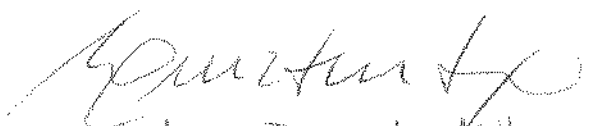


UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE CAMPINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Este exemplar corresponde à redação final
da tese defendida por Eduardo Godoy de Souza
e aprovada pela comissão julgadora

25/02/87


Luiz Fernando Milarez

AVALIAÇÃO INDIRETA DO TORQUE DE MOTORES DIESEL

02/87

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

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE CAMPINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

TESE DE MESTRADO

TÍTULO DA TESE: AVALIAÇÃO INDIRETA DO TORQUE DE MOTORES DIESEL

AUTOR: EDUARDO GODOY DE SOUZA

ORIENTADOR: PROF. DR. LUIZ FERNANDO MILANEZ

Aprovado por

Prof. Dr. Luiz Fernando Milanez (orientador)

Prof. Dr. José Tomaz Vieira Pereira

Prof. Dr. Otávio de Mattos Silveiras

Campinas, 25 de Fevereiro de 1.987.

Ao meu pai, Jefferson.

À minha mãe, Maria do Carmo.

À minha esposa, Tania.

À minha filha, Luana.

AGRADECIMENTOS

Ao Centro Nacional de Engenharia Agrícola (CENEA), pela oportunidade concedida.

Ao Prof. Dr. Luiz Fernando Milanez, pela ajuda e orientação nas diferentes etapas de execução e elaboração deste trabalho.

À empresa VALMET DO BRASIL S.A., pela colaboração concedida.

Aos técnicos do CENEA, Emanuel L. Almodóvar, Benedito L. Miranda, Luiz Cláudio O. Silva e João Rosa Batista, pela ajuda prestada durante a fase experimental.

Ao funcionário do CENEA, José Valentim Marques, pelos trabalhos datilográficos.

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

CONTEÚDO

LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIATURAS E NOMENCLATURA	vii
EXTRATO	ix
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Otimização do Consumo de Combustível	4
2.2. Avaliação Indireta do Torque	8
2.3. Desempenho de Motores Diesel	11
2.4. Modelagem Matemática e Análise de Variância	14
3. MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1. Tratores	19
3.2. Combustível	19
3.3. Medição da Rotação do Motor	22
3.4. Medição do Torque	24
3.5. Medição do Consumo de Combustível	25
3.6. Medição da Temperatura de Escape	27
3.7. Medição da Posição da Alavanca de Acionamento da Bomba Injetora	31

3.8. Ensaio à Rotação Constante	31
3.9. Ensaio à Posição Fixa da Alavanca de Acionamento da Bomba Injetora	35
3.10. Método 1 - Avaliação Indireta do Torque Através da Medição do Consumo de Combustível	38
3.11. Método 2 - Avaliação Indireta do Torque Através da Medição da Temperatura de Escape	40
3.12. Método 3 - Avaliação Indireta do Torque Através da Medição da Posição da Alavanca de Acionamento da Bomba Injetora	41
3.13. Modelagem Matemática	42
3.14. Análise de Variância	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1. Ensaio à Rotação Constante	46
4.2. Ensaio à Posição Fixa da Alavanca de Acionamento da Bomba Injetora	46
4.3. Método 1 - Avaliação Indireta do Torque Através da Medição do Consumo do Combustível	47
4.4. Método 2 - Avaliação Indireta do Torque Através da Medição da Temperatura de Escape	55
4.5. Método 3 - Avaliação Indireta do Torque Através da Medição da Posição da Alavanca de Acionamento da Bomba Injetora	63
4.5.1. Modelagem da curva de torque para o motor trabalhando fora da zona de corte do regulador de rotações	64
4.5.2. Modelagem da curva de torque para o motor trabalhando na zona de corte do regulador de rotações	68
4.5.3. Utilização dos modelos	76

4.6. Avaliação dos Métodos	77
4.6.1. Precisão	77
4.6.2. Custo	77
4.6.3. Facilidade de adaptação	79
5. RESUMO E CONCLUSÕES	80
BIBLIOGRAFIA CITADA	84
APÊNDICES	87

LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIATURAS E NOMENCLATURA

- a = Constante de modelo matemático;
- b = Constante de modelo matemático;
- B = Constante para um determinado motor, $\frac{N}{m^2}$;
- c = Constante de modelo matemático;
- C = Consumo horário de combustível, l/h;
- C_l = Consumo horário líquido de combustível, $cm^3/1000$ revoluções;
- D = Massa de combustível injetada por cilindro e por ciclo (débito), kg;
- d_c = Massa específica do combustível, kg/m^3 ;
- $f_i(X)$ = Função da variável X;
- $F(1-\alpha; GL(R); GL(E))$ = $(1-\alpha)$ 100 percentil da distribuição F;
- GL(E) = Número de graus de liberdade do resíduo;
- GL(R) = Número de graus de liberdade da regressão;
- H = Poder calorífico inferior do combustível, J/kg;
- i = Número de ordem;
- I = Relação de transmissão TDP/motor;
- j = Número de ordem;
- K = Fator de redução às condições ambientais normalizadas, segundo Norma NBR 5484;
- m = Máximo grau de variável de modelo matemático;

- n = Máximo grau de variável de modelo matemático;
 N = Rotação do motor, min^{-1} ;
 N_c = Número de cilindros;
 N_m = Rotação máxima livre, min^{-1} ;
 P = Potência na TDP, kW;
 R^2 = Coeficiente de determinação múltipla;
 t = Número de tempos do motor;
 t' = Tempo gasto, s;
 T_e = Torque efetivo reduzido equivalente no motor, N.m;
 T_{e_m} = Torque efetivo equivalente no motor, N.m;
 $T_{e_{TDP}}$ = Torque efetivo equivalente na TDP, N.m;
 V = Volume consumido, ml;
 X = Variável de modelo matemático;
 Y = Variável de modelo matemático;
 Z = Variável de modelo matemático;
 \bar{Z} = Média aritmética para i valores da variável Z ;
 Z_{r_i} = Valor variável dependente fornecida pela regressão para a i ésima medição;
 α = Nível de significância adotado;
 ΔR^2 = Aumento percentual no coeficiente de determinação múltipla;
 ΔT = Diferença entre a temperatura dos gases de escape e a temperatura do ar de admissão, K;
 η_e = Eficiência efetiva do motor;
 η_i = Eficiência indicada do motor;
 η_m = Eficiência mecânica do motor;
 Θ = Variável de modelo matemático.

AVALIAÇÃO INDIRETA DE TORQUES DE MOTORES DIESEL

EXTRATO

A partir de dados obtidos em ensaios de desempenho na tomada de potência de três tratores agrícolas foram propostos três métodos para a avaliação indireta do torque de motores diesel: medição do consumo de combustível, medição da temperatura dos gases de escape e medição da posição da alavanca de acionamento da bomba injetora.

A medição do consumo de combustível foi feita utilizando-se um medidor digital com pré-fixação de volume de combustível a ser utilizado e leitura do tempo gasto. A variável independente, neste caso, para a modelagem do torque foi a massa de combustível injetada por cilindro e por ciclo.

A temperatura dos gases de escape foi medida utilizando-se um termo-elemento. A variável independente, neste caso,

foi a diferença entre a temperatura de escape e a temperatura' do ar de admissão.

A posição da alavanca de acionamento da bomba injeto ra foi avaliada através da rotação máxima livre do motor, sendo esta rotação tomada como a variável independente.

A análise estatística dos resultados mostrou que na modelagem matemática, em todos os métodos, deveria ser incluída a rotação do motor que se mostrou significativa.

Foram feitas considerações a respeito da utilização' de cada método em função da precisão, custo e facilidade de adaptação.

INDIRECT EVALUATION OF THE TORQUE OF DIESEL ENGINES

ABSTRACT

Three methods for indirect evaluation of the torque of diesel engines were proposed from data obtained in performance tests in the power take-off of agricultural tractors: measurement of the fuel consumption, measurement of exhaust gas temperature and measurement of the position of the fuel pump control lever.

The fuel consumption was measured by means of a digital sensor that records the time taken for a fixed amount of fuel to be burned. The independent variable in this case for the mathematical modeling of the torque was the mass of fuel delivered per cylinder per cycle.

The exhaust gas temperature was measured by a thermocouple. The independent variable here was the difference be-

tween the exhaust temperature and the admission air temperature.

The position of the fuel pump control lever was evaluated as a function of the engine maximum engine speed, with this speed being taken as the independent variable.

A statistical analysis of the results indicated that in the mathematical modeling, for all methods, the engine speed should be included as an additional independent variable.

Considerations were made regarding the utilization of each method as function of accuracy, costs and adaptability.

1. INTRODUÇÃO

Com a oscilação dos preços dos derivados de petróleo nos últimos anos o consumo de combustível do motor passou a ser um importante parâmetro de caracterização de desempenho de um trator agrícola.

Dentre as alternativas de se diminuir o consumo de combustível se destacam:

1. Utilização do motor na faixa econômica: um aproveitamento racional da faixa econômica do motor só é conseguido mediante uma transmissão com número elevado de marchas. Devido à grande possibilidade de escolha das marchas e da posição do pedal, a maneira racional de dirigir não deveria ficar exclusivamente a critério da experiência e sensibilidade do operador;

2. Aumento do rendimento térmico dos motores: a maioria dos motores de tratores é atualmente de quatro tempos, ciclo diesel, com sistema de injeção direta, que possui geralmente a vantagem sobre os de injeção indireta (pré-câmara) por ter menor consumo específico de combustível. Procura-se hoje atingir-se uma otimização no sistema de combustão mediante a utilização de turbocompressores, uma configuração especial da câmara de combustão, nova sincronização dos elementos da bomba injetora, alteração no ponto de injeção e diminuição do turbilhamento dos gases de escape e da resistência do ar no tubo de admissão;

3. Outras providências como a diminuição da potência de atrito e o acionamento mais econômico dos componentes auxiliares do motor.

As duas últimas alternativas, além de estarem ligadas a grandes investimentos, já estão sendo desenvolvidas pelas empresas ligadas ao setor. Já a primeira, além de envolver menores investimentos, ainda não foi cientificamente desenvolvida.

O propósito deste trabalho foi estudar detalhadamente os meios de utilização otimizada de motores diesel através de controle do ponto de trabalho do mesmo, isto é, do torque e da rotação.

A mensuração da rotação não apresenta maiores problemas, o mesmo não acontecendo com o torque. Devido ao alto custo e à dificuldade de montagem foram eliminadas de antemão todas as técnicas de medição direta do torque, que exigem uma desmontagem do trator, como o caso da utilização da árvore primária do câmbio. Do mesmo modo, rejeitaram-se técnicas que somente podem ser utilizadas em alguns tipos de tratores, como a determinação do torque através do deslizamento em embreagem hidráulica. Devido à confiabilidade e custos eliminaram-se outras técnicas que necessitam sensores frágeis ou caros, como o que mede o levantamento da agulha nos bicos injetores ou a medição da pressão na câmara de combustão e na tubulação de injeção.

Como possíveis técnicas de medição indireta de torque escolheram-se as seguintes alternativas:

1. Medição contínua do consumo de combustível;
2. Medição da temperatura dos gases de escape;
3. Medição da posição da alavanca de acionamento da bomba injetora.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Otimização do Consumo de Combustível

O consumo específico de combustível de um motor é um indicador da eficiência de conversão da energia química do combustível em energia mecânica pelo motor. Ele indica qual a massa de combustível necessária para produzir uma unidade de po-tência, na unidade de tempo. Um motor com consumo específico de diesel de 250 g/kWh, gasta 250 g de diesel para cada kW fornecido durante 1 hora. O consumo específico de combustível é função do torque e da rotação de trabalho do motor. Esta dependência pode ser visualizada numa curva topográfica de desempenho como da Figura 2.1. No eixo das abscissas lê-se rotação do motor, no eixo das ordenadas o torque, nas curvas cheias consumo específico constante e nas curvas tracejadas potência ao o

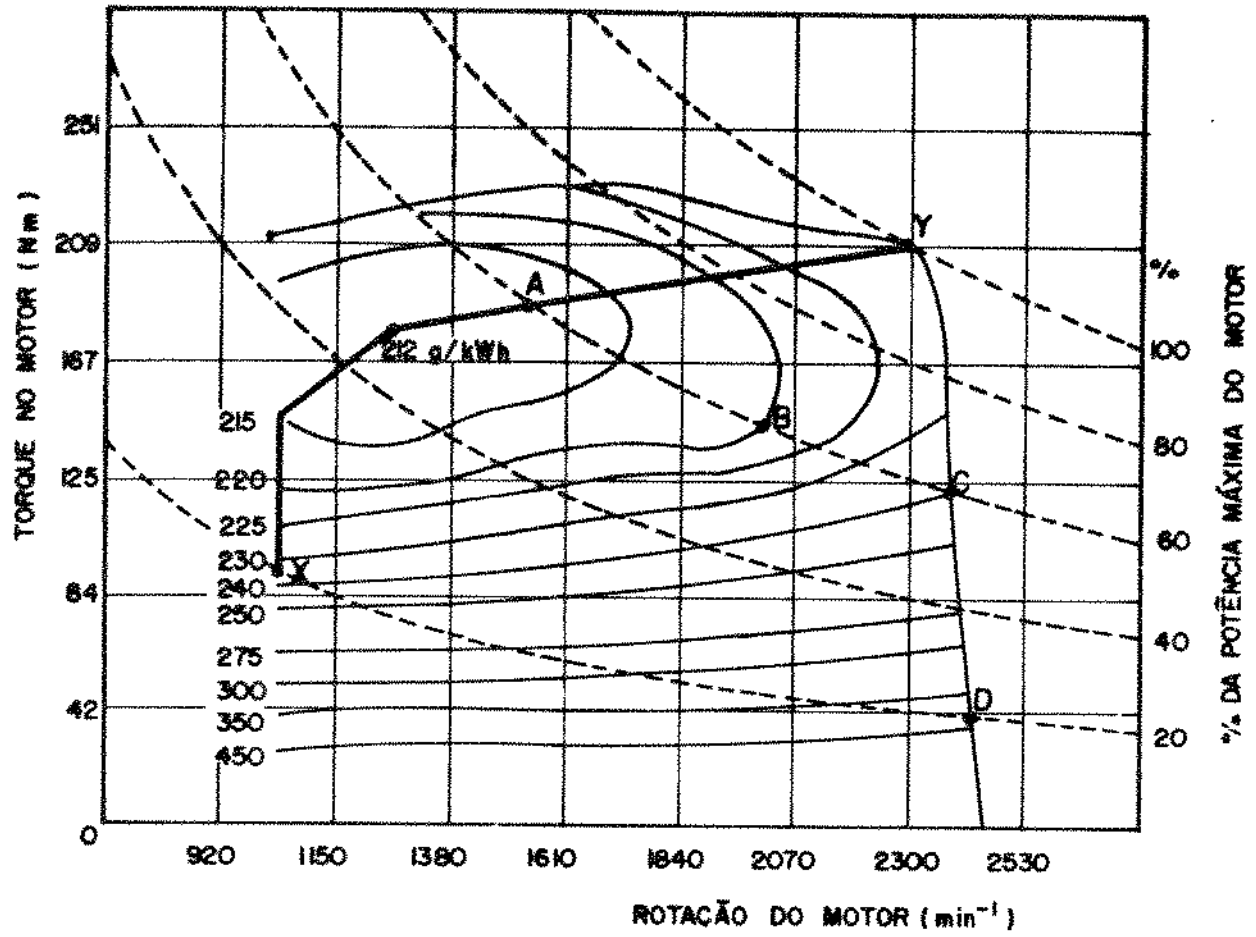


FIGURA 2.1 - Curva Topográfica de Desempenho de Um Motor Diesel

(Fonte JOHN DEERE (15)).

freio constante.

Uma publicação da JOHN DEERE (15) assinala que o ponto ideal de trabalho é aquele que para um determinado nível de potência apresenta o menor consumo específico de combustível. Se um determinado trabalho consome 60% da potência nominal (como uma escarificação pesada), o motor, cujo desempenho está representado na Figura 2.1, poderá trabalhar, por exemplo, nos pontos A (1540 rpm, 188 Nm, 214 g/kWh), B (2025 rpm, 142 Nm, 220 g/kWh) e C (2370 rpm, 121 Nm, 240 g/kWh), com um aumento de consumo específico em relação ao ponto ideal A de até 12%. Já em trabalhos de transporte, onde o nível de potência pode chegar aos 20%, do ponto X (1035 rpm, 96 Nm, 233 g/kWh) ao ponto D (2440 rpm, 39 Nm, 417 g/kWh) ocorre um aumento de consumo específico de 79%. 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 Figura 2.1 pela linha XY.

Schimmel & Hulla (11) 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 iso-potência com a linha ótima de operação (XY), através da troca de marchas e do reposicionamento' do acelerador.

Schimmel & Hulla (11) testaram o acima proposto implantando em um trator a seguinte instrumentação: 1. Tacômetro eletrônico para medição da rotação do motor; 2. Torquímetro ' instalado no eixo de manivelas para medição do torque do motor; 3. Tubo de raios catódicos como elemento de ligação entre o tratorista e a máquina. Os autores não apresentaram resultados referentes a economia de combustível proporcionada pela utilização da referida instrumentação.

Mialhe (8) ressalta que a disseminação do uso de microcomputadores abre amplas perspectivas à modelagem matemática, possibilitando simular condições operacionais específicas' e obter os respectivos dados de desempenho previsto dos tratores agrícolas. Esta técnica possibilita uma avaliação prévia' do comportamento dos tratores agrícolas, sob determinadas condições operacionais, já antes de se ter o espécime em operação.

2.2. Avaliação Indireta do Torque

Segundo Kirste (6) o posicionamento do ponto de trabalho do motor na sua posição ideal em função do bom senso do operador fica à medida que cresce o tamanho da máquina cada vez mais difícil. Ele desenvolveu um sistema de medição e indicação para um trator marca FENDT, equipado com um motor diesel MWM D 325-3, de 3 cilindros, que mostra o ponto de trabalho do motor em um monitor no qual se acha colada uma transparência que reproduz a respectiva curva de desempenho. A técnica utilizada é baseada na medição da temperatura dos gases de escape como indicador indireto do torque no motor. Como sensor foi utilizado um termo-elemento NiCr - Ni introduzido através de um orifício na tubulação de escape, nas vizinhanças da válvula de saída de um cilindro. A dependência da diferença entre a temperatura dos gases de escape e a temperatura do ar de admissão com o torque foi exponencial. Uma direta utilização desta temperatura para indicação do torque não pode ser alcançada por também haver uma dependência exponencial entre a temperatura de exaustão e a rotação do motor, e por isso necessitou-se desenvolver um circuito eletrônico de correção. Segundo ele a opção por este método de medição indireta foi devido ele ser melhor e mais eficiente que outros dois métodos por ele inicialmente pesquisados. O primeiro foi a medição direta do consumo

de combustível: verificou uma dependência quase linear do torque em relação ao consumo e a não dependência com a rotação. Ele afirma que em princípio, uma medição contínua seria indicada para medição indireta de torque: para um certo consumo de combustível pode-se definir sem mais correções um certo torque. Os medidores de consumo tem como vantagem poderem ser instalados facilmente dentro do sistema de alimentação de combustível. Uma grande desvantagem é a alta precisão necessária durante a produção, resultando em custos elevados mesmo em modelos muito simples e medindo com acuidade somente em faixa limitada.

O segundo método inicialmente pesquisado por Kirste(6) foi a medição da posição da haste de regulagem da bomba injetora: para todas as bombas injetoras em linha a posição da haste de regulagem determina a quantidade injetada por vez em cada cilindro. Esta posição é um parâmetro da energia fornecida por cada rotação do motor, sendo portanto um parâmetro para determinação do torque fornecido pelo motor. A posição da haste pode ser medida com sensores ópticos, indutivos ou potenciométricos. Foi utilizado um sensor indutivo. Para colocação do sensor foi necessário deslocar axialmente a bomba e se efetuar algumas modificações. A dependência entre a posição da haste e o torque é bastante influenciada pela rotação. Ele observou, em comparação com o método da medição de consumo, uma piora da re

lação. Um motivo é que para uma posição fixa da haste e baixa rotação do motor é injetado relativamente menos combustível que para altas rotações. Gradativamente, com o aumento da rotação diminuem as perdas por vazamento nos pistões. Para estabelecer uma clara relação entre o torque e a posição da haste, desenvolveu um circuito eletrônico analógico que simula o desempenho.

Ao final do trabalho conclui o autor que o tempo médio de resposta utilizando-se o método de medição da temperatura dos gases de escape, 30 segundos até que uma variação instantânea de 50% do torque à potência máxima seja indicada pelo monitor, é adequado, pois uma técnica que mostrasse rapidamente as variações de torque poderia conduzir a grandes confusões.

Summer (13) utilizou dados de ensaios de desempenho pela tomada de potência (TDP) de dois tratores para fazer estimativas de potência e torque equivalentes na TDP através de equações de regressão polinomial de segunda ordem a partir do consumo de combustível do motor. Os coeficientes de correlação encontrados foram acima de 0,99 para todas as equações. As equações utilizadas foram:

Para cada rotação do motor:

$$P = a_0 + a_1 C + a_2 C^2 \quad (2.1)$$

Independentemente da rotação do motor:

$$T = a_3 + a_4 C_1 + a_5 C_1^2$$

Onde: P = Potência na TDP, kW;

T = Torque na TDP, N.m;

C = Consumo horário de combustível, l/h;

C_1 = Consumo horário líquido de combustível, $\text{cm}^3/1000$ revoluções (consumo de combustível total menos consumo de combustível sem carga, em 1000 revoluções);

a_0, \dots, a_5 = Constantes.

2.3. Desempenho de Motores Diesel

Testes de motores diesel em condições de torques variáveis e rotação constante efetuados por Küttner (7) mostraram uma dependência linear do torque em relação a massa de combustível injetada por cilindro no intervalo compreendido entre 30 e 70% do torque máximo. À medida que os valores de torque se afastam deste intervalo necessita-se progressivamente de mais massa de combustível por injeção do que o previsto pela dependência linear. A justificativa fornecida foi que para torques baixos este comportamento é devido a um resfriamento elevado dos cilindros; e para torque elevados a eficiência volumétrica cai a valores abaixo dos mínimos necessários a uma combustão completa. Para o mesmo intervalo de torque, foi verifi-

cado que a eficiência indicada permanece constante, diminuindo progressivamente à medida que se afasta deste intervalo. Já a eficiência mecânica aumenta progressivamente desde o torque nulo ao torque máximo. Como resultado, a eficiência efetiva, produto da eficiência indicada pela mecânica, possui máximo para um determinado torque, diminuindo progressivamente a medida que se afasta deste ponto.

Küttner (7) afirma ainda que testes de motores diesel em condições de injeção de quantidades de combustível por cilindro e por ciclo (débito) constantes mostraram que o torque e a eficiência efetiva aumentam inicialmente com a rotação devido a vazamentos através dos anéis e que as perdas de calor diminuirão com a mesma. Já as perdas por estrangulamento na admissão do ar aumentam com o quadrado da rotação e o atraso de ignição aumenta com ela. Consequentemente, o torque e a eficiência efetiva passam por um máximo e então diminuem progressivamente.

Taylor (14) determinou em testes de motores diesel que a temperatura média efetiva do ar no interior do cilindro cresce linearmente com a razão combustível-ar para valores da razão combustível-ar relativa entre zero e 0,85.

Khovakh (5) afirma que as características em função da rotação da descarga de combustível do sistema de alimenta-

ção são determinadas com a bomba injetora e os injetores trabalhando juntos. O fator de maior importância (estrangulamento, compressibilidade do combustível, elasticidade das tubulações de distribuição de combustível, ou do comando da bomba) depende das condições de operação, do volume de combustível que está sendo comprimido, do nível de pressão, do tipo de equipamento e do seu comando. Para um sistema de alimentação de combustível dividido (bomba injetora e injetor estão separados) de um motor utilizando bomba injetora de pistão em linha, o fator predominante é usualmente o estrangulamento do combustível na entrada do cilindro dosador, resultando no aumento da descarga por ciclo com a rotação, mais pronunciado em débitos parciais. Na posição da haste de regulagem (cremalheira) correspondente ao débito máximo, o débito cresce pouco com o aumento da rotação, proporcionando uma curva de torque quase plana. Visando aumentar a relação entre o torque máximo e o torque à rotação nominal faz-se a correção das características de débito de combustível por meio do aumento do curso efetivo do pistão dosador da bomba injetora ou pela variação do seu rendimento. No primeiro método a cremalheira é deslocada progressivamente na direção de maior débito a medida que a rotação cai devido a ação de uma mola contra forças centrífugas atuantes no eixo de acionamento da bomba injetora.

Acrescenta ainda Khovakh (5) que um motor diesel deve sempre ter um regulador de rotação máxima, visto que esta é muito maior que a máxima permitida a cada posição da alavanca de acionamento da bomba injetora. O aumento da rotação acima do valor nominal é limitado não somente pela resistência dos componentes do motor, mas também pela brusca piora do processo de trabalho à débito máximo de combustível. O regulador de rotações que atua em toda faixa de rotações é conhecido por regulador variável e sua atuação pode ser vista na Figura 2.2. As curvas de 2 a 7 correspondem a diversas posições da referida alavanca de acionamento. Em concordância com a carga, o regulador muda automaticamente o torque de um máximo (curva 1) a zero, variando pouco a rotação.

2.4. Modelagem Matemática e Análise de Variância

Segundo Stoecker (12) a obtenção de uma equação geral para uma variável dependente, Z , que é função de duas variáveis independentes, X e Y , pode ser feito da seguinte forma:

$$Z = \sum_{i=1}^n a_i X^{(i-1)} \quad (2.3)$$

$$\text{Com: } a_i = \sum_{j=1}^m b_{ij} Y^{(m-1)} \quad (2.4)$$

Onde: b_{ij} é uma constante.

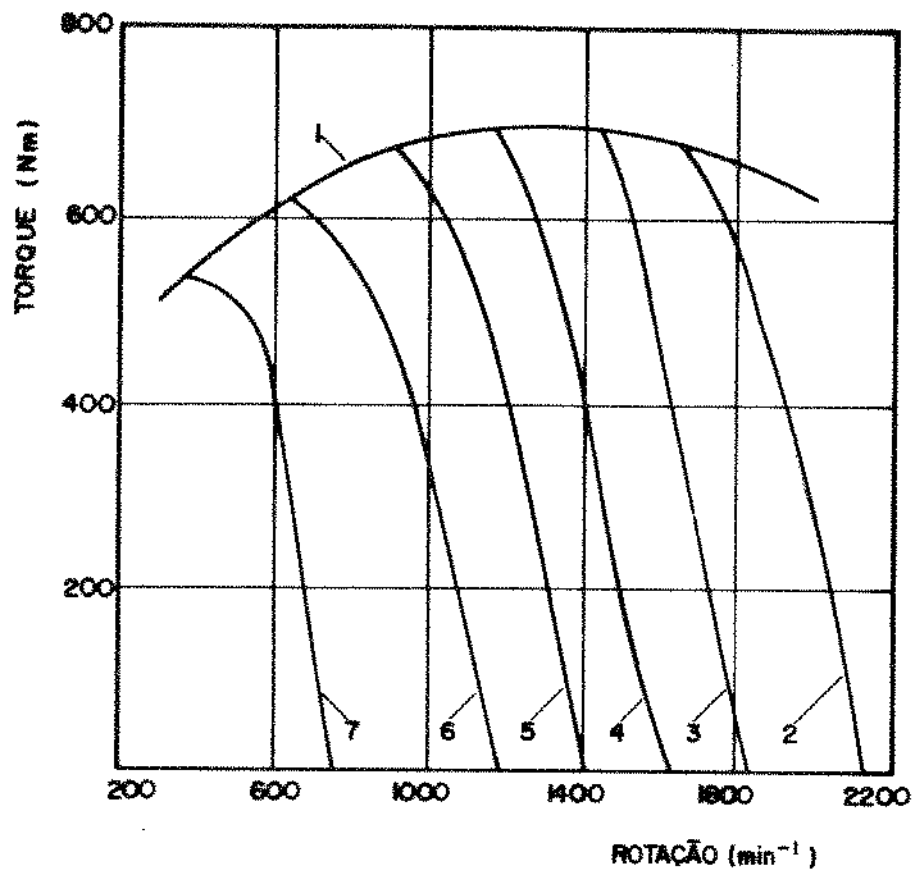


FIGURA 2.2 - Desempenho de Um Motor Diesel Equipado com Regulador Variável de Rotações, à Diversas Posições da Alavanca de Acionamento da Bomba Injetora (de 2 a 7).

Outro modelo importante em análises que envolvem três ou mais variáveis é o modelo geral de regressão linear, definido por Neter & Wasserman (9) como sendo:

$$Y = c_0 + \sum_{i=1}^n c_i X_i \quad (2.5)$$

Onde: $c_0, \dots, c_n =$ Constantes.

Para a determinação das constantes dos modelos acima apresentados utiliza-se na grande totalidade dos pacotes estatísticos o método dos mínimos quadrados, que é um método geral de obtenção de estimativas das constantes de modelos, onde as observações são admitidas da forma (para o caso de uma única variável independente X):

$$Y_i = f_i(X) + e_i \quad (2.6)$$

Onde $f_i(X)$ é uma função conhecida da variável X , e e_i (resíduo) são variáveis aleatórias, cuja expectativa é usualmente zero. A soma dos quadrados dos resíduos (Q) é calculada pela seguinte equação:

$$Q = \sum_{i=1}^n (Y_i - f_i(\theta))^2 \quad (2.7)$$

As constantes do modelo $f_i(\theta)$ são obtidas minimizando Q com relação a θ . Em muitos casos, as estimativas por este método são imparciais e consistentes.

