)$$

onde: GL(R) = número de graus de liberdade da regressão;

GL(E) = número de graus de liberdade do resíduo;

Toma-se a seguinte decisão:

$F^* \leq F(1 - \alpha; GL(R); GL(E))$, então C1;

$F^* > F(1 - \alpha; GL(R); GL(E))$, então C2;

onde: $F(1 - \alpha; GL(R); GL(E)) = (1 - \alpha) * 100$ percentil da distribuição; α = nível de significância adotado.

III - Comenta ainda Neter e Wasserman que a regressão passo a passo é um dos métodos mais utilizados na seleção de um conjunto de variáveis a serem incluídas no modelo matemático. As variáveis entram no modelo uma a uma e na ordem relativa de importância através do teste F. Uma variável do modelo, após entrada de outras, pode deixar de ser relativamente importante e ser retirada do mesmo.