A análise da qualidade de um modelo matemático apli-

cado a uma determinada amostra de dados é feita, segundo Neter & Wasserman (9), com o auxílio de:

1. Coeficiente de determinação múltipla (R^2): determina a percentagem de variação total da variável dependente que foi explicada pelas variáveis independentes no modelo adotado. Matematicamente:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Zr_i - \bar{Z})^2}{\sum_{i=1}^n (Z_i - \bar{Z})^2} \quad (2.8)$$

Onde: Zr_i = Valor da variável dependente fornecida pela regressão para a i ésima medição;

$$\bar{Z} = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i}{n} \quad (\text{média aritmética});$$

Z_i = Valor da variável dependente para a i ésima medição.

2. Teste F: para se testar a existência de correlação entre a variável dependente Z e um grupo de variáveis X_1, \dots, X_n , deve-se escolher entre as alternativas:

C1: Todos os coeficientes das variáveis X_1, \dots, X_n são nulos;

C2: Nem todos os coeficientes das variáveis X_1, \dots, X_n são nulos.

Para isto é utilizado o teste estatístico F:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n (Zr_i - \bar{Z})^2 / GL(R)}{\sum_{i=1}^n (Z_i - Zr_i)^2 / GL(E)} \quad (2.9)$$

Onde: $GL(R)$ = Número de graus de liberdade da regressão;

$GL(E)$ = Número de graus de liberdade do resíduo.

E toma-se a seguinte decisão:

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

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

Onde: $F(1-\alpha; GL(R); GL(E))$ = $(1-\alpha)$ 100 percentil da distribuição F;

α = Nível de significância adotado.

3. Análise gráfica de resíduos: se o modelo matemático adotado é apropriado, os resíduos observados devem ser variáveis aleatórias com distribuição do tipo normal.

Comenta ainda Neter & Wasserman (9) que a regressão passo-a-passo (stepwise regression) é um dos métodos mais utilizados na seleção de um conjunto de variáveis a serem incluídos no modelo matemático. Neste método as variáveis entram no modelo uma a uma, e na ordem de relativa importância, através do teste F. Uma variável já presente no modelo pode, após a entrada de outras, deixar de ser relativamente importante e será então retirada do modelo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Tratores

As principais características técnicas dos 3 tratores utilizados na pesquisa encontram-se no Quadro 3.1.

3.2. Combustível

Os combustíveis utilizados apresentaram as características mostradas no Quadro 3.2, levantadas pela Divisão de Química e Engenharia Química do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A. - I.P.T. - São Paulo.

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

QUADRO 3.1 - Características dos Tratores Utilizados

	TRATOR 1	TRATOR 2	TRATOR 3
Trator	VALMET 980 4x4 Turbo	VALMET 118-4	VALMET 148 4x4 Turbo
Motor	MWM TD 229 - 4 TS	MWM D 229-6 VS	MWM TD 229 - 6 TV
Cilindros	4	6	6
Cilindrada (l)	3,922	5,883	5,883
Relação de Compressão	15,9 : 1	16,6 : 1	15,9 : 1
Bomba Injetora	BOSCH, de pistão, PES 4A 90D 320 RS 2702	BOSCH, de pistão, BRPES 6A 90 D S2000	BOSCH, de pistão, PES 6A 90D 320 RS 2605
Injetores	BOSCH, 4 furos, DLLB 150 S 765	BOSCH, 4 furos, DLLA 151 S 907	BOSCH, 4 furos, DLLB 150 S 765
Regulador de Rotação	BOSCH RSV 350/1150A2B	BOSCH RVS 350/1150 A2B	BOSCH RSV 350/1150 A2B
Turbo-Compressor	GARRET T31 582 570	AUSENTE	GARRET T04 Y7 84F
Relação de Transmissão TDP/Motor	3,44 : 1	3,235 : 1	3,235 : 1
Potência e Rotação Nominais	70 kW a 2300 min^{-1}	90 kW a 2300 min^{-1}	107 kW a 2300 min^{-1}

QUADRO 3.2 - Características do Combustível Utilizado

	TRATOR 1	TRATOR 2	TRATOR 3
COMBUSTÍVEL	DIESEL	DIESEL	DIESEL
PODER CALORÍFICO INFERIOR (MJ/kg)	42,6	42,6	42,6
MASSA ESPECÍFICA A 25 °C	852	829	852
MASSA ESPECÍFICA A 40 °C	841	819	841

3.3. Medição da Rotação do Motor

A medição da rotação do motor não proporcionou dificuldades. Segundo Kirste (6) os sensores mais utilizados 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, que pode ser observada na Figura 3.1.

O transdutor óptico constitui-se de uma lâmpada e um fototransistor. Para se evitar interferências com a luz natural foi utilizado um foto-diodo infra-vermelho 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) mas 20 vezes mais intensos (de 500 μ A para 10 mA) por um amplificador de corrente, para se evitarem ruídos de radio-frequência nos

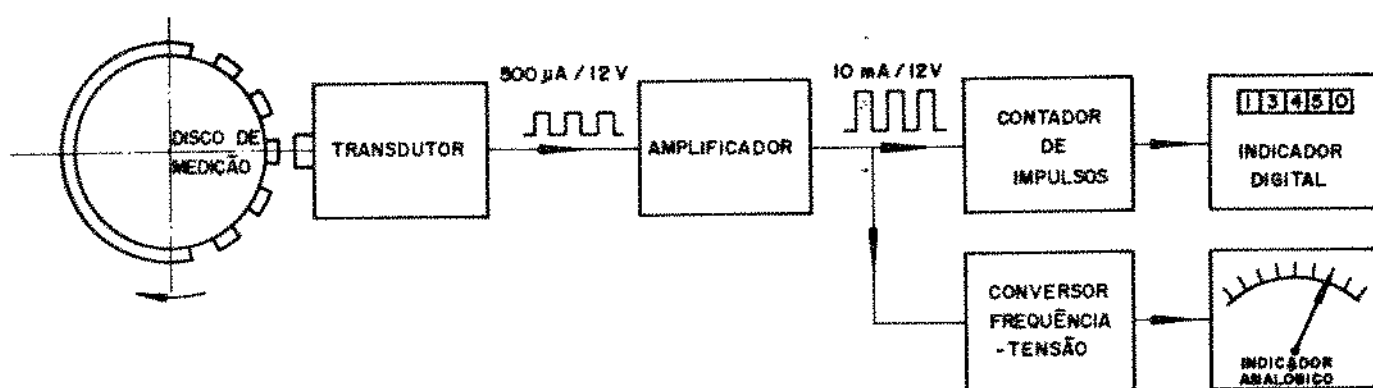


FIGURA 3.1 - Diagrama do Sistema de Medição Óptica de Rotação.

cabos de transmissão.

Um conversor de frequência - tensão transforma o sinal de saída do amplificador em uma tensão proporcional a rotação, mostrada através de um indicador analógico.

Um contador de impulsos transforma o sinal de saída do amplificador em uma indicação digital.

3.4. Medição do Torque

A medição do torque foi feita com o trator acoplado através da tomada de potência (TDP) a dinamômetros de corrente de Foucault (SCHENCK W 400 no ensaio do trator 1 e SCHENCK W 700 nos ensaios dos tratores 2 e 3, instalados no Laboratório de Dinamometria do Centro Nacional de Engenharia Agrícola - CENEA (Sorocaba - SP)). Estes dinamômetros são equipados com transdutor de força a base de extensômetros elétricos de resistência (strain - gauge), que permite leitura direta digital do torque aplicado pelo dinamômetro à TDP do trator. Este valor foi convertido em torque equivalente no motor pela equação abaixo:

$$T_{e_M} = T_{e_{TDP}} \cdot \frac{1}{I} \quad (3.1)$$

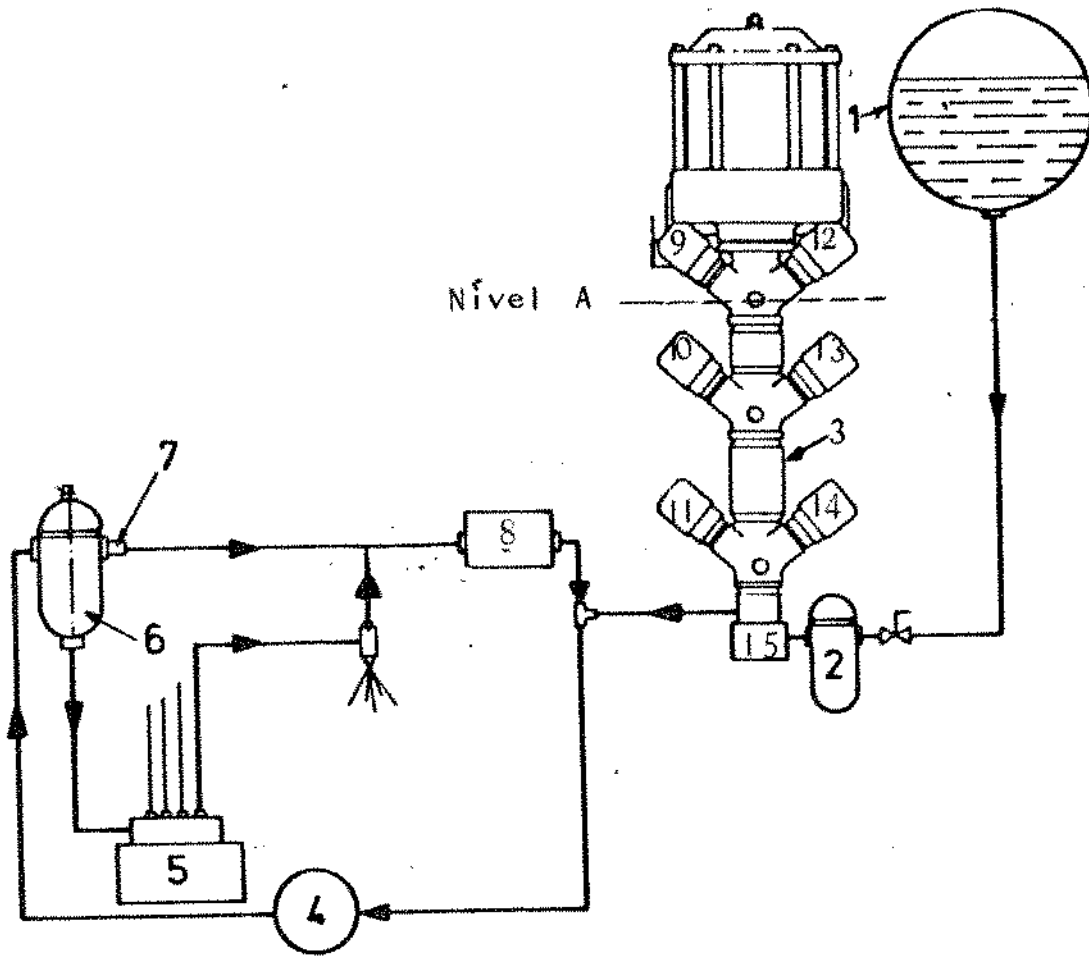
Onde: T_{e_M} = Torque efetivo equivalente no motor, N.m;

$T_{e_{TDP}}$ = Torque efetivo equivalente na TDP, N.m;

I = Relação de transmissão TDP/motor.

3.5. Medição do Consumo de Combustível

Na medição do consumo de combustível do motor foi utilizado um medidor ZEPPELER 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 Figura 3.2. 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 do combustível para que se possa posteriormente estimar a massa específica do combustível. Quando não se está fazendo uma medição, a válvula solenóide 15 permite somente a passagem do combustível que vem do reservatório de combustível. 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 foto-diodo 9 é refletida e captada pelo foto-transistor 12, que envia um sinal elétrico ao contador eletrônico, o qual dá início à contagem de tempo. Em função de uma pre-seleção pelo operador, o sinal que cessará a contagem de tempo será aquele que vier do foto-transistor 13 ou 14, e conseqüentemente, corresponderá a um volume consumido de 100 ou 500 ml.



- 01 Tanquẽ de Combustível
- 02 Filtro
- 03 Aparelho de Mediçãõ
- 04 Bomba de Alimentaçãõ do Motor
- 05 Bomba Injetora do Motor
- 06 Filtro
- 07 Vãlvula de Alívio
- 08 Trocador de Calor
- 09, 10 e 11 Foto-diodo
- 12, 13 e 14 Foto-transistor
- 15 Vãlvula Solenóide

FIGURA 3.2 - Diagrama do Sistema de Mediçãõ Volumétrica de Combustível.

De posse do volume consumido e do tempo gasto foi calculado o consumo de combustível pela seguinte equação:

$$C = 3,6 \cdot V / t' \quad (3.2)$$

Onde: C = Consumo horário de combustível, l/h;

V = Volume consumido, ml;

t' = Tempo gasto, s.

3.6. Medição da Temperatura de Escape

A medição da temperatura dos gases de exaustão foi feita utilizando-se um termo-elemento do tipo ferro-constantan. A localização do sensor pode ser vista na Figura 3.3. A escolha por este lugar foi devida as seguintes considerações:

1. Segundo a norma ABNT 372 (3) a temperatura de escape deve ser tomada a uma distância menor ou igual a 15 cm da flange de saída do coletor de escapamento;
2. Por esta localização proporcionar uma temperatura mais próxima da média entre as dos gases de escape de cada cilindro;
3. Por ser esta localização adotada pelos fabricantes em seus ensaios, e a adotada pelo C.T.A. (Centro Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos - São Paulo) nos ensaios oficiais para concessão do Certificado de Registro de Fabricação.

A Figura 3.4 apresenta um corte transversal da tubu-

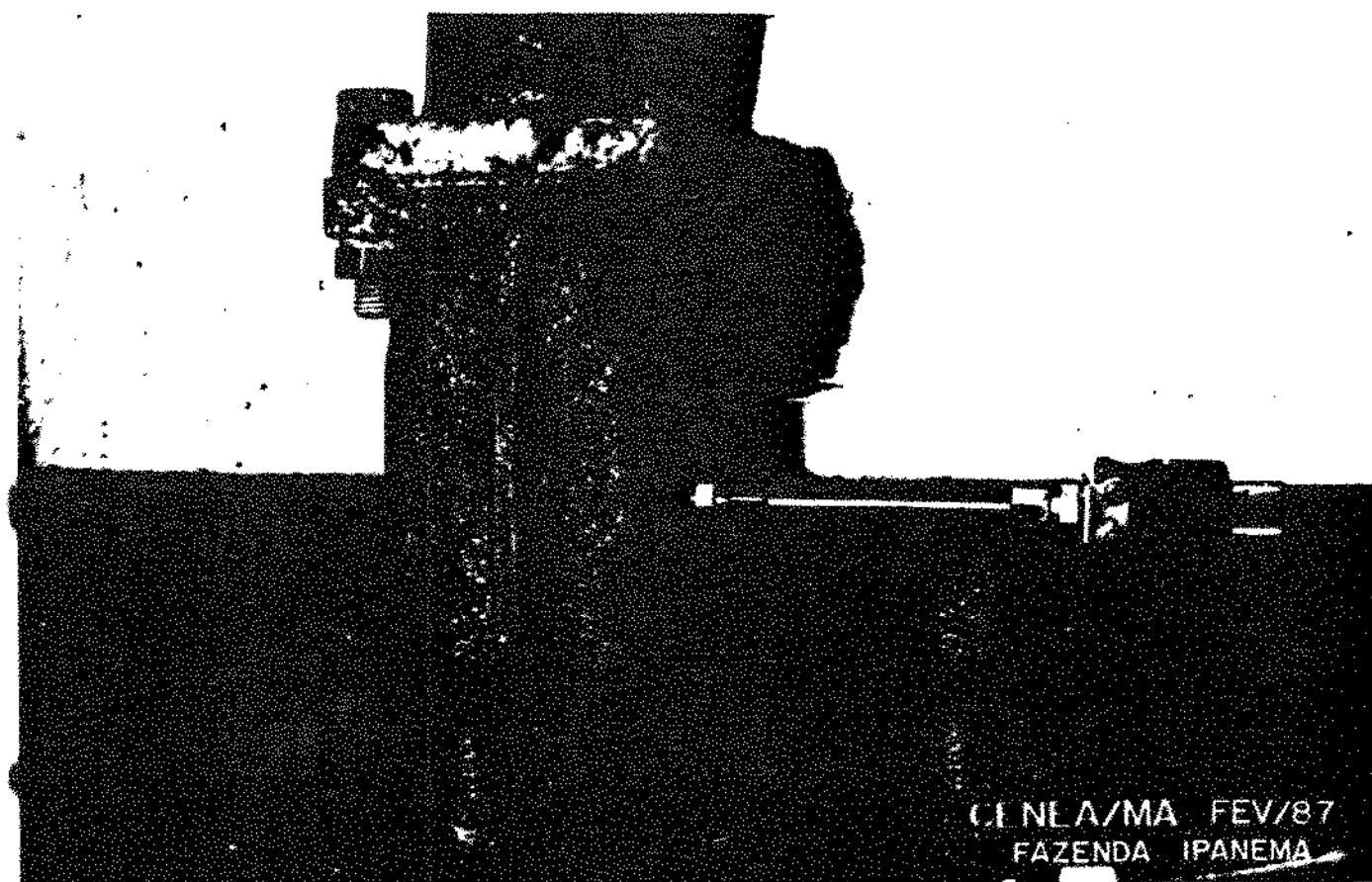


FIGURA 3.3 - Localização do Termo-Elemento de Medição da Temperatura dos Gases de Escape.

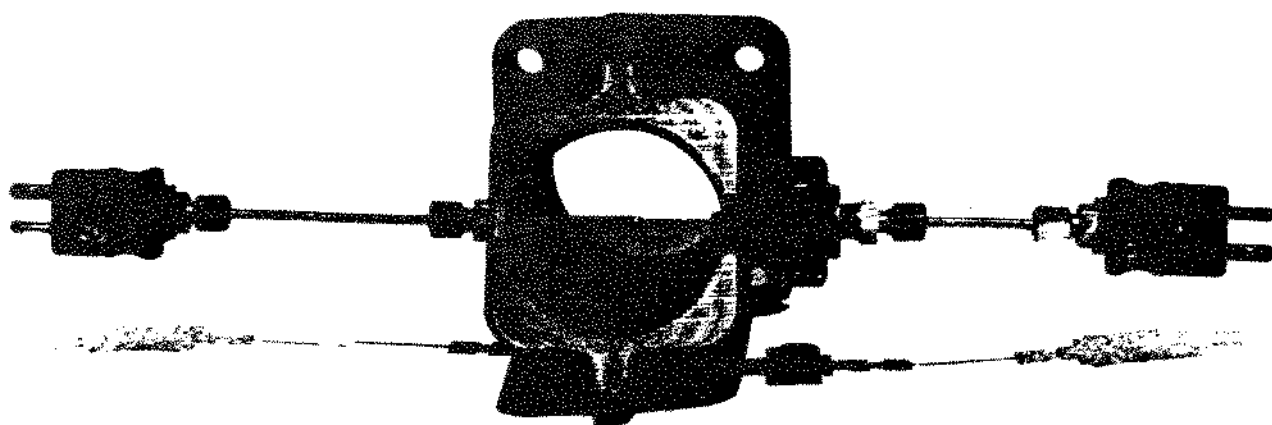


FIGURA 3.4 - Corte Transversal da Tubulação de Escape Mostrando a Localização do Termo-Elemento de Medição da Temperatura dos Gases de Escape e do Termo-Elemento de Medição da Temperatura da Parede da Tubulação.

lação de escape do trator 2 passando pelo centro do orifício, onde foi introduzido o termo-elemento para medir a temperatura de escape (termo-elemento 1). Instalou-se também um outro termo-elemento (2) para se avaliar a temperatura da parede da tubulação. A temperatura do termo-elemento 1 é ligeiramente menor que a temperatura do gás porque ele perde calor por radiação para a parede. Nas condições de regime permanente, o fluxo de calor transferido do gás para o termo-elemento iguala-se ao fluxo líquido de calor transferido do termo-elemento para a parede.

Quando a diferença entre a temperatura da parede e a temperatura ambiente é da ordem de 86 K, a diferença entre a temperatura do gás e a do termo-elemento é da ordem de 0,1 K. Quando a diferença entre a temperatura da parede e a temperatura ambiente é da ordem de 580 K, a diferença entre a temperatura do gás e a do termo-elemento é da ordem de 15 K.

Optou-se então por não se fazer uma correção da temperatura indicada pelo termo-elemento, pois as complicações que seriam introduzidas no modelo matemático não resultariam em uma melhora perceptível na precisão dos resultados. Além disso, o que se procura não é um valor preciso da temperatura dos gases de escape, mas sim um parâmetro que possa ser correlacionado ao torque do motor.

3.7. Medição da Posição da Alavanca de Acionamento da Bomba Injetora

A medição da posição da alavanca de acionamento da bomba injetora foi feita através da medição da rotação do motor na situação de torque efetivo nulo, pois Khovakh (5) afirma que a cada posição da referida alavanca corresponde a uma única rotação máxima (Nm).

3.8. Ensaio à Rotação Constante

Neste ensaio o motor foi carregado pelo dinamômetro enquanto a alavanca de acionamento da bomba injetora foi continuamente ajustada para proporcionar desde torque mínimo até torque máximo a cada rotação mantida constante. Os parâmetros de leitura foram os especificados pela Norma ABNT MB 484 (2). O ensaio foi realizado após a estabilização das pressões e temperaturas do fluido de arrefecimento e do óleo lubrificante, na potência máxima (2). As rotações adotadas foram: 100%, 95%, 85%, 75%, 65%, 55% e 45% da rotação nominal. A cada rotação os dados foram tomados a: 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 20% e 10% (10 níveis) do torque máximo a cada rotação.

Devido à influência das condições ambientais (pressão, temperatura e umidade do ar) no desempenho do motor, foi adotado o fator de redução estabelecido pela Norma NBR 5484 (1) pa-

na o cálculo do torque efetivo reduzido equivalente no motor ' (Te):

$$Te = Te_M \cdot K \quad (3.4)$$

Onde: K = Fator de redução segundo NBR 5484.

Combinando os resultados do ensaio à rotação constante, podemos traçar curvas com vários parâmetros. O exemplo da Figura 3.5 mostra o desempenho do trator I, onde as curvas topográficas indicam consumo específico de combustível constante e as curvas tracejadas a potência ao freio constante. Já no exemplo da Figura 3.6, para o mesmo trator, as curvas topográficas cheias correspondem à diferença de temperatura (ΔT) constante entre a temperatura de escape e a do ar de admissão, enquanto as curvas tracejadas o consumo horário de combustível constante.

Esta modalidade de ensaio foi escolhida para a obtenção dos dados de desempenho do trator nos métodos de avaliação indireta do torque através da medição do consumo de combustível e da medição da temperatura de escape, por proporcionar resultados à rotações constantes. Isto foi importante porque facilitou o modelamento matemático, já que a rotação é uma variável pertencente a ambos os modelos de cada método.

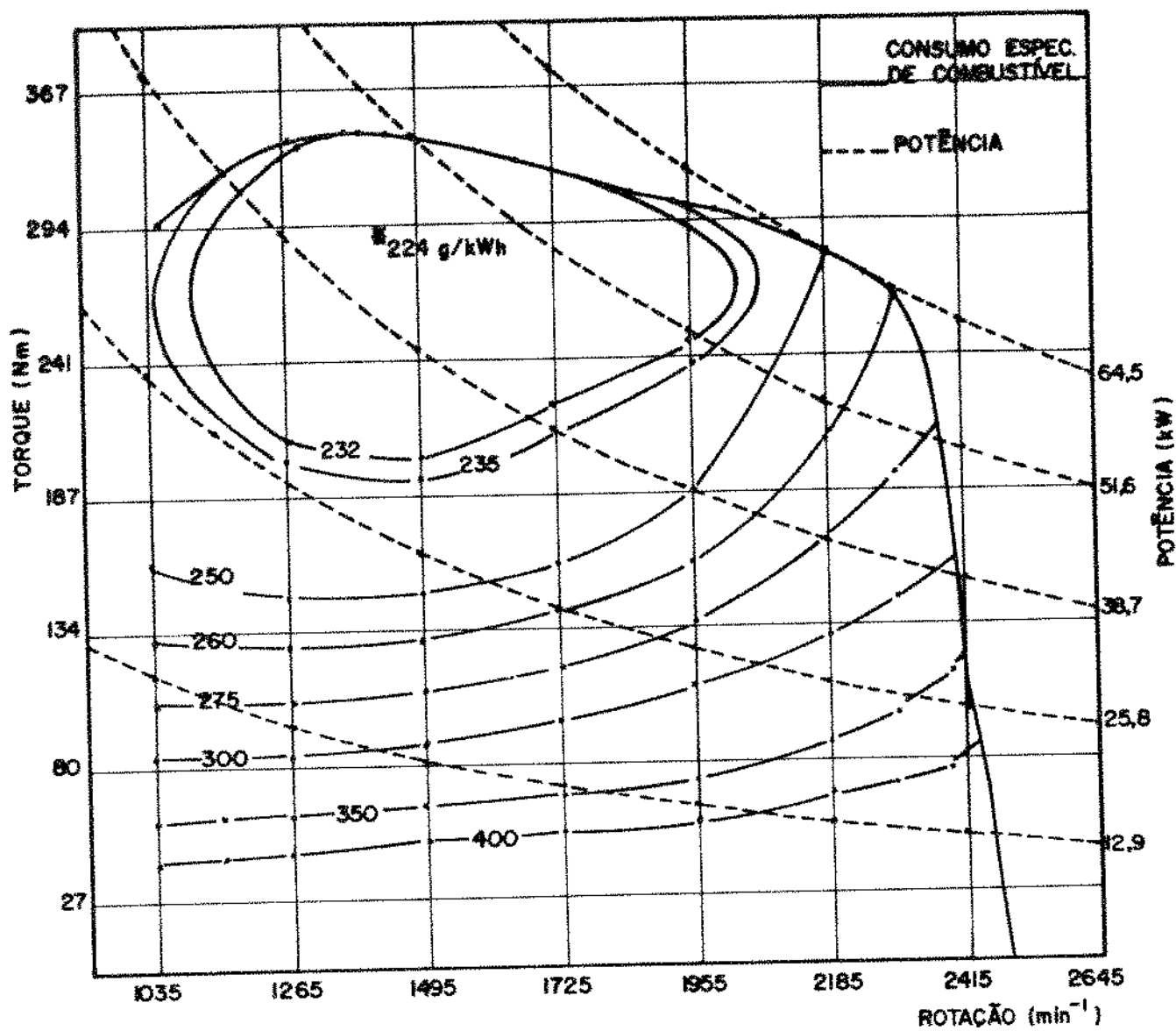


FIGURA 3.5 - Desempenho do Trator I à Rotações Constantes - Curvas de Consumo Específico e de Potência ao Freio Constantes.

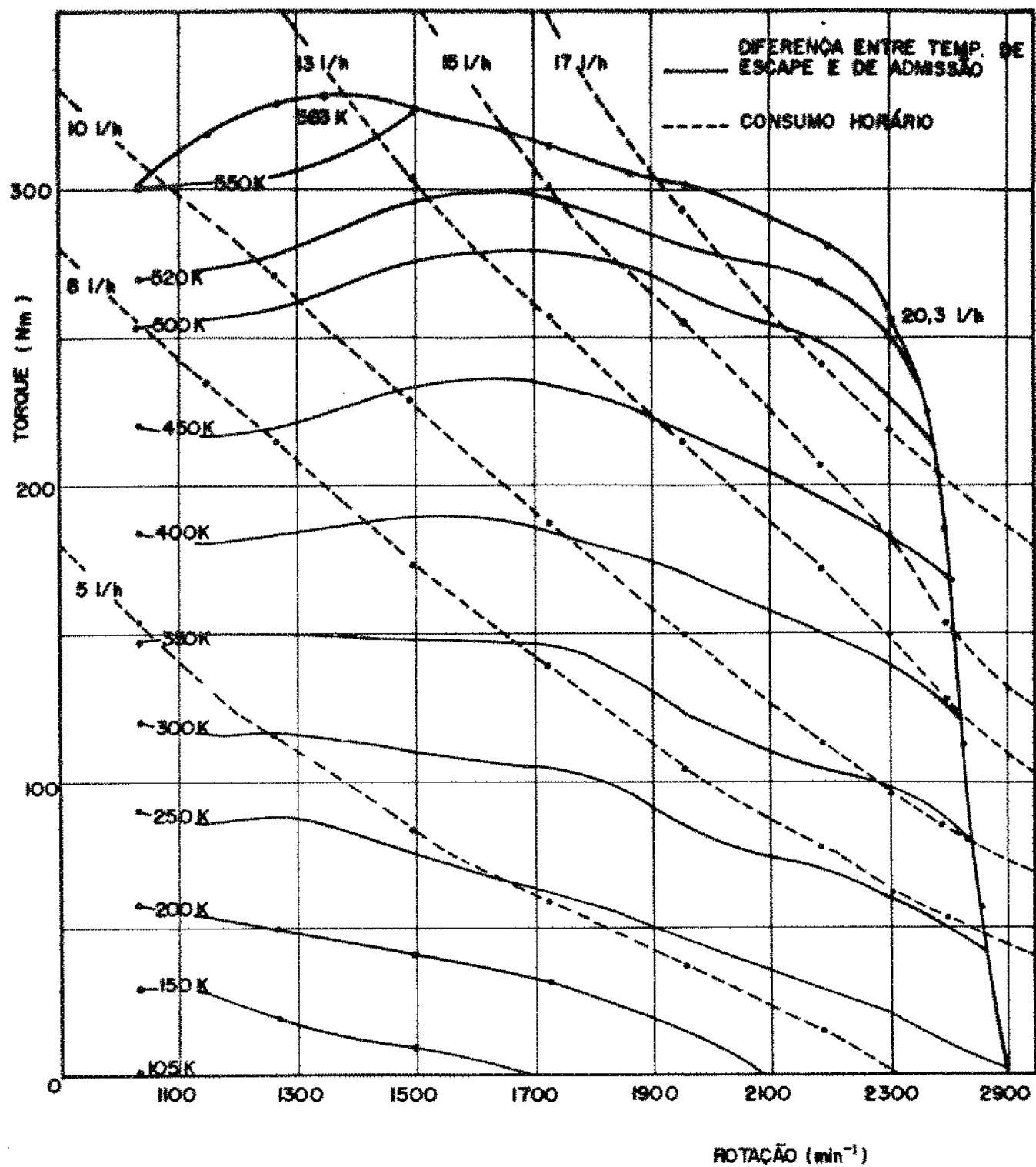


FIGURA 3.6 - Desempenho do Trator I à Rotações Constantes - Curvas de Temperatura de Escape e de Consumo Horário Constantes.

3.9. Ensaio à Posição Fixa da Alavanca de Acionamento da Bomba Injetora

Neste ensaio o motor foi carregado pelo dinamômetro enquanto a alavanca de acionamento da bomba injetora foi mantida fixa, desde a rotação máxima até a rotação mínima de 45% da rotação nominal. O procedimento relativo aos parâmetros de leitura e ao fator de redução foi o mesmo do ensaio à rotação constante. O Quadro 3.3 mostra a rotação máxima livre do motor (Nm) proporcionada a cada posição da referida alavanca.

Não foi possível adotar as mesmas rotações máximas livres para os três tratores devido aos ensaios dos tratores 1 e 3 se tratarem de prestação de serviço, e portanto, feito segundo solicitação do fabricante.

O exemplo da Figura 3.7 mostra o desempenho do trator 1 à diversas posições da referida alavanca. Esta modalidade de ensaio foi escolhida para obtenção dos dados de desempenho do motor no método de avaliação indireta do torque através da medição da posição da referida alavanca por proporcionar resultados à posições constantes da alavanca. Isto facilitou o modelamento matemático, já que ela é uma variável do modelo deste método. Outro motivo foi a simplificação no levantamento de dados já que a opção pelo ensaio à rotação constante necessitaria a cada ponto tomado, do levantamento de um ponto adicional para

QUADRO 3.3 - Posições da Alavanca de Acionamento da Bomba Injetora

POSIÇÃO DA ALAVANCA	ROTAÇÃO MÁXIMA LIVRE -Nm (min^{-1})		
	TRATOR 1	TRATOR 2	TRATOR 3
1	2490	2440	2495
2	2190	2190	2175
3	1940	1940	1865
4	1690	1690	1570
5	1440	1440	1260
6	1190	1190	-

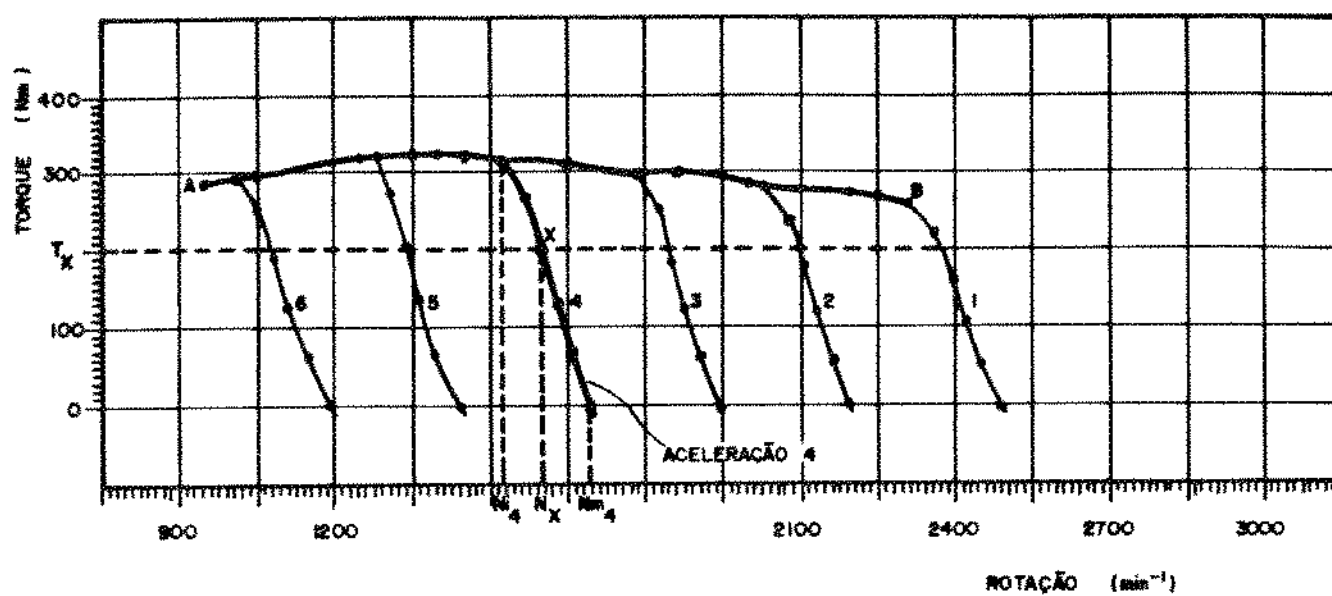


FIGURA 3.7 - Desempenho do Trator I à Diversas Posições da Alavanca de Acionamento da Bomba Injetora (de 1 a 6).

a mesma posição da referida alavanca e com torque nulo para se estimar o valor da variável N_m .

3.10. Método I - Avaliação Indireta do Torque Através da Medição do Consumo de Combustível

O torque efetivo reduzido equivalente no motor dado pela equação (3.4) está correlacionado com a massa de combustível injetada por cilindro e por ciclo pela equação abaixo, citada por Khovakh (5):

$$T_e = B \cdot \eta_e \cdot D \quad (3.5)$$

$$\text{Onde: } B = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{N_c \cdot H}{t} \quad (3.6)$$

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m \quad (3.7)$$

Em que: T_e = Torque efetivo reduzido equivalente no motor, N.m;

B = Constante para um determinado motor, $\frac{N}{m^2}$;

η_e = Eficiência efetiva do motor;

η_i = Eficiência indicada do motor;

η_m = Eficiência mecânica do motor;

D = Massa de combustível injetada por cilindro e por ciclo (débito), kg;

N_c = Número de cilindros;

t = Número de tempos do motor;

H = Poder calorífico inferior do combustível, J/kg.

Quando a rotação aumenta a eficiência mecânica cai, enquanto a eficiência indicada, em geral, aumenta. Como resultado a eficiência efetiva, produto da eficiência mecânica pela indicada, tem um máximo em um ponto da faixa de rotação. Usualmente a intenção é de se fazer a curva eficiência efetiva em função da rotação a mais plana possível. Por isto, num motor diesel, a variação do torque com a rotação é principalmente determinada pelo formato da curva de débito em função da rotação.

Levando-se em conta o fato de o torque de um determinado motor operando com um dado combustível ser diretamente proporcional ao produto do débito pela eficiência efetiva, e que esta última é função da rotação, optou-se pelo modelamento matemático da variável torque em função das variáveis débito e rotação. O débito foi calculado a partir do consumo de combustível através da seguinte equação:

$$D = \frac{C \cdot t \cdot d_c}{120 \cdot N \cdot N_c} \quad (3.8)$$

Onde: D = Massa de combustível injetada por cilindro e por ciclo (débito), kg;

C = Consumo horário de combustível, m³/h;

t = Número de tempos do motor;

d_c = Massa específica do combustível, kg/m³;

N = Rotação do motor, min⁻¹;

N_c = Número de cilindros.

A opção pela variável débito à variável consumo horário de combustível foi feita para se evitar uma indesejável auto-correlação entre as variáveis independentes.

3.11. Método 2 - Avaliação Indireta do Torque Através da Medição da Temperatura de Escape

A Figura 3.6 mostra um diagrama de iso-temperatura de escape para o trator 1. Observa-se que para uma determinada rotação, uma maior temperatura de escape corresponde a um maior torque. Isto se deve ao fato que o motor diesel trabalha com um volume praticamente constante de ar e, portanto, o aumento gradativo da massa de combustível injetada causa elevação na temperatura e pressão no cilindro, e conseqüentemente na temperatura de escape e no torque. Entretanto para um determinado torque a temperatura de escape varia com a rotação. Uma utilização direta da temperatura de escape para avaliação do torque não pôde, portanto, ser alcançada.

Outro fato é que a temperatura de escape é função da temperatura do ar de admissão. Este fato foi minimizado pela utilização da diferença de temperatura (ΔT) entre a temperatura de escape e a temperatura do ar de admissão.

Optou-se, então, pela modelagem matemática da variável torque em função das variáveis diferença de temperatura ΔT e rotação do motor.

3.12. Método 3 - Avaliação Indireta do Torque Através da Medição da Posição da Alavanca de Acionamento da Bomba Injetora

Na Figura 3.7 está representado o desempenho do trator 1 para diversas posições da referida alavanca de acionamento da bomba injetora. Para uma determinada posição da alavanca a rotação do motor é suficiente para caracterizar o torque. Como definido em 3.7, a posição da alavanca foi medida através da mensuração da rotação do motor na situação de torque efetivo nulo, conhecida como rotação máxima livre (N_m). Temos portanto, por exemplo, que o torque T_x é definido pela rotação do motor N_x e pela rotação máxima livre, na aceleração 4, N_{m4} . Optou-se então pela modelagem matemática da variável torque em função das variáveis rotação máxima livre e rotação do motor.

Retomemos o desempenho do trator para a aceleração 4. Para rotações abaixo da rotação de início de corte de combustível, N_{i4} , a curva de torque coincide com a curva de desempenho do motor fora da zona de corte do regulador a máxima aceleração (Curva AB). Já para rotações maiores que N_{i4} , o torque é caracterizado pela curva própria da aceleração 4. Devido a este fato optou-se por uma modelagem matemática que utiliza duas equações: a primeira para a curva de torque AB, que simula o desempenho do motor fora da zona de corte do regulador e a se-

gunda para as curvas de torque que simulam o desempenho na zona de corte do regulador.

3.13. Modelagem Matemática

Os três métodos de avaliação indireta possuem em comum:

1. A mesma variável dependente: o torque;
2. Duas variáveis independentes, sendo uma a rotação do motor.

Utilizando-se resultados dos ensaios à rotação constante e à posição constante da alavanca de acionamento da bomba injetora verificou-se através da análise gráfica de resíduos que a primeira e a segunda potência de cada variável independente tinham correlação com o torque.

Procurando analisar também a influência das combinações entre as variáveis, optou-se pelo modelo geral proposto por Stoecker (12) para $n = m_1 = m_2 = m_3 = 3$, isto é:

$$T_e = a_1 + a_2 X + a_3 X^2 \quad (3.9)$$

$$a_1 = b_{11} + b_{12} Y + b_{13} Y^2 \quad (3.10)$$

$$a_2 = b_{21} + b_{22} Y + b_{23} Y^2 \quad (3.11)$$

$$a_3 = b_{31} + b_{32} Y + b_{33} Y^2 \quad (3.12)$$

Ou:

$$T_e = b_{11} + b_{12} Y + b_{13} Y^2 + b_{21} X + b_{22} X Y + b_{23} X Y^2 + b_{31} X^2 + b_{32} X^2 Y + b_{33} X^2 Y^2 \quad (3.13)$$

$$\text{Fazendo: } X_1 = Y; X_2 = Y^2; X_3 = X; X_4 = X Y; X_5 = X Y^2; X_6 = X^2; X_7 = X^2 Y; X_8 = X^2 Y^2$$

$$\text{E: } c_0 = b_{11}; c_1 = b_{12}; c_2 = b_{13}; c_3 = b_{21}; c_4 = b_{22}; c_5 = b_{23}; c_6 = b_{31}; c_7 = b_{32}; c_8 = b_{33}$$

$$\text{Temos: } T_e = c_0 + \sum_{i=1}^8 c_i \cdot X_i \quad (3.14)$$

Ou seja, através de transformações de variáveis a equação 3.13 pode ser escrita na forma de equação geral de regressão linear (2.5). Este arranjo matemático foi escolhido por facilitar a análise da influência de cada variável, bem como suas interações no modelo.

3.14. Análise de Variância

A análise de variância dos resultados dos ensaios foi feita utilizando-se o sistema de processamento de dados do Laboratório de Computação e Estatística do Centro Nacional de Engenharia Agrícola, composto de:

- Um micro-computador HEWLETT PACKARD HP-85;
- Uma impressora HEWLETT PACKARD HP-2631B;

- Duas unidades de disco HEWLETT PACKARD HP-9895A;
- Um traçador gráfico HEWLETT PACKARD HP-9872C

Foram utilizados dois pacotes estatísticos: Basic Statistics and Data Manipulation Pac (4) e Regression Analysis Pac (10). A utilização deles proporcionou:

1. A partir da entrada via teclado dos valores das variáveis independentes X e Y gerar as variáveis independentes restantes: X^2 , Y^2 , $X Y$, $X^2 Y$, $X Y^2$, $X^2 Y^2$;
2. Utilizar o método de regressão passo-a-passo (stepwise regression), que propiciou em cada caso diversas regressões com números crescentes de variáveis e, portanto, com coeficientes de determinação múltipla também crescentes. O processo de adição de variáveis era cessado quando entre as variáveis não pertencentes ao modelo não existia nenhuma com significância ao nível de 10% de probabilidade, pelo teste $F(9)$;
3. Análise gráfica dos resíduos.

Para se avaliar o ganho em explicação da variação total da variável torque quando se passava de um modelo com n variáveis para um modelo com $n + 1$, utilizou-se do seguinte parâmetro:

$$\Delta R^2 = \frac{R_{n+1}^2 - R_n^2}{R_n^2} \cdot 100 \quad (3.15)$$

Onde: ΔR^2 = Aumento percentual no coeficiente de determinação'
múltipla;

R_{n+1}^2 = Valor de R^2 para a equação com $n+1$ variáveis;

R_n^2 = Valor de R^2 para a equação com n variáveis.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Ensaio à Rotação Constante

Os resultados originais de desempenho à rotação constante são apresentados no Apêndice A, para os tratores 1, 2 e 3, respectivamente.

4.2. Ensaio à Posição Fixa da Alavanca de Acionamento da Bomba Injetora

Os resultados originais de desempenho à posição fixa da alavanca de acionamento da bomba injetora são apresentados no Apêndice B, para os tratores 1, 2 e 3, respectivamente.

4.3. Método 1 - Avaliação Indireta do Torque Através da Medição do Consumo do Combustível

A utilização do método de regressão passo-a-passo (stepwise regression) resultou nas equações apresentadas nos Quadros 4.1, 4.2 e 4.3, para os tratores 1, 2 e 3, respectivamente. Os referidos quadros contêm os coeficientes de cada equação de regressão ajustada segundo o modelo geral de regressão linear dado pela equação (3.14):

$$T_e = c_0 + \sum_{i=1}^8 c_i \cdot X_i$$

No caso, por exemplo, da equação 4.12 do Quadro 4.3' temos:

$$T_e = -39,33 + 8,579 D - 10,54 \cdot 10^{-6} N^2$$

Com: T_e (Nm), D (mg), N (min^{-1})

Da observação dos referidos quadros verifica-se:

1. Somente a variável débito (D) proporcionou um coeficiente de determinação múltipla (R^2) de aproximadamente 0,98, isto é, uma explicação de 98% da variação total do torque;
2. O modelo contendo as variáveis débito e o quadrado da rotação do motor elevou o R^2 para valores entre 0,991 e 0,994;
3. A terceira variável em importância, pelo teste F, não foi a mesma para os 3 tratores;

QUADRO 4.1 - Coeficientes das Equações de Regressão para o Método I e Trator I

EQUA ÇÕES	V A R I Á V E I S							R ²	ΔR ² (%)
	CONSTANTE	D (mg)	N ² 10 ⁻⁶ (min ⁻²)	N 10 ⁻² (min ⁻¹)	D ² 10 ⁻² (mg ²)	N.D ² 10 ⁻⁶ (min ⁻¹ .mg ²)	N ² .D ² 10 ⁻⁸ (min ⁻² .mg ⁻²)		
4.1	- 52,52	5,779****	-	-	-	-	-	0,977	-
4.2	- 32,55	5,786****	- 7,177****	-	-	-	-	0,991	1,4
4.3	- 132,2	5,796****	- 44,61****	12,63****	-	-	-	0,994	0,3
4.4	- 164,6	7,738****	- 45,72****	12,83****	- 2,460****	-	-	0,998	0,4
4.5	- 151,5	7,691****	- 45,05****	11,93****	- 3,027****	4,008****	-	0,998	0,0
4.6	- 73,06	7,591****	- 15,22****	2,013**	- 7,409****	62,44****	- 1,762****	1,000	0,2

** - Significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

**** - Significativo, pelo teste F, a 0,1% de probabilidade.

QUADRO 4.2 - Coeficientes das Equações de Regressão para o Método 1 para o Trator 2

EQUA ÇÕES	V A R I Á V E I S					R ²	ΔR ² (%)
	Constante	D (mg)	N ² 10 ⁻⁶ (min ⁻²)	D ² 10 ⁻² (mg ²)	N 10 ⁻² (min ⁻¹)		
4.7	- 63,63	8,888 ****	-	-	-	0,986	-
4.8	- 45,69	8,840 ****	- 5,458 ****	-	-	0,994	0,8
4.9	- 93,42	12,71 ****	- 6,065 ****	- 6,649 ****	-	0,999	0,5
4.10	- 126,4	12,73 ****	-18,31 ****	- 6,700 ****	4,150 ****	0,999	0,0

**** Significativo, pelo teste F, a 0,1% de probabilidade.

QUADRO 4.3 - Coeficientes das Equações de Regressão para o Método I e Trator 3

EQUA ÇÕES	V A R I Á V E I S										R ²	ΔR ² (%)
	Constante	D (mg)	N ² 10 ⁻⁶ (min ⁻²)	D ² 10 ⁻² (mg ²)	N 10 ⁻² (min ⁻¹)	N.O ² 10 ⁻¹ (min ⁻¹ .mg ²)	N ² .D ² 10 ⁻⁸ (min ⁻² .mg ²)	N ² .D 10 ⁻⁷ (min ⁻² .mg)				
4.11	- 70,06	8,512 ***	-	-	-	-	-	-	-	-	0,978	-
4.12	- 39,33	8,579 ***	- 10,54 ***	-	-	-	-	-	-	-	0,994	1,6
4.13	- 77,26	11,08 ***	- 11,15 ***	- 3,344 ***	-	-	-	-	-	-	0,996	0,2
4.14	- 181,4	11,05 ***	- 49,81 ***	- 3,337 ***	13,18 ***	-	-	-	-	-	0,999	0,3
4.15	- 174,9	11,12 ***	- 50,86 ***	- 4,085 ***	12,92 ***	3,960 ***	-	-	-	-	0,999	0,0
4.16	- 91,80	11,20 ***	- 18,46 ***	- 9,819 ***	2,078 [*] ***	75,40 ***	- 2,122 ***	-	-	-	1,000	0,1
4.17	- 86,39	11,87 ***	- 8,256 ***	- 11,42 ***	-	84,52 ***	- 2,076 ***	- 2,429 ***	-	-	1,000	0,0

- * - Significativo, pelo teste F, a 10% de probabilidade.
- ** - Significativo, pelo teste F, a 1% de probabilidade.
- *** - Significativo, pelo teste F, a 0,1% de probabilidade.

4. O modelo contendo as variáveis débito, quadrado do débito, rotação e quadrado da rotação teve R^2 entre 0,998 e 0,999;
5. Para os três tratores, a inclusão das variáveis rotação e do seu quadrado no modelo matemático mostrou-se significativa, pelo teste F, ao nível de 0,1% de probabilidade. A não dependência com a rotação, exposta por Kirste (6), não foi, conseqüentemente, verificada;
6. Para os três tratores, a inclusão das variáveis débito e do seu quadrado no modelo matemático mostrou-se significativa, pelo teste F, ao nível de 0,1% de probabilidade, confirmando o encontrado por Sumner et alii (13);
7. O ganho percentual em explicação da variação total do torque (ΔR^2) não excedeu a 0,1% nos casos em que foi significativa, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade, a inclusão de mais de 4 variáveis na equação de regressão.

As Figuras 4.1, 4.2 e 4.3 apresentam o torque efetivo reduzido equivalente no motor em função do débito à rotações constantes para os tratores 1, 2 e 3, respectivamente. Com o objetivo de ilustrar o fenômeno, foram ajustadas equações de regressão polinomiais de segunda ordem para cada rotação do motor, podendo-se então observar que o débito necessário para produzir determinado torque é, em geral, maior com o aumento

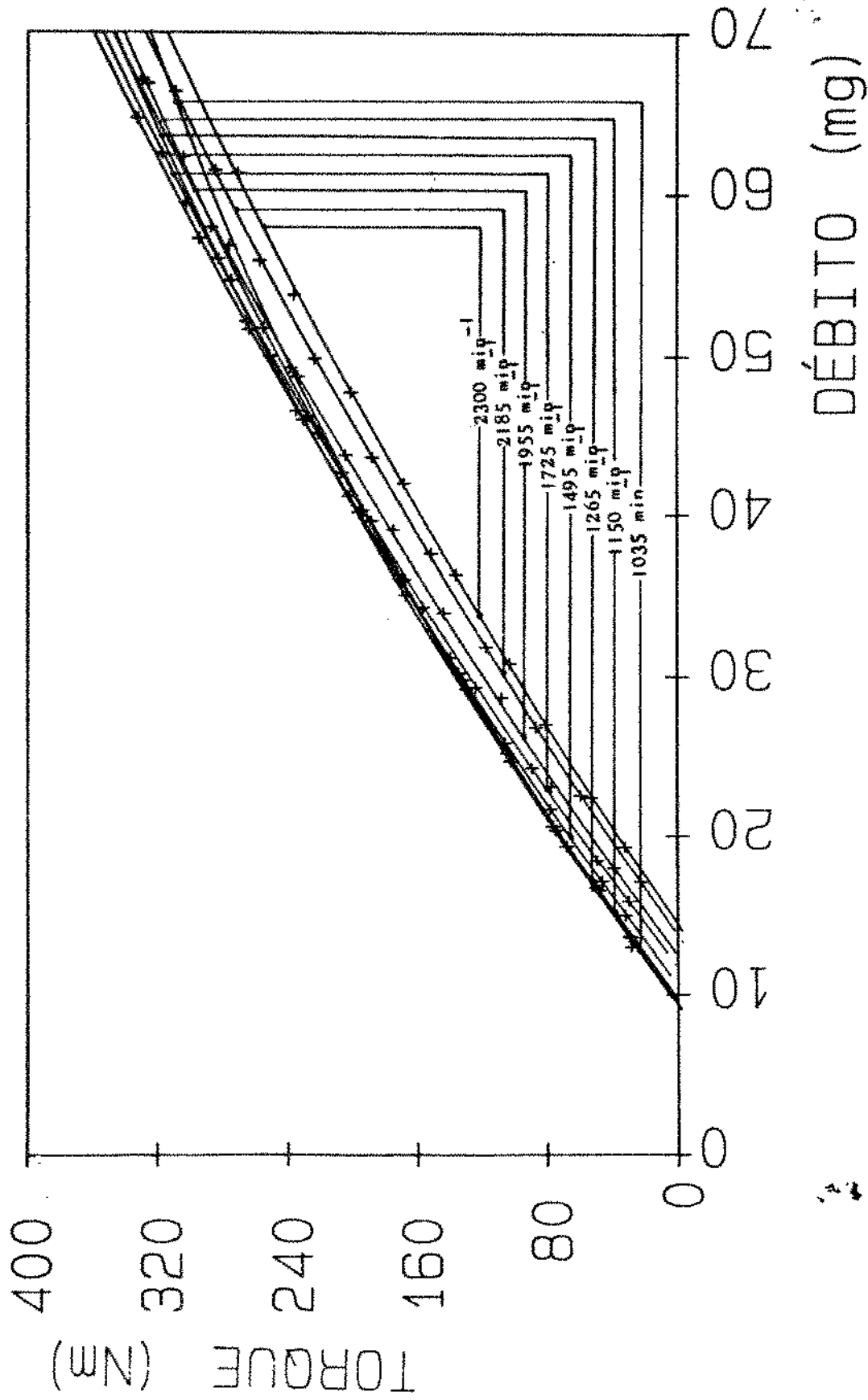


FIGURA 4.1 - Torque Efetivo Equivalente no Motor do Trator I em Função da Massa de Combustível Injetada por Cilindro e por Ciclo, à Rotações Constantes.

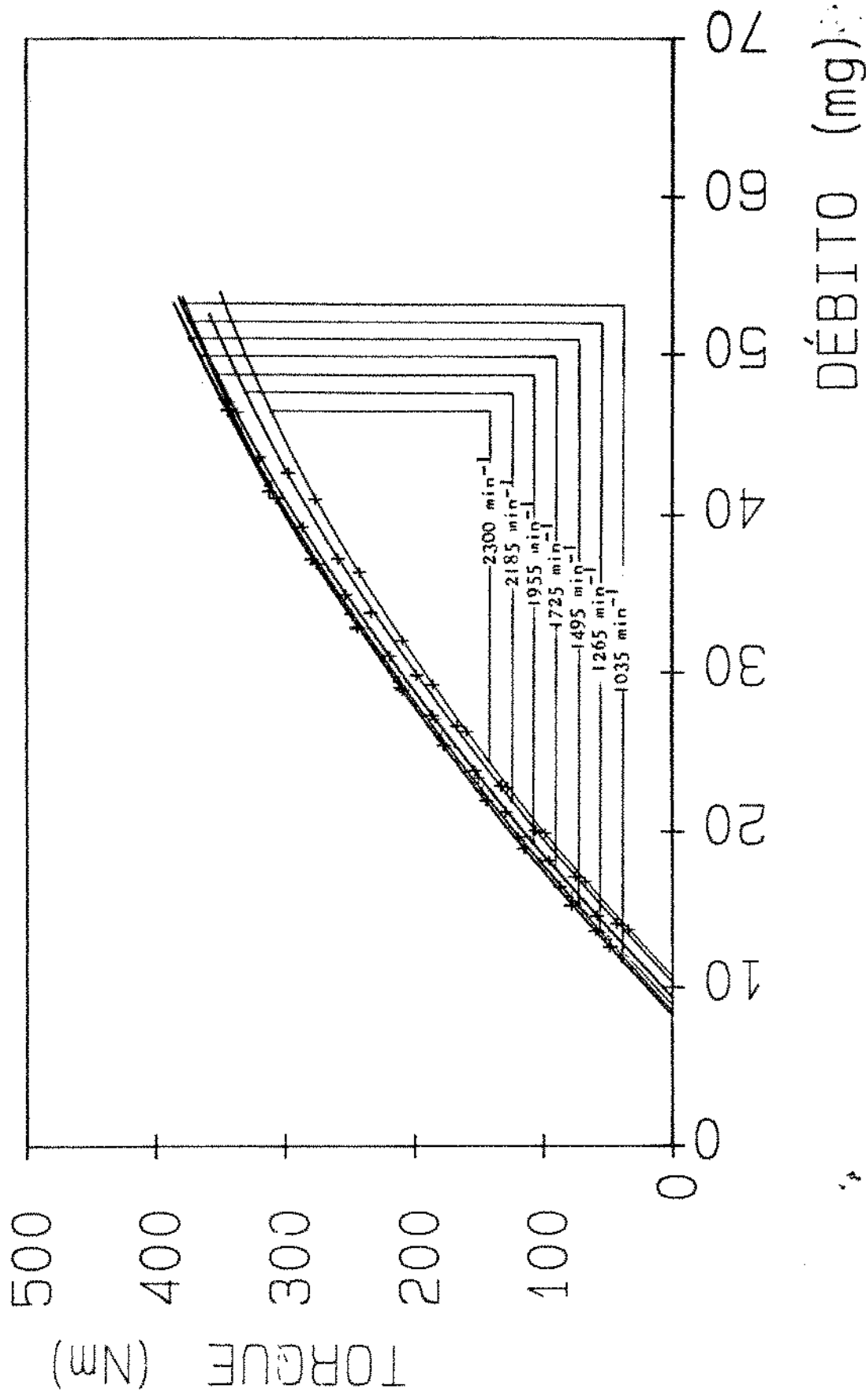


FIGURA 4.2 - Torque Efetivo Equivalente no Motor do Trator 2 em Função da Massa de Combustível Injetada por Cilindro e por Ciclo, à Rotações Constantes.

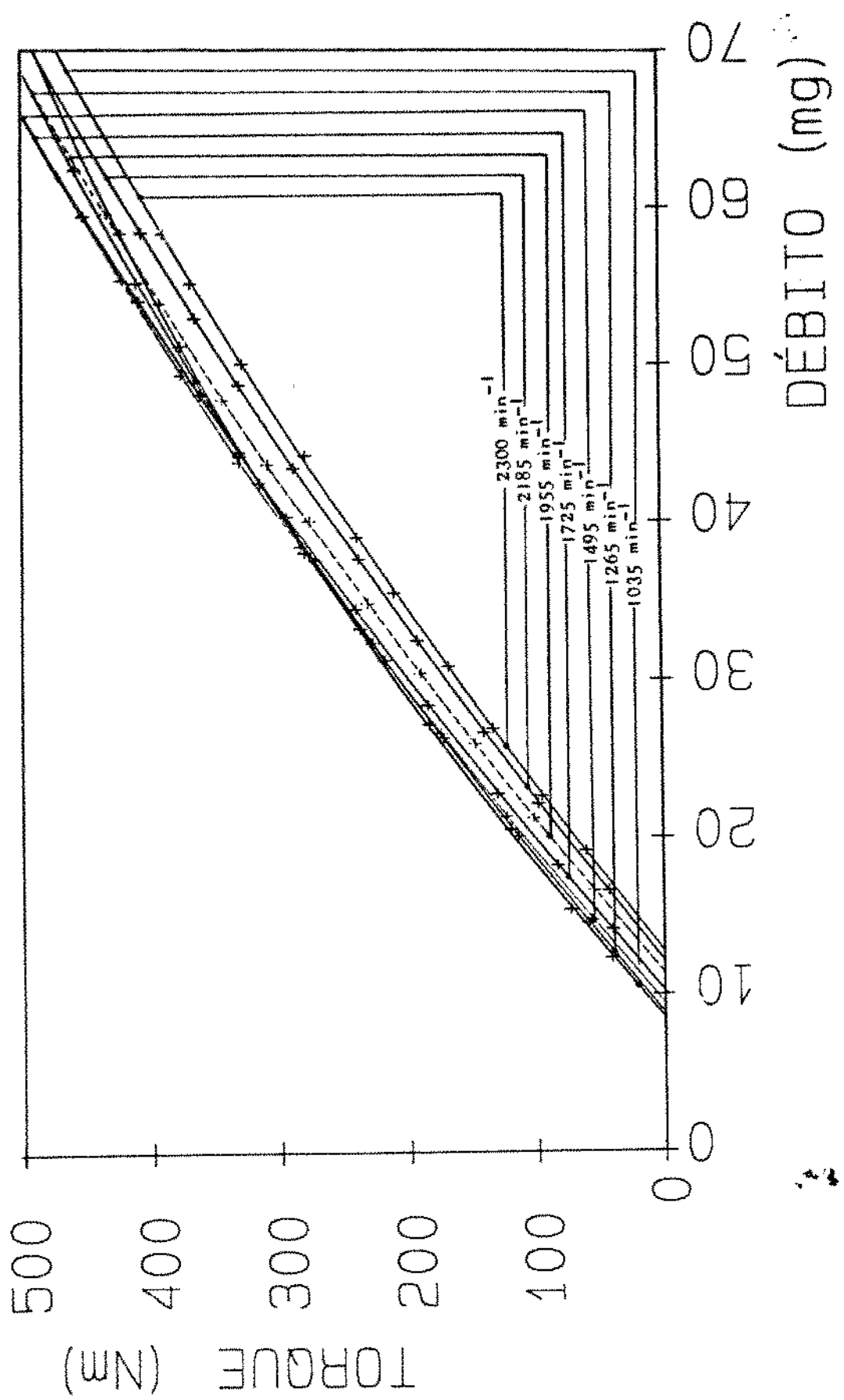


FIGURA 4.3 - Torque Efetivo Equivalente no Motor do Trator 3 em Função da Massa de Combustível Injetada por Cilindro e por Ciclo, à Rotações Constantes.

da rotação, correspondendo a uma equivalente queda na eficiência efetiva devido ao aumento da potência de atrito. Vê-se ainda, que todas as parábolas possuem concavidade para baixo. Isto significa que o débito exigido a torques baixos e elevados é maior do que aquele fornecido por uma regressão linear, fato já observado por Küttner (7).

4.4. Método 2 - Avaliação Indireta do Torque Através da Medição da Temperatura de Escape

Aqui, a utilização do método de regressão passo-a-passo (stepwise regression) proporcionou as equações apresentadas nos Quadros 4.4, 4.5 e 4.6, para os tratores 1, 2 e 3, respectivamente. Novamente temos pela equação (3.14):

$$T_e = c_0 + \sum_{i=1}^8 c_i \cdot X_i$$

No caso, por exemplo, da equação 4.20 do Quadro 4.4, temos:

$$T_e = -39,28 + 45,30 \cdot 10^{-2} \Delta T - 3,577 \cdot 10^{-5} N^2 + 2,138 \cdot 10^{-4} N \Delta T$$

Com: T_e (Nm), ΔT (K), N (min^{-1})

Nos referidos quadros observa-se:

1. A variável ΔT foi a primeira a ser incluída no modelo, proporcionando um R^2 de 0,949, 0,865 e 0,957 para as equações de regressão ajustadas para os tratores 1, 2 e 3, respectivamente;

QUADRO 4.4 - Coeficientes das Equações de Regressão para o Método 2 e Trator I

EQUA ÇÕES	V A R I Á V E I S						R ²	ΔR ² (%)
	Constante	ΔT 10 ⁻² (K)	N ² 10 ⁻⁵ (min ⁻²)	N. ΔT 10 ⁻⁴ (min ⁻¹ .K)	ΔT ² 10 ⁻⁴ (K ²)	N ² . ΔT 10 ⁻⁸ (min ⁻² .K)		
4.18	- 125,6	76,36****	-	-	-	-	0,949	-
4.19	- 98,64	77,38****	- 1,094****	-	-	-	0,980	3,2
4.20	- 39,28	45,30****	- 3,577****	2,138****	-	-	0,993	1,3
4.21	- 2,289	22,22****	- 3,384****	2,036****	3,276****	-	0,995	0,2
4.22	- 10,31	2,023 N.S.	- 2,904****	4,687****	3,605****	- 9,064****	0,998	0,3
4.23	- 8,051	-	- 2,905****	4,776****	3,775****	- 9,313****	0,998	0,0

N.S. - Não significativo, pelo teste F, a 10% de probabilidade.

**** - Significativo, pelo teste F, a 0,1% de probabilidade.

QUADRO 4.5 - Coeficientes das Equações de Regressão para o Método 2 e Trator 2

EQUA ÇÕES	V A R I Á V E I S							R ²	ΔR ² (%)
	Constante	ΔT 10 ⁻¹ (K)	N. ΔT 10 ⁻⁵ (min ⁻¹ .K)	N ² 10 ⁻⁶ (min ⁻²)	ΔT ² 10 ⁻⁴ (K ²)	N	10 ⁻³ (min ⁻¹)		
4.24	- 63,01	6,884 ^{****}	-	-	-	-	-	0,865	-
4.25	- 80,90	10,86 ^{****}	- 20,22 ^{****}	-	-	-	-	0,993	14,8
4.26	- 54,88	9,567 ^{****}	+ 12,45 ^{****}	- 9,055 ^{****}	-	-	-	0,995	0,2
4.27	- 79,32	11,16 ^{****}	- 8,798 ^{****}	- 13,03 ^{****}	- 3,002 ^{****}	-	-	0,997	0,2
4.28	- 94,71	11,19 ^{****}	- 9,022 ^{****}	- 18,31 ^{****}	- 3,002 ^{****}	1,871 [*]	-	0,997	0,0

* - Significativo, pelo teste F, a 10% de probabilidade.

**** - Significativo, pelo teste F, a 0,1% de probabilidade.

QUADRO 4.6 - Coeficientes das Equações de Regressão para o Método 2 e Trator 3

EQUA ÇÕES	V A R I Á V E I S								R ²	ΔR ² (%)
	Constante	ΔT 10 ⁻¹ (K)	N ² 10 ⁻⁶ (min ⁻²)	ΔT ² 10 ⁻⁴ (K ²)	N. ΔT 10 ⁻⁵ (min ⁻¹ .K)	N ² . ΔT ² 10 ⁻¹⁰ (min ⁻² .K ²)	N	N 10 ⁻¹ (min ⁻¹)		
4.29	- 189,4	12,53 ****	-	-	-	-	-	-	0,957	-
4.30	- 151,5	12,78 ****	- 14,79 ****	-	-	-	-	-	0,988	3,2
4.31	- 95,62	9,065****	- 14,34 ****	5,523***	-	-	-	-	0,989	0,1
4.32	- 87,31	8,659****	- 19,58 ****	4,855**	5,143 N.S.	-	-	-	0,990	0,1
4.33	- 49,54	3,300*	- 31,18 ****	9,712****	35,65 ****	- 1,485****	-	-	0,992	0,2
4.34	88,84	- 1,362 N.S.	- 6,177 N.S.	13,01 ****	66,91 ****	- 2,835****	- 1,336**	-	0,992	0,0
4.35	82,42	-	-	11,72 ****	61,55 ****	- 2,632****	- 1,452****	-	0,992	0,0

N.S. - Não significativo, pelo teste F, a 10 % de probabilidade.

* - Significativo, pelo teste F, a 10 % de probabilidade.

** - Significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

*** - Significativo, pelo teste F, a 1% de probabilidade.

**** - Significativo, pelo teste F, a 0,1% de probabilidade.

2. As quatro primeiras variáveis a entrarem no modelo foram as mesmas para os três tratores: ΔT , $N \Delta T$, N^2 e ΔT^2 . Entretanto, não coincidiu a ordem de entrada. O modelo com 4 variáveis teve um R^2 de 0,995, 0,997 e 0,990 para as equações de regressão ajustadas para os tratores 1, 2 e 3, respectivamente;
3. Para o caso do trator 1 mostrou-se significativa, pelo teste F, ao nível de 0,1% de probabilidade, a inclusão da quinta variável $N^2 \Delta T$, elevando-se o R^2 ao valor de 0,998;
4. Já para o caso do trator 2, a inclusão da quinta variável N só foi significativa, pelo teste F, ao nível de 10% de probabilidade, permanecendo o R^2 em 0,997;
5. Na modelagem para o trator 3 foi significativa, pelo teste F, a inclusão das variáveis $N^2 \Delta T^2$ e N aos níveis de 0,1% e 5% de probabilidade, respectivamente, elevando-se o R^2 para 0,992.

As Figuras 4.4, 4.5 e 4.6 apresentam o torque efetivo reduzido equivalente no motor em função da variável ΔT (diferença entre a temperatura dos gases de escape e a temperatura do ar de admissão) a rotações constantes para os tratores 1, 2 e 3, respectivamente. Novamente, para ilustração, foram ajustadas equações de regressão polinomiais de segunda ordem para cada rotação do motor.

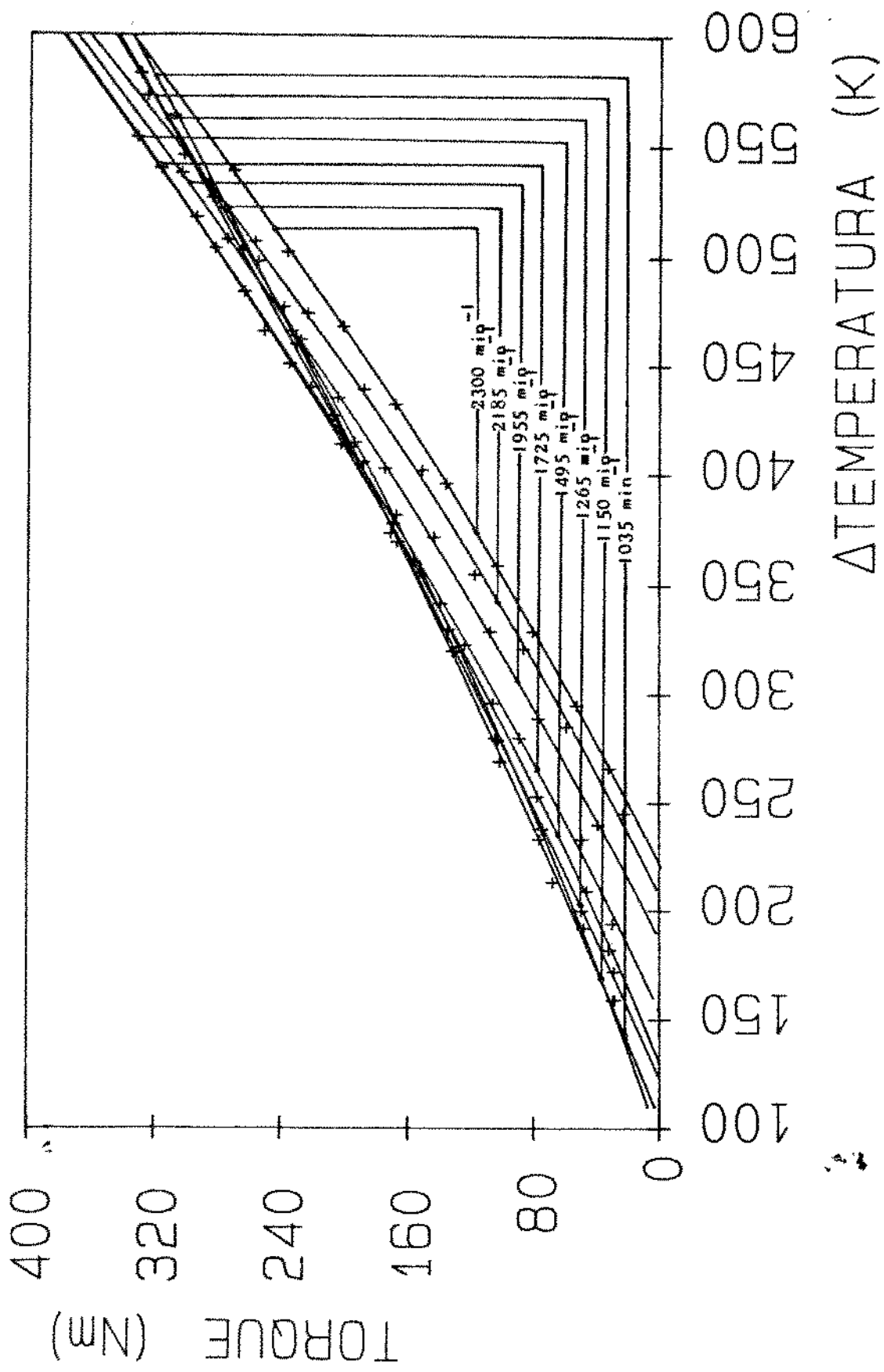


FIGURA 4.4 - Torque Efetivo Equivalente no Motor do Trator I em Função da Diferença entre a Temperatura dos Gases de Escape e a Temperatura do Ar de Admissão, à Rotações Constantes.

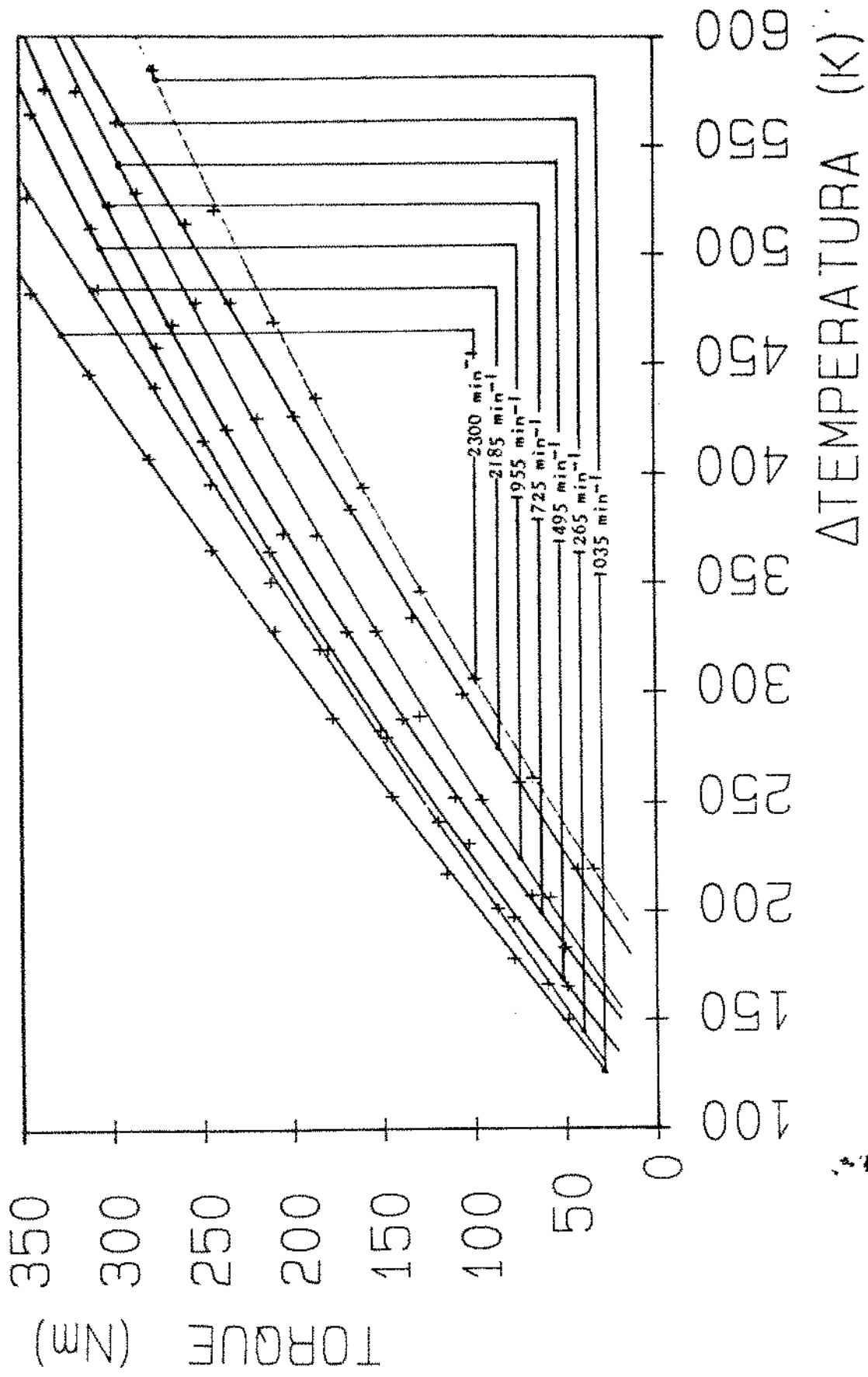


FIGURA 4.5 - Torque Efetivo Equivalente no Motor do Trator 2 em Função da Diferença entre a Temperatura dos Gases de Escape e a Temperatura do Ar de Admissão, à Rotações Constantes.

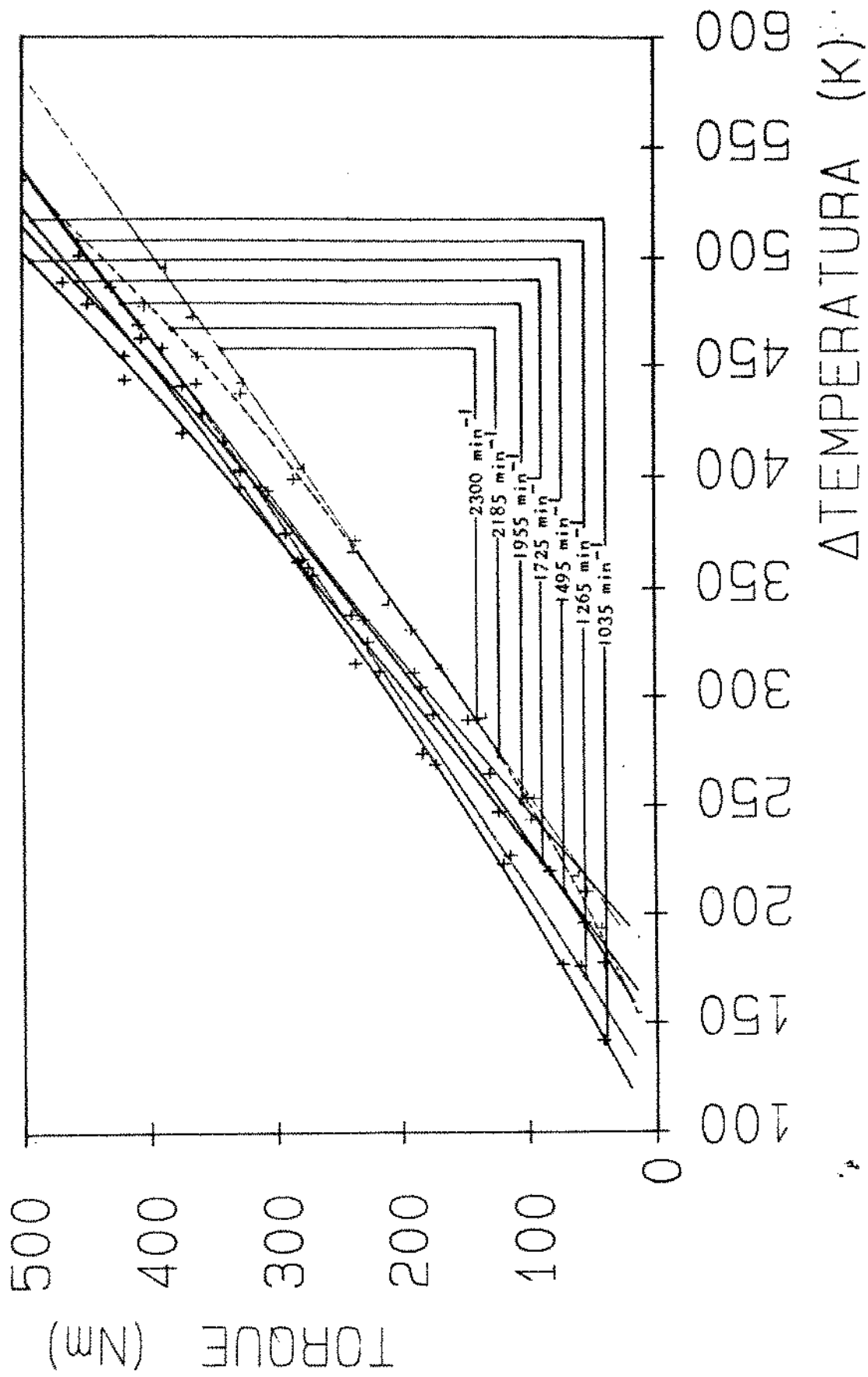


FIGURA 4.6 - Torque Efetivo Equivalente no Motor do Trator 3 em Função da Diferença entre a Temperatura dos Gases de Escape e a Temperatura do Ar de Admissão, à Rotações Constantes.

Na Figura 4.5 referente ao trator 2, cujo motor não é turbo-alimentado, observou-se:

1. Que a ΔT correspondente a um determinado torque foi sempre maior com o aumento da rotação;
2. Que todas as parábolas tem concavidade para cima, significando que o ΔT observado a torques baixos e elevados é menor do que aquele fornecido por uma regressão linear. Este resultado contradiz o observado por Kirste (6).

Nas Figuras 4.4 e 4.6 referentes aos tratores 1 e 3, respectivamente, cujos motores são turbo-alimentados, observou-se:

1. Para um determinado torque a ΔT correspondente foi menor com o aumento da rotação para baixas rotações. Já para a faixa de média e alta rotações a tendência verificada foi a mesma que a do motor não-turbinado;
2. Também para os tratores 1 e 3 todas as parábolas tem concavidade para cima.

4.5. Método 3 - Avaliação Indireta do Torque Através da Medição da Posição da Alavanca de Acionamento da Bomba Injetora

4.5.1. Modelagem da curva de torque para o motor trabalhando fora da zona de corte do regulador de rotações

Novamente da aplicação do método de regressão passo-a-passo (stepwise regression) resultaram as equações apresentadas nos Quadros 4.7, 4.8 e 4.9, para os tratores 1, 2 e 3, respectivamente. Pela equação (3.14):

$$T_e = c_0 + \sum_{i=1}^8 c_i \cdot X_i$$

No caso, por exemplo, da equação (4.40) do Quadro 4.8 temos:

$$T_e = 248,9 + 15,55 \cdot 10^{-2} N - 6,223 \cdot 10^{-5} N^2$$

Com: T_e (Nm), N (min^{-1})

Verifica-se da observação dos referidos quadros:

1. A inclusão da variável N^3 foi significativa, pelo teste F, ao nível de 0,1%, para os tratores com motores turbo-alimentados (tratores 1 e 3), não tendo sido significativa ao nível de 10%, para o trator com motor de aspiração natural (trator 2);
2. O modelo contendo as variáveis N e N^2 proporcionou um R^2 de 0,928, 0,993 e 0,906, para os tratores 1, 2 e 3, respectivamente;
3. O modelo contendo as variáveis N , N^2 e N^3 teve um R^2 de 0,973, 0,993 e 0,976, para os tratores 1, 2 e 3, respectivamente;

QUADRO 4.7 - Coeficientes das Equações de Regressão para o Método 3 e Trator 1 - Desempenho
 Fora da Zona de Corte do Regulador de Rotações

EQUA ÇÕES	V A R I Á V E I S				R ²	ΔR ² (%)
	Constante	N 10 ⁻² (min ⁻¹)	N ² 10 ⁻⁵ (min ⁻²)	N ³ 10 ⁻⁸ (min ⁻³)		
4.36	369,6	- 3,839 ****	-	-	0,585	-
4.37	166,5	22,56 ****	- 7,955 ****	-	0,928	58,6
4.38	- 140,1	84,39 ****	- 47,62 ****	8,118 ****	0,973	4,8

**** - Significativo, pelo teste F, a 0,1 % de probabilidade.

QUADRO 4.8. - Coeficientes das Equações de Regressão para o Método 3 e Trator 2 - Desempenho
 Fora da Zona de Corte do Regulador de Rotações

EQUA ÇÕES	V A R I Á V E I S			R ²	ΔR ² (%)
	Constante	N 10 ⁻¹ (min ⁻¹)	N ² 10 ⁻⁵ (min ⁻²)		
4.39	410,9	- 5,371 ^{****}	-	0,845	-
4.40	248,9	15,55 ^{****}	- 6,223 ^{****}	0,993	17,5
4.41	215,3	22,32 [*]	- 10,57 ^{N.S.}	0,993	0,0

N.S. - Não significativo, pelo teste F, a 10% de probabilidade.

* - Significativo, pelo teste F, a 10% de probabilidade.

**** - Significativo, pelo teste F, a 0,1% de probabilidade.

QUADRO 4.9 - Coeficientes das Equações de Regressão para o Método 3 e Trator 3 - Desempenho
 Fora da Zona de Corte do Regulador de Rotações

EQUA ÇÕES	V A R I Á V E I S				R ²	ΔR ² (%)
	Contante	N 10 ⁻² (min ⁻¹)	N ² 10 ⁻⁴ (min ⁻²)	N ³ 10 ⁻⁷ (min ⁻³)		
4.42	496,3	- 3,985 ^{**}	-	-	0,311	-
4.43	87,61	47,36 ^{****}	- 1,507 ^{****}	-	0,906	191,3
4.44	- 554,8	173,8 ^{****}	- 9,450 ^{****}	1,597 ^{****}	0,976	7,7

** - Significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade.
 **** - Significativo, pelo teste F, a 0,1% de probabilidade.

te.

As Figuras 4.7, 4.8 e 4.9 apresentam as curvas de torque para o motor trabalhando na zona de corte do regulador de rotações. As equações ajustadas foram: equações (4.38), (4.40) e (4.44) para os tratores 1, 2 e 3, respectivamente.

4.5.2. Modelagem da curva de torque para o motor trabalhando na zona de corte do regulador de rotações

Aqui a utilização do método de regressão passo-a-passo (stepwise regression) proporcionou as equações apresentadas nos Quadros 4.10, 4.11 e 4.12, para os tratores 1, 2 e 3, respectivamente. Retomando a equação (3.14):

$$T_e = c_0 + \sum_{i=1}^8 c_i \cdot X_i$$

No caso, por exemplo, da equação (4.46) do Quadro 4.10 temos:

$$T_e = -2,679 - 1,898 N + 2,215 N_m - 8,799 \cdot 10^{-5} N_m^2$$

Com: T_e (Nm), N (min^{-1}), N_m (min^{-1})

Nos referidos quadros observa-se:

1. A primeira equação para cada caso possui 2 variáveis independentes, visto que todas as equações possíveis com uma única variável independente apresentavam um R^2 menor que 0,08;

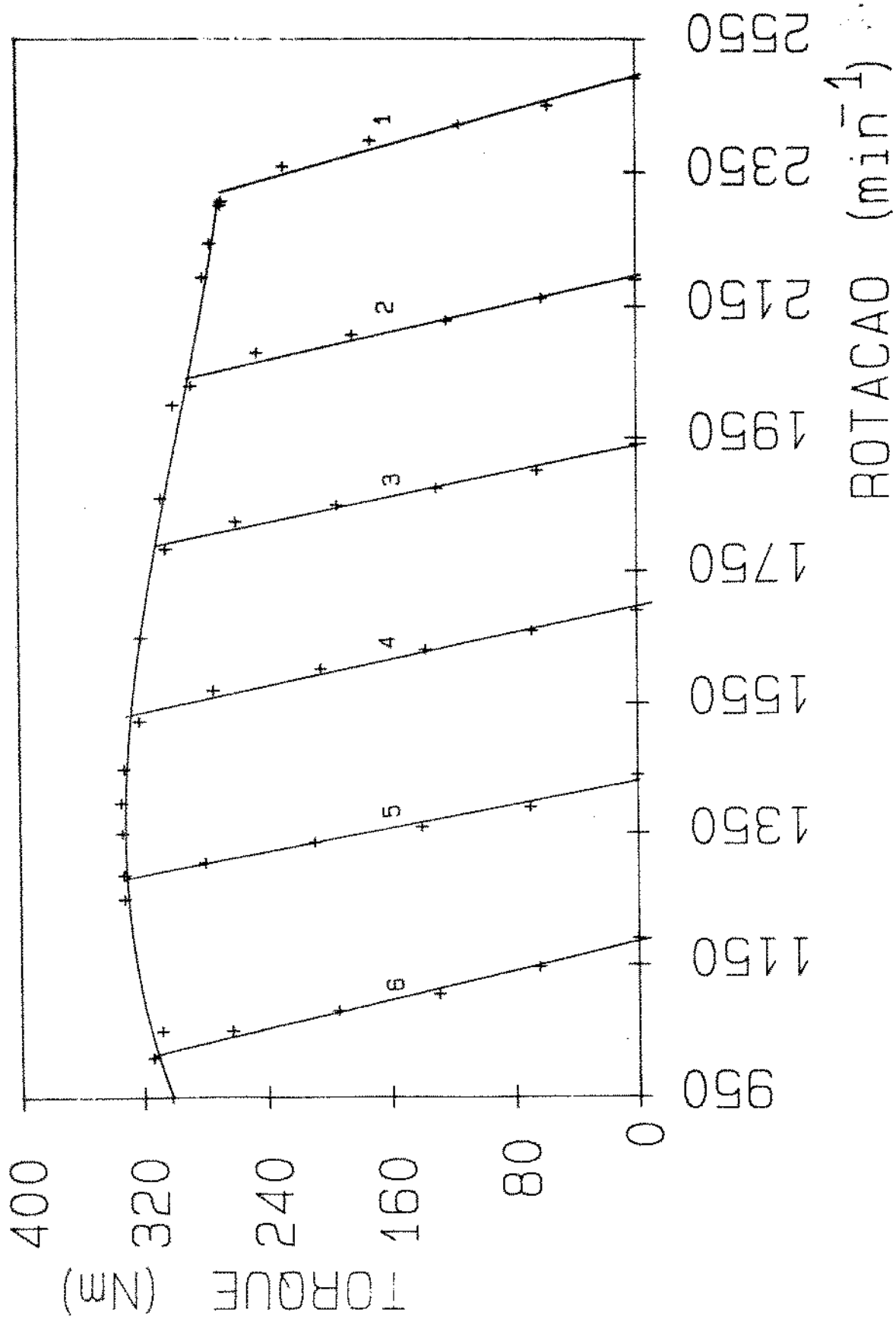


FIGURA 4.7 - Torque Efetivo Equivalente no Motor do Trator I em Função da Rotação do Motor, à Diversas Posições da Alavanca de Acionamento da Bomba Injetora (de 1 a 6).

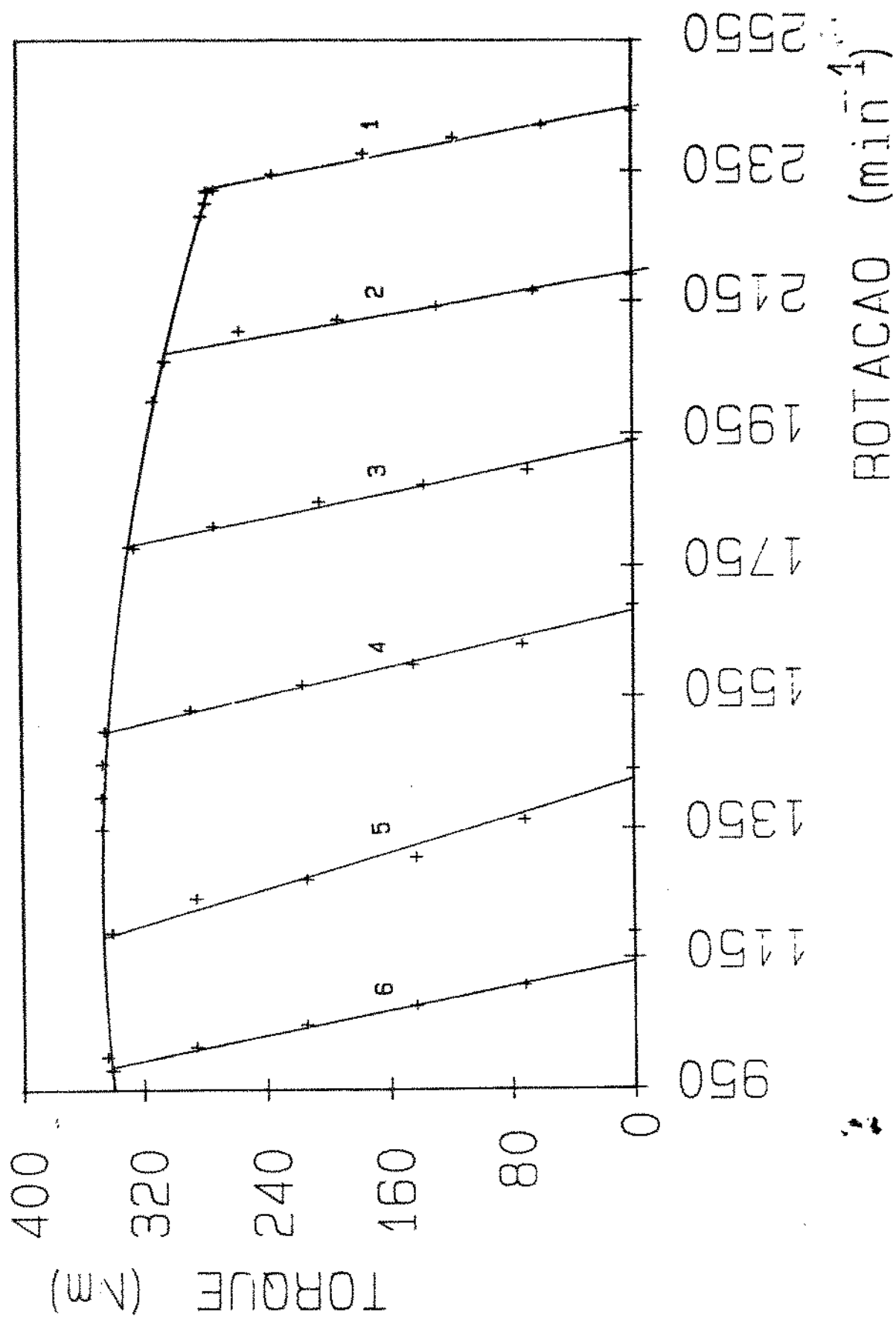


FIGURA 4.8 - Torque Efetivo Equivalente no Motor do Trator 2 em Função da Rotação do Motor, à Diversas Posições da Alavanca de Acionamento da Bomba Injetora (de 1 a 6).

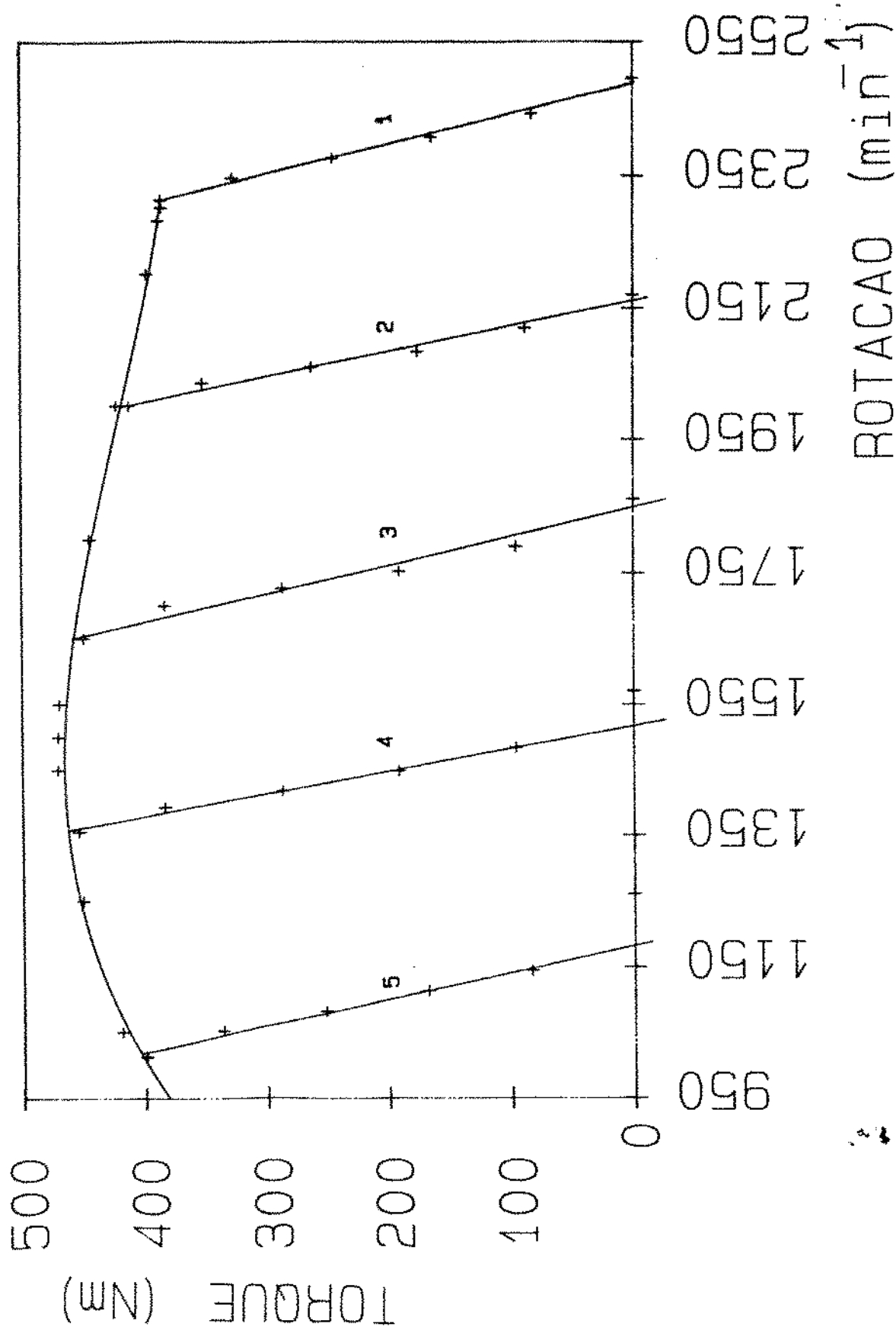


FIGURA 4.9 - Torque Efetivo Equivalente no Motor do Trator 3 em Função da Rotação do Motor, à Diversas Posições da Alavanca de Acionamento da Bomba Injetora (de 1 a 5).

QUADRO 4.10 - Coeficientes das Equações de Regressão para o Método 3 e Trator 1 - Desempenho na Zona de Corte do Regulador de Rotações

EQUAÇÕES	V A R I Á V E I S					R ²	ΔR ² (%)
	Constante	N (min ⁻¹)	N _m (min ⁻¹)	N _m ² 10 ⁻⁵ (min ⁻²)	N _m ² .N _m 10 ⁻⁸ (min ⁻³)		
4.45	14,81	- 1,872 ^{****}	1,866 ^{****}	-	-	0,948	-
4.46	- 267,9	- 1,898 ^{****}	2,215 ^{****}	- 8,799 ^{****}	-	0,968	2,1
4.47	- 498,8	- 2,144 ^{****}	2,825 ^{****}	- 28,48 ^{***}	3,655 ^{**}	0,972	0,4

** - Significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

*** - Significativo, pelo teste F, a 1% de probabilidade.

**** - Significativo, pelo teste F, a 0,1% de probabilidade.

QUADRO 4.11 - Coeficientes das Equações de Regressão para o Método 3 e Trator 2 - Desempenho na Zona de Corte do Regulador de Rotações

EQUAÇÕES	V A R I Á V E I S					R ²	ΔR ² (%)
	Constante	N (min ⁻¹)	N _m 10 ⁻¹ (min ⁻¹)	N ² _m 10 ⁻⁵ (min ⁻²)	N ² · N _m ² 10 ⁻¹¹ (min ⁻⁴)		
4.48	- 182,6 ****	- 1,823 ****	19,20 ****	-	-	0,918	-
4.49	- 286,1 ****	- 1,832 ****	20,47 ****	- 3,179 N.S.	-	0,920	0,2
4.50	966,9 ****	- 1,435 ****	- 1,996 N.S.	72,98 ****	- 3,749 ****	0,958	4,1
4.51	854,6 ****	- 1,474 ****	-	66,51 ****	- 3,444 ****	0,958	0,0

N.S. - Não significativo, pelo teste F, a 10% de probabilidade.

**** - Significativo, pelo teste F, a 0,1% de probabilidade.

QUADRO 4.12 - Coeficientes das Equações de Regressão para o Método 3 e Trator 3 - Desempenho na Zona de Corte do Regulador de Rotações

EQUAÇÕES	V A R I Á V E I S					R ²	ΔR ² (%)
	Constante	N (min ⁻¹)	N _m (min ⁻¹)	N _m ² 10 ⁻⁴ (min ⁻²)	N ² .N _m 10 ⁻⁸ (min ⁻³)		
4.52	- 253,7	- 2,297 ****	2,403 ****	-	-	0,917	-
4.53	- 1002	- 2,415 ****	3,331 ****	- 2,125 ****	-	0,974	-
4.54	- 1348	- 2,712 ****	4,101 ****	- 4,399 ****	3,866 *	0,977	0,3

* - Significativo, pelo teste F, a 10% de probabilidade.

*** - Significativo, pelo teste F, a 1% de probabilidade.

**** - Significativo, pelo teste F, a 0,1% de probabilidade.

2. Para os três casos, a inclusão das variáveis N e N_m foi significativa, pelo teste F , ao nível de 0,1% de probabilidade, proporcionando um R^2 de 0,948, 0,918 e 0,917 para os tratores 1, 2 e 3, respectivamente;

3. A terceira variável a ser incluída no modelo para os três casos foi N_m^2 , tendo sido sua inclusão significativa, pelo teste F , ao nível de 0,1% de probabilidade, para os tratores 1 e 3, não tendo sido significativa ao nível de 10% de probabilidade, para o trator 2. Ela elevou o R^2 para 0,968 (trator 1), 0,920 (trator 2) e 0,974 (trator 3);

4. Para os casos dos tratores 1 e 3 mostrou-se significativa, pelo teste F , aos níveis de 5 e 10% de probabilidade, respectivamente, a inclusão da quarta variável $N^2 N_m$, que elevou o R^2 aos valores de 0,972 e 0,977;

5. A inclusão da variável $N^2 N_m$ como quarta variável do modelo para o trator 2 só foi significativa, pelo teste F , ao nível de 10% de probabilidade, elevando o R^2 para 0,977.

As Figuras 4.7, 4.8 e 4.9 apresentam o torque reduzido equivalente no motor em função das posições da alavanca de acionamento da bomba injetora especificadas no Quadro 3.3.

4.5.3. Utilização dos modelos

Vamos supor que se queira utilizar na avaliação indireta do torque do trator 2 a equação (4.40) do Quadro 4.8 e a equação (4.49) do Quadro 4.11. Teremos então:

Para o motor operando fora da zona de corte:

$$T_e = 248,9 + 15,55 \cdot 10^{-2} N - 6,223 \cdot 10^{-5} N^2$$

E para o motor operando na zona de corte:

$$T_e = -286,1 - 1,832 N + 2,047 Nm - 3,179 \cdot 10^{-5} Nm^2$$

Para um determinado valor de Nm, a equação 4.49 fornece valores cada vez maiores quanto menor a rotação. A referência da equação, proporcionará, portanto, para rotações menores que a rotação de início de corte, valores maiores que os reais, fornecidos pela equação 4.40. Do mesmo modo a equação 4.40 fornecerá, para rotações maiores que a rotação de início de corte, valores maiores que os reais, proporcionados pela equação 4.49. Têm-se, portanto, que o torque T_e para uma dada rotação do motor N e uma rotação máxima livre Nm:

$$T_e = \min \left[T_e \text{ (equação (4.40)) }, T_e \text{ (equação (4.49)) } \right] \dots (4.55)$$

Ou seja, o menor dos valores calculados através de cada equação.

4.6. Avaliação dos Métodos

4.6.1. Precisão

O Quadro 4.13 apresenta os coeficientes de determinação múltipla das equações correspondentes a um modelo escolhido para cada método. A escolha dos modelos cujas variáveis independentes são mostradas no referido quadro foi devida a:

1. No caso do método 1, o modelo conseqüente, com 5 variáveis, apresentou ΔR^2 nulo;
2. No caso do método 2 e 3, os modelos com mais uma variável não possuíam a mesma sequência de variáveis para os 3 casos (tratores 1, 2 e 3).

Pode-se então afirmar que, na média, o Método 1, medição do consumo de combustível, foi o mais preciso, seguido do Método 2, medição da temperatura de escape.

4.6.2. Custo

Para os três métodos existe a necessidade de se medir a rotação do motor, tendo sido escolhida a técnica óptica. Leva portanto vantagem, em termos de custo, o Método 3, para a qual não se necessita dispositivo adicional para mensurar a outra variável independente, rotação máxima livre, que foi medida com o mesmo sensor de rotação do motor.

QUADRO 4.13 - Coeficientes de Determinação Múltipla das Equações Correspondentes a um Modelo Escolhido para Cada Método

	MÉTODO 1	MÉTODO 2	MÉTODO 3
VARIÁVEIS	D, N^2, N, D^2	$\Delta T, N \Delta T, N^2, \Delta T^2$	N, N_m, N_m^2
TRATOR 1	$R^2 = 0,998$	$R^2 = 0,995$	$R^2 = 0,968$
TRATOR 2	$R^2 = 0,999$	$R^2 = 0,997$	$R^2 = 0,920$
TRATOR 3	$R^2 = 0,999$	$R^2 = 0,990$	$R^2 = 0,974$
M É D I A	$R^2 = 0,999$	$R^2 = 0,994$	$R^2 = 0,954$

Para os outros dois métodos precisa-se medir ou o consumo de combustível, ou a temperatura de escape. Neste caso é menos cara a medição de temperatura.

4.6.3. Facilidade de adaptação

Novamente devido à necessidade de se medir, nos três métodos, a rotação do motor, e que o Método 3 não precisa de sensor adicional, ele é o de maior facilidade de adaptação.

Já para os outros dois métodos precisa-se instalar um sistema de medição de consumo de combustível ou um de medição de temperatura. Neste caso não se verificaram vantagens entre os Métodos 1 ou 2.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Este trabalho foi elaborado com dados obtidos em ensaios de desempenho na Tomada de Potência de três tratores agrícolas com potências de 70, 90 e 107 kW. O propósito deste estudo foi investigar meios de avaliação indireta do torque de motores diesel. Como possíveis técnicas escolheram-se: Método 1 - Medição do consumo de combustível, Método 2 - Medição de temperatura dos gases de escape, Método 3 - Medição da posição da alavanca de acionamento da bomba injetora.

A medição do consumo de combustível foi feita utilizando-se medidor digital com pré-fixação de volume de combustível a ser utilizado e leitura de tempo gasto. A partir do consumo horário de combustível foi calculada a massa de combustível injetada por cilindro e por ciclo (D), que foi utilizada

como variável independente na modelagem matemática do torque ' no Método 1.

A temperatura dos gases de escape foi medida utilizando-se um termo-elemento do tipo ferro-constantan. Como variável independente, neste método, foi usada a diferença entre a temperatura dos gases de escape e a temperatura do ar de admissão (ΔT).

A posição da alavanca de acionamento da bomba injetora foi avaliada através da rotação máxima livre do motor (Nm), proporcionada a cada posição da referida alavanca, sendo esta rotação tomada como variável independente no Método 3.

A análise estatística dos resultados mostrou que na modelagem matemática em cada método a inclusão de uma segunda variável independente, a rotação do motor (N), foi significativa, bem como que a primeira e segunda potência de cada uma das duas variáveis independentes tinham correlação com o torque.

Procurando-se analisar também a influência das combinações entre as variáveis optou-se pelo modelo:

$$T_e = c_0 + c_1 Y + c_2 Y^2 + c_3 X + c_4 X Y + c_5 X Y^2 + c_6 X^2 + c_7 X^2 Y + c_8 X^2 Y^2 \quad (5.1)$$

Onde: T_e = Torque;

X = Variável independente I (D, ou ΔT , ou Nm);

\bar{Y} = Variável independente 2 (N);

c_0, \dots, c_8 = Constantes.

A utilização do método de regressão passo-a-passo (stepwise regression) propiciou, em cada caso, diversas equações de regressão com números crescentes de variáveis. O processo de adição de variáveis era cessado quando entre as variáveis não pertencentes ao modelo não existia nenhum com significância ao nível de 10% de probabilidade, pelo teste F.

Nas condições em que foi feito este trabalho chegou-se as seguintes conclusões:

1. Na média, o Método 1, foi o mais preciso, seguido pelo Método 2;
2. O Método 3 é o de custo menos elevado, seguido pelo Método 2;
3. O Método 3 é o de maior facilidade de adaptação;
4. O modelo matemático para o Método 1 contendo 4 variáveis independentes (equação (5.2)) proporcionou um coeficiente de determinação múltipla (R^2) de 0,999, em média.

$$T_e = a_0 + a_1 D + a_2 D^2 + a_3 N + a_4 N^2 \quad (5.2)$$

Onde: T_e = Torque, Nm;

D = Massa de combustível injetada por cilindro e por ci-

c_{10} , kg;

N = Rotação do motor, min^{-1} ;

a_0, \dots, a_4 = Constantes.

5. O modelo matemático para o Método 2 contendo 4 variáveis independentes (equação (5.3)) proporcionou um R^2 de 0,994, em média.

$$T_e = b_0 + b_1 \Delta T + b_2 \Delta T^2 + b_3 N \Delta T + b_4 N^2 \quad (5.3)$$

Onde: ΔT = Diferença entre a temperatura dos gases de escape e a temperatura do ar de admissão, K;

b_0, \dots, b_4 = Constantes.

6. O modelo matemático para o Método 3 contendo 3 variáveis independentes (equação (5.4)) proporcionou um R^2 de 0,954, em média.

$$T_e = c_0 + c_1 N + c_2 N_m^2 + c_3 N_m^3 \quad (5.4)$$

Onde: N_m = Rotação máxima livre, min^{-1} ;

c_0, \dots, c_3 = Constantes.

BIBLIOGRAFIA CITADA

01. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Método de ensaio de motores alternativos de combustão interna - NBR 5484. Rio de Janeiro, ABNT, 1984 8 p.
02. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Método de ensaio de tratores agrícolas - MB 484. Rio de Janeiro, ABNT, 1969. 8 p.
03. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Motores de combustão interna alternativos, de ignição por compressão (Diesel), ou ignição por centelha (otto), veiculares não turbinados - MB 372. Rio de Janeiro, ABNT, 1975 23 p.

04. BASIC STATISTICS AND DATA MANIPULATION PAC. Corvallis,
Hewlett-Packard Company, 1980. 40 p.
05. KHOVAKH, M. et alii. Motor vehicle engines. Moscow,
Mir Publishers, 1979. 615 p.
06. KIRSTE, T. et alii. Kennfeldmonitor fuer Dieselmotoren.
Sep. Landtechnik, Darmstadt, 40(10): p. 426-430, Ock,
1985.
07. KÜTTNER, K.-H. Kolbenmaschinen. Stuttgart, B. G. Teubner,
1974. 416 p.
08. MIALHE, L. G. Análise das características técnicas e de-
sempenho de tratores. Piracicaba, 1985. 145 p.
09. NETER, J. & WASSERMAN, W. Applied linear statistical mo-
dels. Homewood, Richard D. Irwin, Inc., 1974. 842 p.
10. REGRESSION ANALYSIS PAC. Corvallis, Hewlett-Packard Com-
pany, 1980. 45 p.

11. SCHIMMEL, V. J. & HULLA, S. Einsatzoptimierung von Acker
schleppern durch elektronische Fahrerinformation. Sep.
Grundlagen Landtechnik, Duesseldorf, 33(1): p. 5-10,
Jan-Feb, 1983.
12. STOECKER, W. F. Design of thermal systems. New York,
McGraw-Hill Book Company, 1971. 244 p.
13. SUMMER, H. R. et alii. Measuring implement power requeri
ments from tractor fuel consupction. Sep. Transations
of the ASAE, St. Joseph, 29(1): p. 85-89, Jan-Feb, 1986.
14. TAYLOR, C. F. Análise dos motores de combustão interna.
São Paulo, Editora Edgard Blücher Ltda, 1971. 531 p.
15. THEMA: KRAFTSTOFFVERBRAUCH. Mannheim, John Deere Werke
Mannheim, 1980. 20 p.

APÊNDICES

APÉNDICE A

DIVEN		TRATOR (marca/modelo): VALMET 980 TURBO		MOTOR (marca/modelo): BMW TD 229.4 TS		LOCAL DO ENSAIO: CENEJA/MA		DATA: 09/01/87				
POTÊNCIA DISPONÍVEL kW (CV)	ROTAÇÃO DO MOTOR RPM	TORQUE EQUIVALENTE Nm (Nm)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL l/h	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL g/kWh	TRABALHO ESPECÍFICO kWh/l (kWh/l)	DÉBITO mg/mi	TEMPERAT. ESCAPE °C	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO °C	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL °C	TEMPERAT. BULBO SECO °C	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C	BARÔMETRO mmHg

DESEMPENHO DO MOTOR A ROTAÇÃO CONSTANTE DE 2300 RPM

63,2 (64,8)	2300	262 (269)	20,4	268 (261)	3,09 (3,17)	61,3	571	31,9	27,5	26,5	22,5	949 (712)
55,3 (56,6)	2300	230 (235)	17,9	268 (262)	3,08 (3,15)	53,8	532	30,4	27,5	26,6	22,5	949 (712)
47,1 (48,2)	2300	196 (200)	15,9	279 (273)	2,96 (3,03)	47,7	498	30,5	27,6	26,6	22,7	949 (712)
39,5 (40,4)	2300	164 (168)	14,0	294 (287)	2,82 (2,88)	42,0	463	30,6	27,6	26,7	22,7	949 (712)
32,0 (32,7)	2300	133 (136)	12,1	314 (307)	2,64 (2,69)	36,3	426	29,7	27,9	26,9	22,8	949 (712)
24,2 (24,7)	2300	100 (103)	10,3	351 (344)	2,35 (2,41)	30,8	389	29,8	27,9	26,9	22,8	949 (712)
19,0 (19,4)	2300	79 (80)	9,0	393 (385)	2,10 (2,15)	27,0	358	29,1	27,9	27,0	22,8	949 (712)
12,4 (12,6)	2300	51 (52)	7,5	500 (490)	1,65 (1,69)	22,4	324	28,8	28,1	27,0	22,8	949 (712)
7,6 (7,7)	2300	31 (32)	6,4	705 (690)	1,17 (1,20)	19,3	296	29,5	28,3	26,9	22,9	949 (712)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) VALORES REQUISITOS SEGUNDO NBR 8484.

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

RELATORIO Nº 1038/87

DATA: 02/02/87

RELATORIO: 1038/87

TRATOR VALMET 980 TURBO

FOLHA: 90

DIVEN		TRATOR (marca/modelo): VALMET 980 TURBO				MOTOR (marca/modelo): MWM TD 229.4 TS				LOCAL DO ENSAIO: CENEA/MA		DATA: 09/01/87	
POTÊNCIA DISPONÍVEL (kW) (kW/s)	ROTAÇÃO DO MOTOR (rpm)	TORQUE EQUIVALENTE (Nm) (Nm/s)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL (l/h)	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL (g/kWh)	TRABALHO ESPECÍFICO (kWh/l)	DÉBITO (mg/in)	TEMPERAT. ESCAPE °C	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO °C	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL °C	TEMPERAT. BULBO SECO °C	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C	ACESSÓRIOS	BALANÇONÔMETRO
63,1 (64,7)	2185	276 (283)	19,5	255 (249)	3,24 (3,32)	61,5	558	31,1	28,9	27,2	23,2	949 (712)	
57,2 (58,5)	2185	250 (256)	17,7	257 (251)	3,22 (3,30)	55,9	537	30,4	29,0	27,2	23,2	949 (712)	
49,7 (50,8)	2185	217 (222)	15,8	263 (257)	3,14 (3,21)	49,8	505	30,7	29,0	27,3	23,1	949 (712)	
41,8 (42,8)	2185	183 (187)	13,8	273 (267)	3,02 (3,10)	43,6	470	30,9	29,1	27,3	23,1	949 (712)	
33,7 (34,5)	2185	147 (151)	11,9	293 (286)	2,82 (2,89)	37,6	433	31,4	29,2	27,4	23,1	949 (712)	
26,2 (26,8)	2185	114 (117)	10,1	319 (311)	2,59 (2,66)	31,8	387	31,9	29,2	27,6	23,1	949 (712)	
19,3 (19,7)	2185	84 (86)	8,5	365 (356)	2,26 (2,32)	26,8	353	32,2	29,4	27,7	23,2	949 (712)	
13,1 (13,5)	2185	58 (59)	7,2	450 (439)	1,84 (1,88)	22,5	317	32,0	29,5	27,7	23,2	949 (712)	
5,0 (5,2)	2185	22 (23)	5,4	886 (865)	0,93 (0,96)	17,0	276	31,2	29,7	28,0	23,3	949 (712)	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 0464.

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTENCIA PRINCIPAL

GENEA/MA

TRATOR (marca/modelo): VALMET 980 TURBO

RELATORIO Nº: 1038/87

POTENCIA DISPONIVEL kW (CV)

ROTAÇÃO DO MOTOR rpm

TORQUE EQUIVALENTE Nm (m.kg)

CONSUMO HORÁRIO COMBUSTIVEL l/h

CONSUMO ESPECIFICO COMBUSTIVEL g/kWh

TRABALHO ESPECIFICO kW/h

DÉBITO mg/m³

TEMPERAT. ESCAPE °C

TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO °C

TEMPERAT. COMBUSTIVEL °C

TEMPERAT. BULBO SECO °C

TEMPERAT. BULBO UMIDO °C

LOCAL DO ENSAIO: CENEVA/MA

DATA: 09/01/87

60,1 (61,9)

1955

293 (302)

17,7

243 (236)

3,39 (3,49)

62,3

573

35,4

31,8

30,6

23,8

949 (712)

54,3 (55,9)

1955

265 (273)

15,6

236 (230)

3,49 (3,59)

54,7

543

35,1

31,9

30,9

23,7

949 (712)

46,2 (47,6)

1955

226 (232)

13,9

247 (240)

3,33 (3,44)

48,7

501

35,5

31,9

30,9

23,9

949 (712)

40,4 (41,7)

1955

197 (104)

12,4

254 (246)

3,25 (3,35)

43,7

471

35,6

31,9

30,8

23,9

949 (712)

34,7 (35,7)

1955

169 (174)

11,1

265 (257)

3,12 (3,20)

39,1

437

34,0

31,9

30,9

23,9

949 (712)

28,6 (29,3)

1955

140 (143)

9,7

279 (272)

2,96 (3,03)

34,0

404

31,6

31,9

30,9

24,3

949 (712)

21,5 (22,0)

1955

105 (108)

8,2

313 (306)

2,63 (2,70)

28,7

361

32,1

32,0

30,9

24,3

949 (712)

15,3 (15,7)

1955

75 (77)

6,6

353 (344)

2,34 (2,40)

23,1

322

32,6

32,1

31,0

24,2

949 (712)

7,7 (7,9)

1955

38 (39)

5,1

544 (529)

1,52 (1,56)

17,9

273

33,1

32,2

30,9

24,3

949 (712)

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

DESEMPENHO DO MOTOR À ROTAÇÃO CONSTANTE DE 1955 RPM

(*) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 5464.

CENEAA/MA

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

RELATÓRIO Nº:
1038/87

DIVEN		TRATOR (marca/modelo): VALMET 980 TURBO				MOTOR (marca/modelo): KAWASU TD 229, 4-TS				LOCAL DO ENSAIO: CENEAA/MA		DATA: 09/01/87	
POTÊNCIA DISPONÍVEL (kW*)	ROTAÇÃO DO MOTOR (RPM)	TORQUE EQUIVALENTE (Nm*)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL (l/h)	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL (g/kWh)	TRABALHO ESPECÍFICO (kWh/l)	DÉBITO (mg/mi)	TEMPERAT. ESCAPE (°C)	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO (°C)	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL (°C)	TEMPERAT. BULBO SECO (°C)	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO (°C)	PRESSÃO BARÔMETRICA (mm Hg)	
DESEMPENHO DO MOTOR À ROTAÇÃO CONSTANTE DE 1725 RPM													
55,5 (56,9)	1725	307 (315)	15,7	233 (227)	3,54 (3,63)	62,5	572	31,8	31,9	30,7	24,4	949 (712)	
49,4 (50,7)	1725	273 (281)	14,1	235 (229)	3,51 (3,61)	56,1	537	33,1	31,9	30,8	24,3	949 (712)	
43,8 (45,1)	1725	242 (250)	12,6	236 (230)	3,49 (3,59)	50,0	500	34,2	32,2	30,8	24,5	949 (712)	
38,7 (39,8)	1725	214 (220)	11,3	242 (235)	3,41 (3,51)	45,1	473	33,3	32,1	31,1	24,5	949 (712)	
32,9 (33,9)	1725	182 (187)	10,0	249 (242)	3,31 (3,40)	39,7	439	33,1	32,1	31,2	24,5	949 (712)	
27,3 (28,1)	1725	151 (156)	8,6	261 (253)	3,16 (3,26)	34,3	396	34,9	32,2	31,3	24,5	949 (712)	
21,7 (22,3)	1725	120 (124)	7,4	279 (272)	2,95 (3,03)	29,3	356	33,3	32,4	31,2	24,5	949 (712)	
15,6 (16,0)	1725	86 (89)	6,1	323 (314)	2,55 (2,63)	24,3	313	33,4	32,5	31,1	24,8	949 (712)	
8,6 (8,8)	1725	48 (49)	4,6	443 (431)	1,86 (1,91)	18,4	266	32,8	32,7	31,1	24,7	949 (712)	
5,2 (5,4)	1725	29 (30)	4,0	630 (610)	1,31 (1,35)	15,8	230	35,9	32,7	31,0	24,9	949 (712)	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 6484.

DATA: 02/02/87

RELATÓRIO: 1038/87

TRATOR VALMET 980 TURBO

FOLHA: 92

CENEAA/MA

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

RELATÓRIO Nº:
1038/87

CENEAA/MA		TRATOR (marca/modelo): VALMET 980 TURBO		MOTOR (marca/modelo): MMW TD 229.4 TS		LOCAL DO ENSAIO: CENEAA/MA		DATA: 09/01/87				
POTÊNCIA DISPONÍVEL (kW) (CV*)	ROTAÇÃO DO MOTOR (mm ⁻¹)	TORQUE EQUIVALENTE (Nm) (Nm*)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL (l/h)	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL (g/kWh) (g/kWh*)	TRABALHO ESPECÍFICO (kWh/l) (kWh/l*)	DÉBITO (mg/h)	TEMPERAT. ESCAPE °C	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO °C	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL °C	TEMPERAT. BULBO SECO °C	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C	PRESSÃO BAR (mm Hg)
DESEMPENHO DO MOTOR À ROTAÇÃO CONSTANTE DE 1495 RPM												
50,1 (51,7)	1495	320 (330)	14,1	232 (225)	3,56 (3,67)	64,7	589	35,2	32,2	31,0	24,6	949 (712)
44,6 (45,8)	1495	285 (293)	12,5	231 (224)	3,58 (3,68)	57,3	551	33,1	32,2	30,9	24,6	949 (712)
40,0 (41,0)	1495	256 (262)	11,2	232 (226)	3,56 (3,65)	51,7	516	31,9	32,2	30,9	24,5	949 (712)
35,5 (36,6)	1495	227 (234)	10,1	235 (228)	3,50 (3,61)	46,5	485	34,4	32,4	30,9	24,5	949 (712)
30,5 (31,5)	1495	195 (201)	9,0	242 (235)	3,40 (3,51)	41,2	450	35,5	32,4	30,8	24,5	949 (712)
26,0 (26,7)	1495	166 (170)	7,9	249 (243)	3,30 (3,40)	36,1	407	32,7	32,5	30,8	24,5	949 (712)
21,2 (21,8)	1495	136 (139)	6,8	263 (257)	3,13 (3,21)	31,2	373	31,4	32,6	30,7	24,5	949 (712)
16,1 (16,5)	1495	103 (106)	5,6	288 (280)	2,86 (2,94)	25,9	328	31,6	32,7	30,7	24,4	949 (712)
11,8 (12,1)	1495	76 (78)	4,7	329 (320)	2,50 (2,57)	21,7	286	32,6	32,8	30,7	24,4	949 (712)
7,0 (7,2)	1495	45 (46)	3,7	438 (427)	1,88 (1,93)	17,1	242	32,6	33,0	30,7	24,5	949 (712)
4,8 (5,0)	1495	31 (32)	3,2	555 (539)	1,48 (1,53)	14,9	216	34,4	33,5	31,4	25,2	949 (712)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) VALORES REQUISIÇOS SEGUNDO NBR 5404.

DATA: 02/02/87

RELATÓRIO: 1038/87

TRATOR VALMET 980 TURBO

FOLHA: 93

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

RELATÓRIO N.º:
1038/87LOCAL DO ENSAIO:
CENEÁ/MADATA:
09/01/87MOTOR (marca/modelo):
MWM TD 229.4 TSTRATOR (marca/modelo):
VALMET 980 TURBOCENEÁ/MA
DIVEN
DATA:
02/02/87RELATÓRIO:
1038/87

TRATOR VALMET 980 TURBO

FOLHA:
94

POTÊNCIA DISPONÍVEL (kW)	ROTAÇÃO DO MOTOR (RPM)	TORQUE EQUIVALENTE (Nm)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL (l/h)	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL (g/kWh)	TRABALHO ESPECÍFICO (kWh/l)	DÉBITO (m³/m)	TEMPERAT. ESCAPE (°C)	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO (°C)	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL (°C)	TEMPERAT. BULBO SECO (°C)	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO (°C)	PRESSÃO BAROMÉTRICA (mmHg)
--------------------------	------------------------	-------------------------	-----------------------------------	--	-----------------------------	---------------	-----------------------	-------------------------------	----------------------------	---------------------------	----------------------------	----------------------------

DESEMPENHO DO MOTOR À ROTAÇÃO CONSTANTE DE 1265 RPM

41,8 (43,4)	1265	316 (328)	12,3	244 (235)	3,38 (3,52)	67,1	616	33,2	32,0	30,5	24,5	949 (712)
38,6 (39,8)	1265	292 (301)	11,0	234 (227)	3,52 (3,63)	59,5	579	32,9	32,1	30,5	24,4	949 (712)
34,0 (34,9)	1265	257 (264)	9,6	233 (227)	3,53 (3,63)	52,2	536	33,2	32,2	30,6	24,4	949 (712)
29,6 (30,4)	1265	223 (229)	8,5	236 (230)	3,49 (3,58)	46,0	493	32,7	32,3	30,6	24,4	949 (712)
25,1 (25,9)	1265	190 (195)	7,4	243 (236)	3,39 (3,49)	40,2	447	34,0	32,4	30,7	24,3	949 (712)
21,4 (22,0)	1265	162 (166)	6,5	249 (242)	3,31 (3,40)	35,1	403	33,5	32,6	30,8	24,3	949 (712)
16,7 (17,1)	1265	126 (129)	5,4	266 (259)	3,10 (3,18)	29,2	352	32,5	32,7	30,8	24,4	949 (712)
13,2 (13,5)	1265	100 (102)	4,6	285 (278)	2,89 (2,97)	24,7	311	32,4	32,8	30,7	24,4	949 (712)
9,6 (9,8)	1265	72 (74)	3,8	323 (315)	2,55 (2,62)	20,4	271	32,7	33,0	30,6	24,5	949 (712)
6,4 (6,5)	1265	48 (49)	3,1	397 (388)	2,07 (2,12)	16,7	231	31,3	33,2	30,3	24,6	949 (712)
3,7 (3,8)	1265	28 (29)	2,5	557 (541)	1,48 (1,52)	13,5	207	34,9	32,9	31,5	25,3	949 (712)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 6404.

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

CENEA/MA		MOTOR (marca/modelo): MWM TD 229.4 TS										LOCAL DO ENSAIO: CENEA/MA		RELATORIO Nº: 1038/87	
DIVEN		TRATOR (marca/modelo): VALMET 980 TURBO		MOTOR (marca/modelo): MWM TD 229.4 TS		LOCAL DO ENSAIO: CENEA/MA		DATA: 09/01/87		TEMPERAT. BULBO SECO °C		TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C		PRESSÃO BAROMÉTRICA mmHg	
POTÊNCIA DISPONÍVEL kW (CV*)	ROTAÇÃO DO MOTOR rpm	TORQUE EQUIVALENTE Nm (Nm*)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL l/h	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL g/kWh (g/kWh*)	TRABALHO ESPECÍFICO kWh/l (kWh/l*)	DÉBITO mg/mj	TEMPERAT. ESCAPE °C	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO °C	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL °C	TEMPERAT. BULBO SECO °C	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C	PRESSÃO BAROMÉTRICA mmHg			
DESEMPENHO DO MOTOR À ROTAÇÃO CONSTANTE DE 1150 RPM															
37,0 (39,0)	1150	307 (324)	11,2	250 (237)	3,30 (3,48)	66,9	608	35,1	33,1	31,8	25,5	949 (712)			
33,0 (34,4)	1150	274 (285)	9,7	242 (233)	3,40 (3,54)	58,0	567	34,3	33,2	31,8	25,3	949 (712)			
29,6 (33,5)	1150	246 (254)	8,7	242 (234)	3,41 (3,52)	51,8	534	35,7	33,1	31,9	25,3	949 (712)			
26,5 (27,3)	1150	220 (227)	7,7	241 (234)	3,42 (3,53)	46,2	497	35,2	33,2	31,9	25,4	949 (712)			
22,5 (23,3)	1150	187 (193)	6,8	248 (239)	3,33 (3,44)	40,4	452	37,2	33,3	31,9	25,5	949 (712)			
19,5 (20,1)	1150	162 (167)	6,0	255 (248)	3,23 (3,33)	36,1	417	34,8	33,3	32,0	25,5	949 (712)			
15,7 (16,1)	1150	130 (134)	5,1	266 (259)	3,09 (3,19)	30,2	365	34,8	33,2	32,0	25,5	949 (712)			
12,2 (12,5)	1150	101 (104)	4,2	286 (278)	2,88 (2,97)	25,2	316	35,1	33,1	32,0	25,5	949 (712)			
8,9 (9,2)	1150	74 (76)	3,5	320 (311)	2,57 (2,65)	20,6	268	34,7	33,4	32,0	25,6	949 (712)			
5,6 (5,8)	1150	46 (48)	2,8	408 (396)	2,02 (2,08)	16,5	227	34,9	33,2	32,0	25,6	949 (712)			
3,4 (3,5)	1150	28 (29)	2,3	548 (533)	1,50 (1,55)	13,6	193	33,9	33,3	32,0	25,7	949 (712)			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

(*) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 0404.

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

RELATORIO Nº:
1038/87

LOCAL DO ENSAIO:
CENEÁ/MA

TEMPERAT. COMBUSTÍVEL °C

TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C

TEMPERAT. BULBO SECO °C

TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO °C

TEMPERAT. ESCAPE °C

DEBITO mg/(m)

TRABALHO ESPECÍFICO kW/h/l (kW/h/l*)

CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL g/kWh (g/kWh*)

CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL l/h

TORQUE EQUIVALENTE Nm (Nm*)

TRATOR (marca/modelo):
VALMET 980 TURBO

MOTOR (marca/modelo):
MWM TD 229.4 TS

POTÊNCIA DISPONÍVEL kW (kW*)

ROTAÇÃO DO MOTOR rpm

ROTACIONAL

ROTACIONAL

ROTACIONAL

ROTACIONAL

ROTACIONAL

ROTACIONAL

ROTACIONAL

ROTACIONAL

DATA:
02/02/87

RELATORIO:
1038/87

TRATOR VALMET 980 TURBO

FOLHA:
96

DESEMPENHO DO MOTOR À ROTAÇÃO CONSTANTE DE 1035 RPM

POTÊNCIA DISPONÍVEL (kW*)	ROTAÇÃO DO MOTOR (rpm)	TORQUE EQUIVALENTE (Nm*)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL (l/h)	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL (g/kWh*)	TRABALHO ESPECÍFICO (kW/h/l*)	DEBITO (mg/(m))	TEMPERAT. ESCAPE °C	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO °C	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL °C	TEMPERAT. BULBO SECO °C	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C	PRESSÃO BAROMÉTRICA (mm Hg)
31,4 (33,2)	1035	290 (307)	10,0	263 (248)	3,14 (3,32)	66,4	597	32,5	32,4	30,5	24,4	949 (712)
23,6 (29,7)	1035	264 (275)	8,6	247 (238)	3,33 (3,46)	56,9	554	32,4	32,6	30,5	24,4	949 (712)
25,0 (25,7)	1035	231 (237)	7,4	245 (238)	3,36 (3,46)	49,3	510	33,2	32,1	30,5	24,4	949 (712)
21,7 (22,3)	1035	200 (206)	6,4	245 (238)	3,37 (3,47)	42,7	461	33,7	32,7	30,5	24,3	949 (712)
17,7 (18,3)	1035	164 (169)	5,4	252 (245)	3,27 (3,37)	36,0	412	33,7	32,6	30,5	24,4	949 (712)
13,8 (14,2)	1035	128 (131)	4,5	268 (261)	3,07 (3,16)	29,8	353	33,2	33,1	30,6	24,4	949 (712)
10,6 (10,9)	1035	98 (101)	3,7	289 (281)	2,84 (2,93)	24,7	303	34,1	33,3	30,6	24,4	949 (712)
7,1 (7,3)	1035	66 (67)	2,9	338 (329)	2,43 (2,50)	19,3	246	33,0	33,4	30,6	24,4	949 (712)
3,0 (3,0)	1035	27 (28)	2,0	545 (529)	1,51 (1,56)	13,0	194	34,7	33,0	31,3	25,4	949 (712)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(* VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 6484.

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

RELATORIO Nº:
1034/87

LOCAL DO ENSAIO:
CENEA/MA

DATA:
24/10/86

MOTOR (marca/modelo):
MMM 229 - 6 TV

TRATOR (marca/modelo):
VALMET 118 - 4

DIVEN

POTÊNCIA DISPONÍVEL kW (kW*)	ROTAÇÃO DO MOTOR mm-1	TORQUE EQUIVALENTE Nm (Nm*)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL l/h	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL g/kWh	TRABALHO ESPECÍFICO kWh/l (kWh/l*)	DÉBITO mg/ml	TEMPERAT. ESCAPE °C	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO °C	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL °C	TEMPERAT. BULBO SECO °C	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C	PRESSÃO BAROMÉTRICA mmHg (mmHg)
DESEMPENHO DO MOTOR A ROTAÇÃO CONSTANTE DE 2300 RPM												
65,1 (66,6)	2300	270 (277)	20,6	261 (255)	3,17 (3,24)	41,1	614	29,2	28,0	25,8	18,4	955 (716)
57,4 (58,5)	2300	238 (243)	18,2	263 (258)	3,15 (3,20)	36,5	548	28,3	27,7	25,8	18,3	955 (716)
49,6 (50,5)	2300	206 (210)	16,0	268 (263)	2,09 (3,15)	32,1	498	29,1	27,6	25,8	18,1	955 (716)
44,1 (44,9)	2300	183 (186)	14,7	275 (270)	3,01 (3,06)	29,3	463	27,6	27,4	25,7	17,9	955 (716)
37,8 (38,5)	2300	157 (160)	13,2	288 (283)	2,87 (2,92)	26,3	422	28,3	27,4	25,7	18,0	955 (716)
30,3 (30,8)	2300	126 (128)	11,4	312 (307)	2,65 (2,70)	22,8	374	28,2	27,3	25,7	18,0	955 (716)
23,3 (23,8)	2300	97 (99)	10,0	354 (347)	2,34 (2,38)	19,9	334	28,3	27,3	25,7	18,0	955 (716)
16,0 (16,3)	2300	66 (68)	8,4	436 (428)	1,90 (1,94)	16,8	290	28,7	27,3	25,7	18,4	955 (716)
8,1 (8,2)	2300	33 (34)	6,9	705 (693)	1,17 (1,20)	13,7	247	28,1	27,3	25,7	18,4	955 (716)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 8484.

DIVEN		TRATOR (marca/modelo): VALMET 118-4		MOTOR (marca/modelo): MWM 229 - 6 TV		LOCAL DO ENSAIO: CENEA/MA		DATA: 24/10/86				
POTÊNCIA DISPONÍVEL (kW) (CV)	ROTAÇÃO DO MOTOR (min ⁻¹)	TORQUE EQUIVALENTE (Nm) (kgm)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL (l/h)	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL (g/kWh)	TRABALHO ESPECÍFICO (kWh/l)	DÉBITO (mg/m)	TEMPERAT. ESCAPE (°C)	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO (°C)	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL (°C)	TEMPERAT. BULBO SECO (°C)	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO (°C)	PRESSÃO BAROMÉTRICA (mmHg)

DESEMPENHO DO MOTOR A ROTAÇÃO CONSTANTE DE 2185 RPM

66,3 (67,9)	2185	290 (297)	20,3	253 (247)	3,27 (3,35)	42,7	588	27,1	27,3	25,6	18,3	955 (716)
58,2 (59,2)	2185	254 (259)	17,7	252 (247)	3,29 (3,34)	37,3	541	27,2	27,2	25,6	18,3	955 (716)
52,5 (53,5)	2185	230 (234)	16,1	253 (249)	3,27 (3,33)	33,8	506	28,0	27,2	25,6	18,3	955 (716)
44,6 (45,4)	2185	195 (199)	14,2	263 (258)	3,14 (3,20)	29,8	455	28,0	27,3	25,6	18,4	955 (716)
37,5 (38,2)	2185	164 (167)	12,6	279 (274)	3,00 (3,02)	26,6	413	28,9	27,3	25,7	18,5	955 (716)
29,9 (30,4)	2185	131 (133)	10,9	301 (296)	2,75 (2,80)	22,9	362	27,6	27,3	25,6	18,5	955 (716)
23,7 (24,1)	2185	104 (106)	9,5	332 (326)	2,49 (2,54)	20,0	327	27,8	27,2	25,7	18,5	955 (716)
16,8 (17,1)	2185	73 (75)	8,1	399 (392)	2,07 (2,11)	17,0	286	27,3	27,3	25,6	18,5	955 (716)
9,6 (9,8)	2185	42 (43)	6,7	573 (562)	1,44 (1,47)	14,0	247	28,1	27,2	25,6	18,6	955 (716)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(1) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 5484.

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

RELATORIO Nº:
1034/87

LOCAL DO ENSAIO:
CENEVA/MA

TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C

TEMPERAT. BULBO SECO °C

TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO °C

TEMPERAT. ESCAPE °C

TEMPERAT. COMBUSTÍVEL °C

POTÊNCIA DISPONÍVEL (kW) (CV)

ROTAÇÃO DO MOTOR (RPM)

TORQUE EQUIVALENTE (Nm) (kgm)

CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL (l/h)

CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL (g/kWh)

TRABALHO ESPECÍFICO (kWh/l)

DÉBITO (mg/m)

TEMPERAT. DE ADMISSÃO °C

TEMPERAT. ESCAPE °C

TEMPERAT. COMBUSTÍVEL °C

TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C

TEMPERAT. BULBO SECO °C

PRESSÃO BAROMÉTRICA (mmHg)

TRATOR (marca/modelo):
VALMET 118-4

MOTOR (marca/modelo):
MWM 229-6 TV

DATA:
24/10/86

DESEMPENHO DO MOTOR A ROTAÇÃO CONSTANTE DE 1955 RPM

63,5 (65,3)	1955	310 (319)	18,6	242 (235)	3,42 (3,52)	43,7	602	27,4	27,3	25,5	18,6	955 (716)
57,4 (58,5)	1955	280 (286)	16,7	241 (237)	3,43 (3,50)	39,3	556	28,2	27,3	26,6	18,6	955 (716)
50,9 (51,8)	1955	249 (253)	14,9	242 (238)	3,42 (3,48)	35,0	506	28,2	27,2	25,5	18,5	955 (716)
44,1 (44,9)	1955	216 (219)	13,2	248 (244)	3,34 (3,40)	31,1	453	27,1	27,1	25,5	18,3	955 (716)
37,4 (38,1)	1955	183 (186)	11,6	257 (253)	3,22 (3,28)	27,3	400	28,0	27,1	25,5	18,3	955 (716)
30,7 (31,3)	1955	150 (153)	10,1	273 (268)	3,03 (3,09)	23,9	356	28,5	27,0	25,6	18,6	955 (716)
26,0 (26,4)	1955	127 (129)	9,0	288 (283)	2,87 (2,92)	21,3	316	26,7	27,2	25,4	18,2	955 (716)
19,1 (19,5)	1955	94 (95)	7,7	334 (328)	2,48 (2,52)	18,2	277	26,1	27,3	25,3	18,1	955 (716)
11,7 (11,9)	1955	57 (58)	6,2	440 (432)	1,88 (1,92)	14,6	232	25,5	26,8	25,1	18,2	955 (716)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(S) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 0404.

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

RELATÓRIO Nº:
1034/87

LOCAL DO ENSAIO:
CENEAM/MA

DATA:
24/10/86

MOTOR (marca/modelo):
MWM 229 - 6 TV

TRATOR (marca/modelo):
VALMET 18-4

POTÊNCIA DISPONÍVEL (kW) (kW*)	ROTAÇÃO DO MOTOR (RPM)	TORQUE EQUIVALENTE (Nm) (Nm*)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL (l/h)	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL (g/kWh)	TRABALHO ESPECÍFICO (kWh/l) (kWh/l*)	DÉBITO (m³/min)	TEMPERAT. ESCAPE (°C)	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO (°C)	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL (°C)	TEMPERAT. BULBO SECO (°C)	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO (°C)	PRESSÃO BAROMÉTRICA (mm Hg)
--------------------------------	------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	--	--------------------------------------	-----------------	-----------------------	-------------------------------	----------------------------	---------------------------	----------------------------	-----------------------------

DESEMPENHO DO MOTOR A ROTAÇÃO CONSTANTE DE 1725 RPM

59,2 (60,7)	1725	328 (336)	17,3	244 (238)	3,42 (3,51)	46,5	598	21,7	19,7	18,6	14,6	953 (715)
53,5 (54,3)	1725	296 (301)	15,4	239 (236)	3,48 (3,54)	41,2	543	20,9	19,7	18,6	14,7	953 (715)
47,5 (48,1)	1725	263 (266)	13,6	239 (236)	3,49 (3,53)	36,6	486	18,5	19,7	18,7	14,7	953 (715)
42,1 (42,7)	1725	233 (236)	12,2	242 (239)	3,44 (3,48)	32,8	442	20,8	19,7	18,8	14,8	953 (715)
36,5 (36,9)	1725	202 (204)	10,9	249 (246)	3,34 (3,39)	29,2	394	20,7	19,7	18,9	14,8	953 (715)
30,2 (30,6)	1725	167 (169)	9,4	260 (257)	3,20 (3,24)	25,3	349	20,9	19,7	18,9	14,8	953 (715)
24,7 (25,0)	1725	136 (138)	8,3	280 (277)	2,97 (3,01)	22,3	309	20,9	19,8	19,0	14,9	953 (715)
19,6 (19,8)	1725	108 (110)	7,3	304 (305)	2,70 (2,73)	19,4	273	20,5	19,9	19,0	14,9	953 (715)
12,1 (12,3)	1725	67 (68)	5,8	397 (392)	2,10 (2,12)	15,5	227	20,1	20,0	19,0	14,9	953 (715)
8,9 (9,0)	1725	49 (50)	5,0	243 (467)	1,76 (1,78)	13,5	202	19,1	20,1	19,1	15,0	953 (715)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 5464.

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

RELATÓRIO Nº: 1034/87

LOCAL DO ENSAIO: CENEA/MA

DATA: 24/10/86

MOTOR (marca/modelo): MWM 229 - 6 TV

TRATOR (marca/modelo): VALMET 118 - 4

POTÊNCIA DISPONÍVEL (kW) (kW g)

POTÊNCIA DISPONÍVEL (kW) (kW g)	ROTAÇÃO DO MOTOR (RPM)	TORQUE EQUIVALENTE (Nm) (Nm g)	CONSUMO COMBUSTÍVEL HORÁRIO (l/h)	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL (g/kWh)	TRABALHO ESPECÍFICO (kWh/l)	DÉBITO (mg/inj)	TEMPERAT. ESCAPE (°C)	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO (°C)	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL (°C)	TEMPERAT. BULBO SECO (°C)	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO (°C)	PRESSÃO BAROMÉTRICA (mm Hg)
---------------------------------	------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	--	-----------------------------	-----------------	-----------------------	-------------------------------	----------------------------	---------------------------	----------------------------	-----------------------------

DESEMPENHO DO MOTOR A ROTAÇÃO CONSTANTE DE 1495 RPM

52,5 (53,9)	1495	335 (344)	15,2	242 (235)	3,45 (3,54)	47,1	587	21,8	20,7	19,2	15,1	953 (715)
47,8 (48,7)	1495	305 (311)	13,5	236 (231)	3,53 (3,60)	41,9	534	21,8	20,7	19,2	15,1	953 (715)
42,5 (43,1)	1495	272 (275)	11,9	234 (231)	3,56 (3,61)	37,0	480	21,5	20,6	19,2	15,1	953 (715)
38,5 (39,0)	1495	246 (249)	10,9	236 (233)	3,53 (3,58)	33,7	437	21,1	20,5	19,3	15,1	953 (715)
32,8 (33,2)	1495	210 (212)	9,5	242 (239)	3,44 (3,48)	29,5	384	19,0	20,5	19,3	15,1	953 (715)
27,8 (28,1)	1495	177 (180)	8,4	252 (249)	3,30 (3,35)	26,0	341	20,6	20,5	19,4	15,1	953 (715)
22,8 (23,1)	1495	146 (147)	7,3	267 (263)	3,12 (3,16)	22,6	301	20,7	20,7	19,4	15,1	953 (715)
15,9 (16,1)	1495	101 (102)	5,8	306 (302)	2,72 (2,76)	18,0	251	20,3	20,7	19,4	15,2	953 (715)
12,1 (12,2)	1495	77 (78)	5,1	352 (347)	2,37 (2,40)	15,8	217	20,4	20,7	19,4	15,2	953 (715)
7,5 (7,6)	1495	48 (49)	4,2	467 (461)	1,78 (1,80)	13,0	186	20,7	21,0	19,5	15,2	953 (715)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 6404.

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

RELATÓRIO Nº.
1034/87LOCAL DO ENSAIO:
CENEA/MAMOTOR (marca/modelo):
MMM 229 - 6 TVTRATOR (marca/modelo):
VALMET 118-4DATA:
12/01/87RELATÓRIO:
1034/87

TRATOR VALMET 118-4

FOLHA:
102

POTÊNCIA DISPONÍVEL kW (kW*)	ROTAÇÃO DO MOTOR RPM-1	TORQUE EQUIVALENTE Nm (Nm*)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL l/h	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL g/kWh (g/kWh*)	TRABALHO ESPECÍFICO kWh/l (kWh/l*)	DÉBITO mg/ml	TEMPERAT. ESCAPE °C	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO °C	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL °C	TEMPERAT. BULBO SECO °C	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C	PRESSÃO BAROMÉTRICA mmHg (mmHg)

DESEMPENHO DO MOTOR A ROTAÇÃO CONSTANTE DE 1265 RPM

44,7 (45,9)	1265	337 (346)	12,9	241 (234)	3,45 (3,55)	47,3	548	22,4	21,3	19,6	15,3	953 (715)
40,0 (40,7)	1265	302 (307)	11,2	234 (230)	3,55 (3,62)	41,1	507	23,2	21,3	19,7	15,3	953 (715)
36,1 (36,6)	1265	272 (276)	10,1	233 (230)	3,57 (3,62)	37,0	462	22,1	21,3	19,7	15,3	953 (715)
32,1 (32,5)	1265	242 (245)	9,0	233 (230)	3,57 (3,62)	32,8	417	21,5	21,2	19,8	15,3	953 (715)
27,7 (28,1)	1265	209 (212)	8,0	240 (236)	3,47 (3,52)	29,1	373	22,4	21,2	19,7	15,3	953 (715)
24,1 (24,5)	1265	182 (184)	7,4	256 (252)	3,26 (3,30)	27,1	342	21,8	21,3	19,8	15,3	953 (715)
19,7 (20,0)	1265	149 (151)	6,4	270 (266)	3,09 (3,13)	23,4	304	21,1	21,4	19,8	15,3	953 (715)
15,6 (15,8)	1265	118 (119)	5,4	287 (283)	2,90 (2,94)	19,7	262	21,4	21,3	19,9	15,4	953 (715)
11,4 (11,5)	1265	86 (87)	4,5	329 (324)	2,53 (2,56)	16,4	223	21,6	21,4	19,9	15,4	953 (715)
7,8 (7,9)	1265	59 (60)	3,7	396 (391)	2,10 (2,13)	13,6	188	22,2	21,6	19,9	15,5	953 (715)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

RELATORIO Nº:
1034/87

LOCAL DO ENSAIO:
CENEA/MA

DATA:
24/10/86

MOTOR (marca/modelo):
MWM 229 - 6 TV

TRATOR (marca/modelo):
VALMET 118 - 4

POTÊNCIA DISPONÍVEL (kW) (kW*)	ROTAÇÃO DO MOTOR (RPM)	TORQUE EQUIVALENTE (Nm) (Nm*)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL (l/h)	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL (g/kWh)	TRABALHO ESPECÍFICO (kWh/l*) (kWh/l*)	DÉBITO (mg/inj.)	TEMPERAT. ESCAPE °C	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO °C	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL °C	TEMPERAT. BULBO SECO °C	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C	PRESSÃO BAROMÉTRICA (mm Hg)
DESEMPENHO DO MOTOR A ROTAÇÃO CONSTANTE DE 1035 RPM												
36,2 (37,2)	1035	334 (344)	10,4	240 (233)	3,47 (3,57)	46,6	507	23,8	21,9	20,1	15,5	953 (715)
33,2 (33,8)	1035	306 (312)	9,3	233 (229)	3,56 (3,63)	41,5	468	22,0	21,9	20,2	15,5	953 (715)
29,8 (30,2)	1035	275 (279)	8,3	233 (230)	3,57 (3,62)	37,3	431	22,6	21,9	20,2	15,6	953 (715)
26,1 (26,5)	1035	241 (245)	7,4	235 (232)	3,54 (3,59)	32,9	390	24,2	21,7	20,2	15,6	953 (715)
22,4 (22,7)	1035	207 (210)	6,5	241 (238)	3,46 (3,50)	28,9	350	21,2	21,8	20,2	15,6	953 (715)
18,9 (19,2)	1035	175 (178)	5,7	250 (247)	3,32 (3,37)	25,4	312	22,7	21,8	20,3	15,7	953 (715)
15,4 (15,6)	1035	142 (144)	4,9	265 (262)	3,13 (3,18)	22,0	276	22,7	21,8	20,3	15,7	953 (716)
12,2 (12,4)	1035	113 (115)	4,2	288 (284)	2,89 (2,93)	18,9	240	22,8	21,9	20,4	15,7	953 (715)
8,3 (8,5)	1035	77 (78)	3,4	340 (335)	2,54 (2,48)	15,2	200	21,9	22,0	20,5	15,7	953 (715)
5,2 (5,3)	1035	48 (49)	2,8	450 (444)	1,85 (1,87)	12,5	172	21,7	22,2	20,5	15,7	953 (715)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) VALORES REQUZIDOS SEGUNDO NBR 3484.

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

RELATORIO Nº:
1033/87

LOCAL DO ENSAIO:
CENEA/MA

MOTOR (marca/modelo):
MWM TD 229 - 6TV

TRATOR (marca/modelo):
VALMET 148 4x4 TURBO

DATA:
12/01/87

POTÊNCIA DISPONÍVEL (kW) (kW _e)	ROTAÇÃO DO MOTOR (rpm)	TORQUE EQUIVALENTE (Nm) (Nm _e)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL (l/h)	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL (g/kWh)	TRABALHO ESPECÍFICO (kWh/l ³)	DEBITO (mg/rev)	TEMPERAT. ESCAPE (°C)	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO (°C)	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL (°C)	TEMPERAT. BULBO SECO (°C)	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO (°C)	PRESSÃO BAROMÉTRICA (mm Hg)
---	------------------------	--	-----------------------------------	--	---	-----------------	-----------------------	-------------------------------	----------------------------	---------------------------	----------------------------	-----------------------------

DESEMPENHO DO MOTOR A ROTAÇÃO CONSTANTE DE 2300 RPM

92,3 (93,1)	2300	384 (387)	28,3	262 (260)	3,26 (3,29)	58,4	519	23,4	21,4	21,1	16,3	955 (716)
87,1 (88,0)	2300	362 (366)	26,8	262 (260)	3,26 (3,29)	55,2	497	24,2	21,7	21,3	16,6	955 (716)
77,6 (78,5)	2300	323 (326)	24,3	268 (265)	3,19 (3,23)	50,2	468	25,0	21,6	21,4	16,6	955 (716)
66,0 (66,8)	2300	275 (278)	21,5	278 (275)	3,07 (3,11)	44,4	430	25,4	21,7	21,6	16,8	955 (716)
56,7 (57,3)	2300	236 (238)	18,9	285 (282)	3,00 (3,03)	39,1	392	24,1	21,8	21,7	16,8	955 (716)
50,0 (50,5)	2300	208 (210)	17,2	294 (291)	2,91 (2,93)	35,5	367	23,3	21,9	21,8	16,8	955 (716)
39,9 (40,3)	2300	166 (168)	15,0	320 (317)	2,66 (2,69)	30,9	339	24,6	22,5	22,1	17,1	955 (716)
31,7 (32,0)	2300	132 (133)	13,1	352 (349)	2,43 (2,45)	27,0	315	24,0	22,4	22,1	17,0	955 (716)
22,7 (22,9)	2300	94 (95)	11,0	413 (409)	2,07 (2,09)	22,7	278	24,2	22,3	22,1	17,1	955 (716)
14,5 (14,7)	2300	60 (61)	9,3	547 (541)	1,56 (1,58)	19,2	242	24,2	22,5	22,2	17,2	955 (716)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(#) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 0484.

RELATORIO:
1033/87

TRATOR VALMET 148 4x4 TURBO

FOLHA:
104

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

RELATORIO Nº:
1033/87

CENEA/MA		TRATOR (marca/modelo): VALMET 148 4x4 TURBO		MOTOR (marca/modelo): MWM TD 229 - 6 TV		LOCAL DO ENSAIO: CENEA/MA		DATA: 01/09/86				
POTÊNCIA DISPONÍVEL KW (KW*)	ROTAÇÃO DO MOTOR MIN ⁻¹	TORQUE EQUIVALENTE NM (NM*)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL L/h	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL g/kWh (g/kWh*)	TRABALHO ESPECÍFICO KWh/l (KWh/l*)	DÉBITO m ³ /m	TEMPERAT. ESCAPE °C	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO °C	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL °C	TEMPERAT. BULBO SECO °C	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C	PRESSÃO BAROMÉTRICA mm Hg (mm Hg)
DESEMPENHO DO MOTOR A ROTAÇÃO CONSTANTE DE 2185 RPM												
90,8 (92,2)	2185	398 (404)	27,0	253 (249)	3,37 (3,42)	58,4	505	27,4	24,1	23,5	17,6	955 (716)
81,3 (82,7)	2185	356 (362)	24,5	256 (252)	3,32 (3,38)	53,0	484	28,8	24,1	23,6	17,8	955 (716)
73,7 (74,9)	2185	323 (328)	22,5	261 (256)	3,27 (3,33)	48,8	467	29,0	23,6	23,7	17,9	955 (716)
64,3 (65,4)	2185	282 (286)	20,1	266 (262)	3,20 (3,25)	43,6	428	28,2	23,7	23,8	18,0	955 (716)
53,2 (54,0)	2185	233 (237)	17,4	279 (274)	3,06 (3,11)	37,6	401	28,0	23,9	24,0	18,2	955 (716)
43,0 (43,7)	2185	188 (192)	15,0	297 (292)	2,87 (2,92)	32,5	360	27,6	23,9	24,1	18,3	955 (716)
31,5 (32,0)	2185	138 (140)	12,3	333 (328)	2,56 (2,60)	26,7	318	27,5	23,9	24,2	18,2	955 (716)
22,1 (22,4)	2185	97 (98)	10,3	395 (389)	2,16 (2,19)	22,2	271	27,3	23,8	24,3	18,2	955 (716)
9,7 (9,8)	2185	42 (43)	7,6	673 (663)	1,27 (1,29)	16,6	221	27,5	24,0	24,3	18,2	955 (716)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 8404.

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

RELATORIO Nº:
1033/87

LOCAL DO ENSAIO:
CENEÁ/MA

DATA:
01/09/86

MOTOR (marca/modelo):
MWM TD 229 - 6 TV

TRATOR (marca/modelo):
VALMET 148 4x4 TURBO

POTÊNCIA DISPONÍVEL kW (CV*)	ROTAÇÃO DO MOTOR rpm-1	TORQUE EQUIVALENTE Nm (Nm*)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL l/h	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL g/kWh (g/kWh*)	TRABALHO ESPECÍFICO kW.h/l (kW.h/l*)	DEBITO mg/mj.	TEMPERAT. ESCAPE °C	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO °C	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL °C	TEMPERAT. BULBO SECO °C	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C	PRESSÃO BAROMÉTRICA mmHg (mmHg)

DESEMPENHO DO MOTOR A ROTAÇÃO CONSTANTE DE 1955 RPM

87,3 (87,9)	1955	427 (430)	24,5	241 (239)	3,57 (3,59)	59,7	509	22,1	16,2	18,2	14,5	952 (714)
79,1 (79,7)	1955	387 (390)	22,1	240 (238)	3,57 (3,60)	54,0	482	22,8	16,3	18,4	14,6	952 (714)
69,3 (69,8)	1955	339 (342)	19,6	243 (241)	3,53 (3,56)	47,9	440	22,7	16,4	18,5	14,8	952 (714)
62,2 (62,6)	1955	304 (307)	18,0	248 (246)	3,46 (3,48)	43,8	417	22,4	16,5	18,6	14,9	952 (714)
55,7 (56,1)	1955	272 (275)	16,5	254 (252)	3,38 (3,41)	40,1	384	22,6	16,8	18,8	15,0	952 (714)
46,7 (47,0)	1955	228 (230)	14,3	263 (261)	3,26 (3,29)	34,8	359	22,2	16,8	18,8	15,1	952 (714)
38,5 (38,7)	1955	188 (189)	12,5	279 (277)	3,08 (3,10)	30,5	334	21,6	16,9	18,9	15,1	952 (714)
29,9 (30,0)	1955	146 (147)	10,7	306 (304)	2,80 (2,82)	26,0	312	21,6	17,1	18,9	15,2	952 (714)
20,6 (20,8)	1955	101 (102)	8,7	363 (360)	2,36 (2,38)	21,3	276	21,7	17,1	19,0	15,2	952 (714)
11,1 (11,2)	1955	54 (55)	6,8	524 (521)	1,64 (1,65)	16,6	233	21,7	17,2	19,0	15,2	952 (714)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 0484.

DATA:
12/01/87

RELATORIO:
1033/87

TRATOR VALMET 148 4X4 TURBO

FOLHA:
106

CENEVA/MA		DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL										RELATORIO Nº: 1033/87
DIVEN		TRATOR (marca/modelo): VALMET 148 4x4 TURBO				MOTOR (marca/modelo): MWM TD 229 - 6 TV				LOCAL DO ENSAIO: CENEVA/MA		DATA: 01/09/86
POTÊNCIA DISPONÍVEL kW (CV*)	ROTAÇÃO DO MOTOR rpm	TORQUE EQUIVALENTE Nm (kgm)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL l/h	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL g/kWh (g/kWh)	TRABALHO ESPECÍFICO kWh/l (kWh/l)	DÉBITO mg/ml	TEMPERAT. ESCAPE °C	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO °C	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL °C	TEMPERAT. BULBO SECO °C	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C	PRESSÃO BARMÉTRICA mm Hg (mm Hg)
DESEMPENHO DO MOTOR A ROTAÇÃO CONSTANTE DE 1725 RPM												
80,4 (81,0)	1725	445 (448)	21,6	230 (228)	3,73 (3,75)	59,5	501	21,9	17,6	19,2	15,4	952 (714)
72,7 (73,4)	1725	402 (406)	19,6	231 (229)	3,71 (3,74)	54,1	486	23,4	17,7	19,2	15,4	952 (714)
64,0 (64,7)	1725	354 (358)	17,5	234 (231)	3,67 (3,71)	48,2	453	24,4	17,8	19,3	15,5	952 (714)
58,7 (59,3)	1725	325 (328)	16,2	236 (233)	3,63 (3,67)	44,6	428	24,5	17,8	19,3	15,6	952 (714)
52,2 (52,7)	1725	289 (292)	14,7	240 (238)	3,56 (3,60)	40,4	400	23,6	17,8	19,4	15,6	952 (714)
42,8 (43,2)	1725	237 (239)	12,5	250 (248)	3,43 (3,46)	34,5	362	22,6	17,9	19,3	15,7	952 (714)
32,9 (33,2)	1725	182 (184)	10,3	268 (266)	3,19 (3,22)	28,4	328	23,1	18,0	19,4	15,7	952 (714)
23,2 (23,4)	1725	128 (130)	8,3	305 (303)	2,81 (2,83)	22,8	287	22,3	18,1	19,4	15,7	952 (714)
14,9 (15,0)	1725	82 (83)	6,6	380 (377)	2,26 (2,27)	18,2	242	22,2	18,3	19,5	15,8	952 (714)
7,2 (7,3)	1725	40 (40)	5,1	607 (603)	1,41 (1,42)	14,1	200	21,7	18,4	19,6	15,8	952 (714)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 5404.

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

CENEJA/MA		DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL										RELATORIO Nº: 1033/87			
DIVEN		TRATOR (marca/modelo): VALMET 148 4x4 TURBO					MOTOR (marca/modelo): MMM TD 229 - 6 TV					LOCAL DO ENSAIO: CENEJA/MA		DATA: 01/09/86	
POTÊNCIA DISPONÍVEL kW (kW*)	ROTAÇÃO DO MOTOR rpm-1	TORQUE EQUIVALENTE Nm (Nm*)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL l/h	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL g/kWh (g/kWh*)	TRABALHO ESPECÍFICO kW/hl (kW/hl*)	DÉBITO mg/mj	TEMPERAT. ESCAPE °C	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO °C	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL °C	TEMPERAT. BULBO SECO °C	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C	PRESSÃO BAROMÉTRICA mm Hg (mm Hg)			
DESEMPENHO DO MOTOR A ROTAÇÃO CONSTANTE DE 1495 RPM															
72,5 (73,3)	1495	463 (468)	19,5	230 (228)	3,72 (3,75)	62,1	512	22,9	18,9	19,7	15,8	952 (714)			
65,1 (65,7)	1495	416 (419)	17,4	229 (227)	3,73 (3,76)	55,5	467	23,4	19,2	19,8	16,0	952 (714)			
58,1 (58,6)	1495	371 (374)	15,6	229 (227)	3,73 (3,76)	49,5	443	22,8	19,3	19,9	16,1	952 (714)			
51,0 (51,5)	1495	326 (329)	13,8	232 (230)	3,69 (3,72)	44,0	419	23,5	19,4	20,0	16,1	952 (714)			
43,7 (44,2)	1495	279 (282)	12,1	237 (235)	3,61 (3,65)	38,5	387	23,9	19,4	20,0	16,2	952 (714)			
35,2 (35,5)	1495	224 (227)	10,2	248 (246)	3,45 (3,48)	32,4	350	23,6	19,6	20,1	16,2	952 (714)			
27,1 (27,3)	1495	173 (174)	8,4	265 (263)	3,22 (3,25)	26,7	314	22,3	19,6	20,2	16,2	952 (714)			
19,1 (19,3)	1495	122 (123)	6,7	301 (299)	2,84 (2,86)	21,4	270	22,7	19,6	20,3	16,2	952 (714)			
8,7 (8,8)	1495	56 (56)	4,6	454 (450)	1,88 (1,90)	14,7	219	23,2	19,8	20,4	16,3	952 (714)			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

(*) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 5484.

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

RELATORIO Nº:
1033/87

CENEA/MA		TRATOR (marca/modelo): VALMET 148 4x4 TURBO		MOTOR (marca/modelo): MWM TD 229 - 6 TV		LOCAL DO ENSAIO: CENEA/MA		DATA: 01/09/86				
POTÊNCIA DISPONÍVEL kW (kW*)	ROTAÇÃO DO MOTOR RPM	TORQUE EQUIVALENTE Nm (Nm*)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL l/h	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL g/kWh	TRABALHO ESPECÍFICO kW.h/l (kW.h/l*)	DÉBITO mg/h	TEMPERAT. ESCAPE °C	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO °C	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL °C	TEMPERAT. BULBO SECO °C	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C	PRESSÃO BAROMÉTRICA mm Hg

DESEMPENHO DO MOTOR A ROTAÇÃO CONSTANTE DE 1265 RPM

59,5 (60,3)	1265	449 (455)	16,6	239 (236)	3,58 (3,62)	62,5	524	22,7	20,2	20,5	16,4	952 (714)
53,6 (54,1)	1265	404 (408)	14,7	235 (233)	3,64 (3,68)	55,3	491	22,2	20,0	20,6	16,3	952 (714)
47,7 (48,1)	1265	359 (363)	13,1	235 (233)	3,64 (3,68)	49,2	466	23,5	20,3	20,7	16,3	952 (714)
41,1 (41,5)	1265	310 (313)	11,4	237 (234)	3,62 (3,65)	42,6	420	23,8	20,3	20,8	16,4	952 (714)
35,5 (35,9)	1265	268 (270)	10,0	241 (239)	3,54 (3,58)	37,6	381	23,8	20,4	20,8	16,4	952 (714)
28,5 (28,8)	1265	215 (217)	8,3	250 (248)	3,42 (3,45)	31,3	336	23,9	20,5	20,9	16,5	952 (714)
22,6 (22,8)	1265	170 (172)	7,0	266 (263)	3,21 (3,25)	26,4	293	23,9	20,6	21,0	16,5	952 (714)
15,0 (15,1)	1265	113 (114)	5,4	306 (303)	2,80 (2,82)	20,1	250	22,6	20,7	21,1	16,6	952 (714)
7,8 (7,9)	1265	59 (59)	3,9	424 (421)	2,02 (2,03)	14,5	199	22,9	20,8	21,1	16,6	952 (714)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 5464.

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

RELATORIO Nº:
1033/87

TRATOR (marca/modelo): VALMET 148 4x4 TURBO		MOTOR (marca/modelo): MWM TD 229 - 6 TV		LOCAL DO ENSAIO: CENEIA/MA		DATA: 01/09/86						
POTÊNCIA DISPONÍVEL kW (kW*)	ROTAÇÃO DO MOTOR rpm	TORQUE EQUIVALENTE Nm (Nm*)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL l/h	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL g/kWh	TRABALHO ESPECÍFICO kW.h/l (kW.h/l*)	DÉBITO mg/m	TEMPERAT. ESCAPE °C	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO °C	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL °C	TEMPERAT. BULBO SECO °C	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C	PRESSÃO BAROMÉTRICA mm Hg

DESEMPENHO DO MOTOR A ROTAÇÃO CONSTANTE DE 1035 RPM

44,8 (45,4)	1035	414 (419)	12,7	243 (240)	3,51 (3,56)	58,5	478	22,8	21,2	21,2	16,6	952 (714)
40,1 (40,5)	1035	370 (374)	11,2	238 (236)	3,58 (3,62)	51,3	464	23,1	21,4	21,3	16,6	952 (714)
35,2 (35,5)	1035	325 (328)	9,7	235 (233)	3,64 (3,67)	44,4	427	23,7	21,4	21,3	16,7	952 (714)
29,8 (30,2)	1035	276 (279)	8,3	238 (235)	3,59 (3,63)	38,1	388	24,4	21,4	21,4	16,8	952 (714)
25,3 (25,6)	1035	234 (236)	7,3	245 (243)	3,49 (3,52)	33,3	340	23,8	21,5	21,4	16,8	952 (714)
19,6 (19,8)	1035	181 (183)	5,9	259 (256)	3,30 (3,33)	27,2	298	23,5	21,5	21,5	16,8	952 (714)
12,8 (12,9)	1035	118 (119)	4,5	299 (296)	2,86 (2,88)	20,5	247	23,7	21,6	21,6	16,7	952 (714)
7,8 (7,9)	1035	72 (73)	3,4	366 (362)	2,34 (2,36)	15,4	200	23,1	21,8	21,6	16,8	952 (714)
4,4 (4,5)	1035	41 (41)	2,7	519 (514)	1,65 (1,66)	12,3	165	23,5	22,0	21,7	16,8	952 (714)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 5484.

APÉNDICE B

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

RELATÓRIO Nº:
1039/87

LOCAL DO ENSAIO:
CENEVA/MA

MOTOR (marca/modelo):
MMW TD 229.4 TS

TRATOR (marca/modelo):
VALMET 980 TURBO

DIVEN

DATA:
05/01/87

RELATÓRIO:
1039/87

TRATOR VALMET 980 TURBO

FOLHA: 112

POTÊNCIA DISPONÍVEL (kW) (CV)	ROTAÇÃO DO MOTOR (RPM)	TORQUE EQUIVALENTE (Nm) (kgm)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL (l/h)	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL (g/kWh)	TRABALHO ESPECÍFICO (kWh/l) (kWh/1*)	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO (°C)	TEMPERAT. FLUIDO ARREFEC. (°C)	TEMPERAT. LUBRIFIC. MOTOR (°C)	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL (°C)	TEMPERAT. BULBO SECO (°C)	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO (°C)	PRESSÃO BAROMÉTRICA (mm Hg)
63,0 (64,5)	2300	261 (268)	20,3	267 (260)	3,10 (3,18)	31,3	80,0	90,0	28,1	27,2	23,5	947 (710)
63,0 (64,6)	2245	268 (275)	20,0	263 (256)	3,14 (3,22)	32,1	80,0	89,7	28,1	27,3	23,5	947 (710)
61,0 (62,6)	2000	291 (299)	17,9	243 (237)	3,40 (3,49)	31,8	78,6	82,4	28,5	27,5	23,5	947 (710)
58,3 (59,8)	1850	299 (307)	16,8	238 (232)	3,47 (3,56)	31,5	76,8	77,3	28,3	27,7	23,7	947 (710)
54,0 (55,3)	1650	313 (320)	15,0	230 (224)	3,60 (3,69)	30,9	77,0	78,4	28,3	27,8	23,7	947 (710)
49,2 (50,4)	1450	324 (332)	13,8	232 (226)	3,56 (3,65)	31,1	79,0	77,4	28,4	28,0	23,8	947 (710)
47,6 (48,9)	1400	325 (334)	13,4	233 (227)	3,55 (3,65)	29,7	80,4	77,8	28,4	28,1	23,8	947 (710)
45,8 (47,1)	1350	324 (333)	13,0	235 (229)	3,51 (3,61)	30,2	83,0	76,4	28,3	28,1	23,9	947 (710)
32,5 (33,9)	1050	296 (308)	10,1	256 (246)	3,23 (3,36)	28,7	80,4	78,8	28,4	28,1	24,0	947 (710)
28,5 (30,1)	950	286 (302)	8,9	259 (246)	3,18 (3,36)	30,8	77,4	77,4	29,5	29,5	24,9	947 (710)

DESEMPENHO DO MOTOR FORA DA ZONA DE CORTE DO REGULADOR

(*) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 5486.

RELATÓRIO Nº:
1039/S7

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

TRATOR (marca/modelo): VALMET 980 TURBO		MOTOR (marca/modelo): MWM TD 229.4 TS		LOCAL DO ENSAIO: CENEA/MA		DATA: 05/01/87	
POTÊNCIA DISPONÍVEL (kW)	ROTAÇÃO DO MOTOR (RPM)	TORQUE EQUIVALENTE (Nm)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL (l/h)	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL (g/kWh)	TRABALHO ESPECÍFICO (kWh/l)	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO (°C)	TEMPERAT. FLUIDO ARREFEC. (°C)
						TEMPERAT. LUBRIFIC. MOTOR (°C)	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL (°C)
						TEMPERAT. BULBO SECO (°C)	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO (°C)
							PRESSÃO BAROMÉTRICA (mm Hg)

DESEMPENHO DO MOTOR NA ZONA DE CORTE DO REGULADOR - CONDIÇÃO 1

54,9 (56,2)	2360	222 (227)	18,3	276 (269)	3,00 (3,07)	30,4	74,7	76,5	28,3	28,2	24,1	947 (710)
(0,0)	2490	(0)	5,7	(-)	(0,00)	30,6	69,8	76,3	28,4	28,5	24,1	947 (710)
28,1 (28,8)	2420	111 (113)	11,8	347 (339)	2,38 (2,44)	29,5	71,5	73,4	28,9	28,4	24,1	947 (710)
63,1 (64,6)	2205	261 (267)	20,3	266 (260)	3,10 (3,18)	29,6	72,7	77,1	28,9	28,4	24,1	947 (710)
14,2 (14,6)	2450	56 (57)	8,7	504 (491)	1,64 (1,68)	31,6	71,3	74,6	29,2	28,4	24,1	947 (710)
41,8 (42,9)	2395	167 (171)	15,1	297 (290)	2,78 (2,85)	31,0	72,2	74,6	29,4	28,5	24,1	947 (710)

DESEMPENHO DO MOTOR NA ZONA DE CORTE DO REGULADOR - CONDIÇÃO 2

52,1 (53,3)	2080	239 (245)	15,8	250 (245)	3,30 (3,38)	30,7	75,0	75,7	28,0	27,4	23,7	947 (710)
(0,0)	2190	(0)	4,4	(-)	(0,00)	29,7	68,7	74,4	28,0	27,7	23,8	947 (710)
26,7 (27,2)	2130	120 (122)	10,0	311 (304)	2,66 (2,72)	28,7	70,6	71,4	28,4	27,8	23,8	947 (710)
59,7 (61,0)	2030	281 (287)	18,0	249 (244)	3,32 (3,39)	29,1	76,0	73,6	28,3	27,9	23,8	947 (710)
13,5 (13,9)	2160	60 (61)	7,1	435 (425)	1,90 (1,94)	29,9	70,7	70,3	28,7	27,9	23,8	947 (710)
39,6 (40,5)	2105	179 (183)	12,9	270 (264)	3,06 (3,13)	29,0	71,5	70,5	28,7	27,9	23,8	947 (710)

(*) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 6484.

CENEIA/MA		DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL										RELATÓRIO Nº: 1039/87
DIVEN		MOTOR (marca/modelo): MWM TD 229.4 TS					LOCAL DO ENSAIO: CENEIA/MA					DATA: 05/01/87
POTÊNCIA DISPONÍVEL (kW)	NOTAÇÃO DO MOTOR (kW)	TRATOR (marca/modelo): VALMET 980 TURBO	CONSUMO COMBUSTÍVEL (l/h)	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL (g/kWh)	TRABALHO ESPECÍFICO (kWh/l)	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO (°C)	TEMPERAT. FLUIDO ARREFEC. (°C)	TEMPERAT. LUBRIFIC. MOTOR (°C)	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL (°C)	TEMPERAT. SULCO SECO (°C)	TEMPERAT. SULCO ÚMIDO (°C)	PRESSÃO BAROMÉTRICA (mm Hg)
DESEMPENHO DO MOTOR NA ZONA DE CORTE DO REGULADOR - CONDIÇÃO 3												
48,3 (49,5)	253 (259)		14,0	240 (234)	3,44 (3,53)	31,4	76,3	72,2	29,0	28,2	23,8	947 (710)
0,0 (0,0)	0 (0)		3,5	-	0,00 (0,00)	30,4	69,3	70,0	29,0	28,3	24,1	947 (710)
24,8 (25,3)	126 (129)		8,5	284 (278)	2,91 (2,97)	29,5	71,2	66,6	29,0	28,5	24,2	947 (710)
55,5 (56,8)	297 (304)		15,9	236 (231)	3,50 (3,58)	29,8	73,0	70,0	29,3	28,5	24,2	947 (710)
12,5 (12,8)	63 (64)		5,9	390 (381)	2,12 (2,17)	29,3	70,9	65,9	29,5	28,5	24,3	947 (710)
36,7 (37,5)	189 (194)		11,2	252 (246)	3,28 (3,35)	29,0	71,4	65,6	29,6	28,5	24,3	947 (710)
DESEMPENHO DO MOTOR NA ZONA DE CORTE DO REGULADOR - CONDIÇÃO 4												
44,0 (45,0)	267 (274)		12,4	233 (228)	3,54 (3,63)	30,1	76,9	72,3	29,2	28,7	24,4	947 (710)
0,0 (0,0)	0 (0)		2,8	-	0,00 (0,00)	28,8	70,8	70,9	29,4	28,7	24,5	947 (710)
22,8 (23,3)	134 (136)		7,4	269 (263)	3,07 (3,14)	29,0	70,1	66,5	29,7	28,6	24,5	947 (710)
50,8 (51,9)	314 (322)		14,2	230 (225)	3,59 (3,67)	29,3	72,0	70,1	29,7	28,7	24,5	947 (710)
11,6 (11,8)	67 (68)		5,0	359 (351)	2,30 (2,35)	28,5	70,8	64,4	29,7	28,7	24,6	947 (710)
33,6 (34,3)	200 (204)		9,8	242 (237)	3,41 (3,48)	28,2	70,8	63,1	29,7	28,7	24,6	947 (710)

(*) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 6424.

CENEVA/MA		DESEMPENHO NA TOMADA DE POTENCIA PRINCIPAL										RELATORIO Nº: 1039/87	
DIVEN		TRATOR (marca/modelo): VALMET 980 TURBO			MOTOR (marca/modelo): MMM TD 229.4 TS			LOCAL DO ENSAIO: CENEVA/MA		DATA: 05/01/87		PRESSÃO BAROMÉTRICA	
POTÊNCIA DISPONÍVEL (kW) (kW)	ROTAÇÃO DO MOTOR (rpm)	TORQUE EQUIVALENTE (Nm) (Nm)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL (l/h)	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL (g/kWh)	TRABALHO ESPECÍFICO (kWh/l) (kWh/l)	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO (°C)	TEMPERAT. FLUIDO ARREFEC. (°C)	TEMPERAT. LUBRIFIC. MOTOR (°C)	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL (°C)	TEMPERAT. BULBO SECO (°C)	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO (°C)		
DESEMPENHO DO MOTOR NA ZONA DE CORTE DO REGULADOR - CONDIÇÃO 5													
37,3 (35,2)	1005	273 (279)	10,5	233 (227)	3,55 (3,63)	30,6	77,4	72,5	29,6	28,8	24,5	947 (710)	
(0,0)	1440	(0)	2,1	(-)	(0,00)	30,6	69,2	69,8	30,5	29,1	24,8	947 (710)	
(19,4)	1360	136 (140)	6,1	260 (254)	3,18 (3,25)	30,1	70,8	67,4	30,2	29,1	24,8	947 (710)	
43,3 (44,8)	1285	321 (332)	12,2	234 (226)	3,53 (3,66)	30,3	72,4	68,1	30,1	29,3	24,9	947 (710)	
9,9 (10,2)	1390	68 (70)	4,1	340 (332)	2,43 (2,48)	29,6	70,6	65,8	30,2	29,1	24,8	947 (710)	
28,6 (29,3)	1335	204 (209)	8,3	240 (235)	3,44 (3,52)	29,6	72,6	65,6	30,6	29,2	24,2	947 (710)	
DESEMPENHO DO MOTOR NA ZONA DE CORTE DO REGULADOR - CONDIÇÃO 6													
27,8 (28,9)	1050	252 (263)	8,6	254 (244)	3,24 (3,38)	31,0	73,6	65,3	31,0	29,6	24,9	947 (710)	
(0,0)	1190	(0)	1,6	(-)	(0,00)	31,6	72,5	66,0	31,0	29,6	24,9	947 (710)	
14,6 (14,9)	1105	126 (129)	4,7	266 (260)	3,10 (3,17)	29,8	71,6	66,0	31,1	29,7	24,9	947 (710)	
31,4 (33,1)	1010	297 (314)	9,6	252 (238)	3,28 (3,46)	30,7	74,1	66,7	31,0	29,5	24,9	947 (710)	
7,6 (7,8)	1145	63 (64)	3,1	338 (330)	2,44 (2,50)	30,5	72,0	62,1	31,8	29,8	25,0	947 (710)	
21,4 (22,0)	1080	189 (194)	6,6	253 (247)	3,26 (3,34)	31,0	71,5	61,5	32,1	29,8	25,0	947 (710)	

(*) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 5464.

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

CENEA/MA		DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL										RELATORIO Nº: 1031/87			
DIVEN		TRATOR (marca/modelo): VALMET 118-4					MOTOR (marca/modelo): MMM 229-6 TV					LOCAL DO ENSAIO: CENEA/MA		DATA: 23/10/86	
POTÊNCIA DISPONÍVEL kW (kws)	ROTAÇÃO DO MOTOR rpm	TORQUE EQUIVALENTE Nm (Nm*)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL l/h	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL g/kWh (g/kWh*)	TRABALHO ESPECÍFICO kWh/l (kWh/l*)	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO °C	TEMPERAT. FLUIDO ARREFEC. °C	TEMPERAT. LUBRIFIC. MOTOR °C	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL °C	TEMPERAT. BULBO SECO °C	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C	PRESSÃO BAROMÉTRICA mmHg			
DESEMPENHO DO MOTOR FORA DA ZONA DE CORTE DO REGULADOR															
64,5 (66,0)	2320	266 (272)	20,5	263 (257)	3,15 (3,22)	28,6	82,2	81,6	27,4	26,0	18,6	953 (715)			
65,1 (66,7)	2300	270 (277)	20,5	260 (254)	3,18 (3,26)	29,8	78,4	81,3	27,6	26,0	18,6	953 (715)			
65,1 (66,7)	2280	273 (280)	20,5	260 (254)	3,18 (3,26)	28,5	82,9	82,0	27,3	25,8	18,4	953 (715)			
63,3 (65,1)	2000	303 (312)	18,8	245 (238)	3,37 (3,47)	29,3	83,6	84,2	27,3	25,7	18,0	953 (715)			
59,3 (61,2)	1745	325 (335)	16,9	236 (229)	3,50 (3,61)	28,5	85,2	84,2	27,1	25,7	17,9	953 (715)			
50,7 (52,5)	1450	334 (346)	14,5	237 (228)	3,50 (3,63)	29,1	87,4	84,1	27,0	25,7	18,0	953 (715)			
49,0 (50,8)	1400	335 (347)	14,0	237 (229)	3,50 (3,62)	29,2	87,7	83,4	27,0	25,8	18,2	953 (715)			
47,2 (49,0)	1350	334 (346)	13,6	238 (230)	3,48 (3,60)	29,3	87,7	83,5	27,0	27,7	18,1	953 (715)			
34,8 (36,1)	1000	332 (344)	9,9	235 (227)	3,52 (3,64)	29,5	90,0	82,2	27,2	25,7	18,3	953 (715)			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

(*) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 5484.

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

RELATORIO Nº:
1031/87

LOCAL DO ENSAIO:
CENEÁ/MA

DATA:
23/10/86

MOTOR (marca/modelo):
MWM 229 - 6 TV

TRATOR (marca/modelo):
VALMET 118 - 4

POTÊNCIA DISPONÍVEL kW (kW*)	ROTAÇÃO DO MOTOR min ⁻¹	TORQUE EQUIVALENTE Nm (Nm*)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL l/h	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL g/kWh (g/kWh*)	TRABALHO ESPECÍFICO kWh/l (kWh/l*)	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO °C	TEMPERAT. FLUIDO ARREFEC. °C	TEMPERAT. LUBRIFIC. MOTOR °C	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL °C	TEMPERAT. BULBO SECO °C	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C	PRESSÃO BAROMÉTRICA mmHg (mmHg*)
DESEMPENHO DO MOTOR NA ZONA DE CORTE DO REGULADOR - CONDIÇÃO 1												
56,3 (57,4)	2345	230 (234)	17,9	264 (259)	3,14 (3,20)	28,8	78,4	80,4	27,3	25,8	18,5	953 (715)
0,0 (0,0)	2440	0 (0)	6,0	(-)	0,0 (0,0)	27,3	72,3	80,2	27,3	25,6	17,8	953 (715)
28,8 (29,4)	2400	115 (117)	11,4	329 (323)	2,52 (2,37)	28,4	77,0	79,0	27,4	25,5	18,1	953 (715)
65,5 (67,6)	2320	270 (277)	20,6	261 (255)	3,18 (3,25)	28,9	79,9	79,0	27,5	25,7	18,1	953 (715)
14,6 (14,8)	2420	58 (59)	8,6	484 (480)	1,69 (1,72)	28,7	79,5	79,2	27,5	25,6	18,0	953 (715)
42,7 (43,6)	2375	172 (176)	14,7	284 (279)	2,91 (2,97)	29,2	77,6	79,4	27,6	25,8	18,4	953 (715)
DESEMPENHO DO MOTOR NA ZONA DE CORTE DO REGULADOR - CONDIÇÃO 2												
55,5 (56,4)	2105	252 (256)	16,8	252 (248)	3,30 (3,35)	24,2	79,9	66,0	23,0	21,2	15,9	953 (715)
0,0 (0,0)	2190	0 (0)	5,0	(-)	0,0 (0,0)	23,2	72,6	67,9	23,2	21,5	16,0	953 (715)
28,2 (28,7)	2140	126 (128)	10,4	308 (303)	2,70 (2,74)	24,6	71,8	69,2	23,2	21,7	16,2	953 (715)
64,0 (65,6)	2060	297 (304)	19,2	249 (243)	3,33 (3,41)	25,3	81,3	70,3	23,2	21,8	16,4	953 (715)
14,3 (14,6)	2165	63 (64)	7,5	434 (427)	1,92 (1,95)	25,6	78,9	70,6	23,3	22,0	16,4	953 (715)
41,9 (42,6)	2120	189 (192)	13,4	266 (262)	3,12 (3,17)	26,1	74,3	71,5	23,5	22,1	16,4	953 (715)

(*) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 8404.

DATA:
13/01/87

RELATORIO:
1031/87

TRATOR VALMET 118-4

FOLHA:
117

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTENCIA PRINCIPAL

RELATORIO Nº:
1031/87

LOCAL DO ENSAIO:
CENEA/MA

MOTOR (marca/modelo):
MWM 229 - 6 TV

TRATOR (marca/modelo):
VALMET 118 - 4

DATA:
13/01/87

RELATORIO:
1031/87

TRATOR VALMET 118-4

FOLHA:
118

POTENCIA DISPONIVEL (kW) (kW*)	ROTAÇÃO DO MOTOR (rpm)	TORQUE EQUIVALENTE (Nm) (Nm*)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTIVEL (l/h)	CONSUMO ESPECIFICO COMBUSTIVEL (g/kWh) (g/kWh*)	TRABALHO ESPECIFICO (kWh/l) (kWh/l*)	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO (°C)	TEMPERAT. FLUIDO ARREFEC. (°C)	TEMPERAT. LUBRIFIC. MOTOR (°C)	TEMPERAT. COMBUSTIVEL (°C)	TEMPERAT. BULBO SECO (°C)	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO (°C)	PRESSÃO BAROMÉTRICA (mmHg) (mmHg*)
--------------------------------	------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	---	--------------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	----------------------------	---------------------------	----------------------------	------------------------------------

DESEMPENHO DO MOTOR NA ZONA DE CORTE DO REGULADOR - CONDIÇÃO 3

50,9 (51,8)	1815	268 (279)	14,6	239 (235)	3,48 (3,54)	26,3	82,5	74,8	23,7	22,3	16,7	953 (715)
0,0 (0,0)	1940	0 (0)	4,1	(-)	0,0 (0,0)	26,5	74,8	75,0	23,8	22,4	16,8	953 (715)
26,3 (26,8)	1875	134 (136)	9,1	288 (283)	2,88 (2,93)	26,2	71,3	75,1	24,0	22,4	16,7	953 (715)
58,8 (60,5)	1780	316 (324)	17,2	242 (236)	3,42 (3,52)	26,3	71,4	75,1	24,0	22,7	16,7	953 (715)
13,3 (13,5)	1895	67 (68)	6,4	399 (392)	2,08 (2,12)	25,1	73,7	75,0	23,9	22,5	16,8	953 (715)
38,9 (39,6)	1850	201 (205)	11,7	249 (245)	3,34 (3,39)	25,8	74,8	74,7	24,0	22,5	16,8	953 (715)

DESEMPENHO DO MOTOR NA ZONA DE CORTE DO REGULADOR - CONDIÇÃO 4

45,5 (46,3)	1530	284 (288)	12,8	234 (230)	3,55 (3,61)	26,2	80,9	73,1	24,3	22,8	17,0	953 (715)
0,0 (0,0)	1690	0 (0)	3,2	(-)	0,0 (0,0)	26,5	77,4	72,9	24,3	22,8	17,1	953 (715)
23,7 (24,1)	1600	142 (144)	7,7	270 (265)	3,08 (3,13)	25,0	72,6	73,2	24,4	22,9	17,0	953 (715)
52,4 (54,1)	1500	334 (344)	15,0	238 (231)	3,48 (3,59)	26,0	81,0	74,3	24,4	22,9	17,0	953 (715)
12,1 (12,3)	1630	71 (72)	5,4	367 (361)	2,26 (2,30)	24,6	73,7	72,6	24,4	22,9	17,1	953 (715)
34,9 (35,5)	1570	213 (216)	10,1	241 (237)	3,44 (3,50)	24,8	74,0	72,2	24,5	22,9	17,2	953 (715)

(*) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 5484.

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

RELATÓRIO Nº: 1031/87

CENEAA/MA		DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL										RELATÓRIO Nº: 1031/87			
DIVEN		TRATOR (marca/modelo): VALMET 118-4					MOTOR (marca/modelo): MWM 229-6 TV					LOCAL DO ENSAIO: CENEAA/MA		DATA: 23/10/86	
POTÊNCIA DISPONÍVEL	ROTAÇÃO DO MOTOR	TORQUE EQUIVALENTE	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL	TRABALHO ESPECÍFICO	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO	TEMPERAT. FLUIDO ARREFEC.	TEMPERAT. LUBRIFIC. MOTOR	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL	TEMPERAT. BULBO SECO	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO	TEMPERAT. BULBO SAPONÉTRICA			
kW (kws)	min-1	Nm (Nm*)	l/h	g/kWh (p/kWh*)	kWh/l (kWh/l*)	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	953 (715)		

DESEMPENHO DO MOTOR NA ZONA DE CORTE DO REGULADOR - CONDIÇÃO 5

36,4 (37,1)	1245	280 (285)	10,3	236 (231)	3,52 (3,59)	27,5	82,4	69,0	24,8	24,0	17,4	953 (715)
(0,0)	1440	(0)	2,6	(-)	(0,0)	27,4	72,0	68,3	24,8	24,1	17,4	953 (715)
19,2 (19,5)	1305	140 (143)	6,3	273 (268)	3,04 (3,10)	26,6	70,9	69,7	25,0	24,1	17,6	953 (715)
41,2 (42,5)	1190	330 (340)	11,8	237 (230)	3,49 (3,66)	26,8	80,5	69,5	25,1	24,1	17,6	953 (715)
10,0 (10,1)	1365	70 (71)	4,4	365 (359)	2,27 (2,31)	25,5	73,2	70,2	25,0	24,2	17,7	953 (715)
28,0 (28,5)	1270	210 (214)	8,3	247 (242)	3,36 (3,42)	27,1	73,9	70,2	25,3	24,2	17,7	953 (715)

DESEMPENHO DO MOTOR NA ZONA DE CORTE DO REGULADOR - CONDIÇÃO 6

30,0 (30,6)	1015	281 (286)	8,4	232 (228)	3,58 (3,64)	25,9	82,7	67,6	25,3	24,1	17,7	953 (715)
(0,0)	1190	(0)	2,0	(-)	(0,0)	26,1	70,3	67,6	25,3	24,2	17,8	953 (715)
15,8 (16,1)	1075	141 (143)	5,1	268 (263)	3,10 (3,15)	25,6	70,0	67,5	25,6	24,1	17,8	953 (715)
33,9 (34,9)	980	331 (341)	9,7	238 (231)	3,49 (3,59)	25,8	79,3	67,7	25,7	24,1	17,8	953 (715)
8,2 (8,3)	1010	70 (72)	3,5	353 (347)	2,35 (2,39)	25,8	72,4	67,3	25,5	24,1	17,8	953 (715)
23,2 (23,7)	1050	211 (215)	6,7	237 (233)	3,49 (3,56)	26,5	74,1	66,7	25,6	24,1	17,7	953 (715)

(*) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 5464.

DATA: 13/01/87

RELATÓRIO: 1031/87

TRATOR VALMET 118-4

FOLHA: 119

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

RELATÓRIO Nº:
1016/86LOCAL DO ENSAIO:
CENEÁ/MA.DATA:
01/09/86MOTOR (marca/modelo):
MMM TD 229-0 TV.TRATOR (marca/modelo):
VALMET 148 4X4 TURBOMOTOR (marca/modelo):
MMM TD 229-0 TV.

POTÊNCIA DISPONÍVEL kW (HP)	ROTAÇÃO DO MOTOR min ⁻¹	TORQUE EQUIVALENTE Nm (mtr. p.)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL l/h	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL g/kWh	TRABALHO ESPECÍFICO kWh/l (HP)	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO °C	TEMPERAT. FLUIDO ARREFEC. °C	TEMPERAT. LUBRIFIC. MOTOR °C	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL °C	TEMPERAT. BULBO SECO °C	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C	PRESSÃO BAROMÉTRICA mmHg (mmHg)
91,8 (92,6)	2280	385 (388)	28,0	262 (260)	3,28 (3,30)	22,7	81,1	91,5	18,1	18,5	15,0	952 (714)
91,1 (91,5)	2200	396 (398)	27,4	257 (256)	3,33 (3,34)	20,0	81,8	90,5	18,8	18,8	15,1	952 (714)
88,0 (88,4)	2000	421 (423)	24,8	242 (240)	3,55 (3,56)	20,4	81,8	90,5	18,8	18,9	15,1	952 (714)
83,3 (83,8)	1800	442 (445)	22,6	232 (231)	3,69 (3,71)	21,6	82,4	91,1	18,8	18,9	15,2	952 (714)
75,7 (76,1)	1550	468 (470)	20,1	227 (226)	3,77 (3,79)	20,2	83,4	91,8	19,1	19,1	15,3	952 (714)
73,4 (73,8)	1500	468 (470)	19,6	228 (227)	3,75 (3,77)	20,9	84,0	91,2	19,2	19,2	15,4	952 (714)
71,0 (71,5)	1450	467 (471)	19,2	232 (230)	3,69 (3,72)	20,9	84,3	90,2	19,2	19,2	15,4	952 (714)
58,5 (58,8)	1250	448 (451)	16,4	240 (238)	3,57 (3,59)	19,5	84,8	88,9	19,2	19,3	15,5	952 (714)
45,6 (45,9)	1050	416 (419)	13,0	245 (243)	3,50 (3,52)	19,8	86,0	88,6	19,5	19,3	15,5	952 (714)

DESEMPENHO DO MOTOR FORA DA ZONA DE CORTE DO REGULADOR

(*) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 5484.

DATA:
18/10/86RELATÓRIO:
1016/86

TRATOR VALMET 148 4X4 TURBO

FOLHA:
120

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

RELATORIO Nº:
1016/86

LOCAL DO ENSAIO:
CENEAA/MA

TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C

TEMPERAT. BULBO SECO °C

TEMPERAT. COMBUSTÍVEL °C

TEMPERAT. LUBRIFIC. MOTOR °C

TEMPERAT. FLUIDO ARREFEC. °C

TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO °C

TRABALHO ESPECÍFICO KWH/1 (M)

CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL g/kWh (M)

CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL l/h

TORQUE EQUIVALENTE Nm (Nm*)

ROTAÇÃO DO MOTOR min⁻¹

POTÊNCIA DISPONÍVEL kW (M)

PRESSÃO BAROMÉTRICA mm Hg (mm Hg)

TRATOR (marca/modelo):
VALMET 148 4X4 TURBO

MOTOR (marca/modelo):
MWM TD 229-6 TV

DATA:
18/10/86

RELATORIO:
1016/86

TRATOR VALMET 148 4X4 TURBO

DESEMPENHO DO MOTOR NA ZONA DE CORTE DO REGULADOR - CONDIÇÃO 1

DESEMPENHO DO MOTOR NA ZONA DE CORTE DO REGULADOR - CONDIÇÃO 2

FOLHA:
121

VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 8464.

POTÊNCIA DISPONÍVEL (kW)	ROTAÇÃO DO MOTOR (min ⁻¹)	TORQUE EQUIVALENTE (Nm)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL (l/h)	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL (g/kWh)	TRABALHO ESPECÍFICO (KWH/1)	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO (°C)	TEMPERAT. FLUIDO ARREFEC. (°C)	TEMPERAT. LUBRIFIC. MOTOR (°C)	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL (°C)	TEMPERAT. BULBO SECO (°C)	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO (°C)	PRESSÃO BAROMÉTRICA (mm Hg)
92,7 (93,5)	2315	383 (386)	28,4	262 (260)	3,26 (3,29)	22,7	81,9	87,5	20,5	20,0	15,7	952 (714)
79,9 (80,3)	2345	326 (327)	25,2	270 (268)	3,17 (3,19)	20,9	80,6	87,0	20,0	19,6	15,6	952 (714)
60,7 (61,0)	2380	244 (246)	20,5	289 (287)	2,96 (2,97)	20,7	77,2	87,3	20,6	20,2	15,8	952 (714)
41,0 (41,2)	2405	163 (164)	15,9	333 (331)	2,57 (2,58)	20,4	75,7	86,2	20,3	19,8	15,7	952 (714)
20,8 (20,9)	2445	81 (82)	11,7	480 (476)	1,78 (1,80)	21,8	76,5	88,3	20,6	20,1	15,8	952 (714)
0,0 (0,0)	2495	0 (0)	7,6	- (-)	0,0 (0,0)	21,0	75,4	86,8	20,3	19,8	15,7	952 (714)
84,7 (86,2)	2000	405 (412)	24,0	241 (237)	3,54 (3,60)	28,7	84,1	92,1	24,5	25,5	18,7	952 (714)
73,3 (74,9)	2035	345 (352)	21,2	247 (242)	3,45 (3,52)	30,8	83,5	94,5	24,1	25,3	18,8	952 (714)
55,5 (56,6)	2060	258 (263)	17,0	260 (256)	3,27 (3,33)	29,2	76,9	87,2	24,7	25,6	18,8	952 (714)
37,5 (38,2)	2085	172 (175)	12,9	294 (289)	2,90 (2,95)	28,6	75,2	89,1	24,5	25,5	18,7	952 (714)
19,1 (19,4)	2120	86 (88)	9,2	410 (403)	2,08 (2,12)	29,0	75,8	88,0	24,5	25,6	18,7	952 (714)
0,0 (0,0)	2175	0 (0)	5,6	- (-)	0,0 (0,0)	29,7	78,5	90,1	24,2	25,4	18,7	952 (714)

RELATÓRIO Nº:
1016/86

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

CENEA/MA		MOTOR (marca/modelo): MWM TD 229-6 TV										LOCAL DO ENSAIO: CENEA/MA		DATA: 01/09/86						
DIVEN		TRATOR (marca/modelo): VALMET 148 4X4 TURBO		MOTOR (marca/modelo): MWM TD 229-6 TV		TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO °C		TEMPERAT. FLUIDO ANREPEC. °C		TEMPERAT. LUBRIFIC. MOTOR °C		TEMPERAT. COMBUSTÍVEL °C		TEMPERAT. BULBO SECO °C		TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C		PRESSÃO BAROMÉTRICA (mm Hg)		
POTÊNCIA DISPONÍVEL (kW) (8)	ROTAÇÃO DO MOTOR (min ⁻¹)	TORQUE EQUIVALENTE (Nm) (8)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL (l/h)	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL (g/kWh) (8)	TRABALHO ESPECÍFICO (kWh/l) (8)	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO °C	TEMPERAT. FLUIDO ANREPEC. °C	TEMPERAT. LUBRIFIC. MOTOR °C	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL °C	TEMPERAT. BULBO SECO °C	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C	TEMPERAT. BULBO SECO °C	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C	TEMPERAT. BULBO SECO °C	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C	TEMPERAT. BULBO SECO °C	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C	TEMPERAT. BULBO SECO °C	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C	
DESEMPENHO DO MOTOR NA ZONA DE CORTE DO REGULADOR - CONDIÇÃO 3																				
76,2 (77,6)	1650	442 (450)	20,7	232 (228)	3,68 (3,74)	28,7	83,1	89,7	25,3	26,1	18,9	26,1	18,9	26,1	18,9	26,1	18,9	26,1	18,9	952 (714)
66,8 (68,1)	1700	376 (383)	18,2	232 (228)	3,67 (3,74)	29,7	85,7	93,5	25,0	26,0	19,3	26,0	19,3	26,0	19,3	26,0	19,3	26,0	19,3	952 (714)
50,9 (51,8)	1730	282 (287)	14,3	240 (236)	3,55 (3,61)	29,0	75,9	84,3	25,3	26,0	19,0	26,0	19,0	26,0	19,0	26,0	19,0	26,0	19,0	952 (714)
34,4 (35,0)	1755	188 (191)	10,7	266 (261)	3,21 (3,26)	28,3	74,7	87,6	25,4	26,0	18,9	26,0	18,9	26,0	18,9	26,0	18,9	26,0	18,9	952 (714)
17,5 (17,9)	1790	94 (96)	7,3	355 (349)	2,40 (2,44)	28,7	75,1	85,7	25,3	26,1	18,9	26,1	18,9	26,1	18,9	26,1	18,9	26,1	18,9	952 (714)
0,0 (0,0)	1865	0 (0)	4,2	- (-)	0,0 (0,0)	29,3	84,7	89,9	25,3	26,0	19,1	26,0	19,1	26,0	19,1	26,0	19,1	26,0	19,1	952 (714)
DESEMPENHO DO MOTOR NA ZONA DE CORTE DO REGULADOR - CONDIÇÃO 4																				
62,7 (64,3)	1355	442 (454)	17,5	238 (232)	3,58 (3,68)	28,5	79,1	83,0	25,8	25,9	19,1	25,9	19,1	25,9	19,1	25,9	19,1	25,9	19,1	952 (714)
54,8 (55,8)	1395	376 (383)	14,9	232 (228)	3,68 (3,74)	28,6	85,0	91,2	25,7	25,9	19,2	25,9	19,2	25,9	19,2	25,9	19,2	25,9	19,2	952 (714)
41,9 (42,6)	1420	282 (287)	11,7	237 (233)	3,59 (3,66)	28,7	76,2	82,1	25,8	25,8	19,0	25,8	19,0	25,8	19,0	25,8	19,0	25,8	19,0	952 (714)
28,5 (29,0)	1450	188 (191)	8,6	256 (251)	3,33 (3,39)	28,5	76,3	83,4	25,8	25,8	19,0	25,8	19,0	25,8	19,0	25,8	19,0	25,8	19,0	952 (714)
14,6 (14,8)	1480	94 (96)	5,7	335 (329)	2,54 (2,59)	29,0	75,3	83,0	25,8	25,8	18,9	25,8	18,9	25,8	18,9	25,8	18,9	25,8	18,9	952 (714)
0,0 (0,0)	1570	0 (0)	3,2	- (-)	0,0 (0,0)	28,9	74,7	87,9	25,6	25,9	19,3	25,9	19,3	25,9	19,3	25,9	19,3	25,9	19,3	952 (714)

(*) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 5484.

DATA: 18/10/86

RELATÓRIO: 1016/86

TRATOR VALMET 148 4X4 TURBO

FOLHA: 122

RELATORIO Nº:
1016/86

DESEMPENHO NA TOMADA DE POTÊNCIA PRINCIPAL

CENEA/MA		MOTOR (marca/modelo): MMM TD 229 - 6 TV										LOCAL DO ENSAIO: CENEA/MA		DATA: 01/00/86									
DIVEN		TRATOR (marca/modelo): VALMET 148 4X4 TURBO		CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL (l/h)		CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL (g/kWh)		TRABALHO ESPECÍFICO (kWh/l)		TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO °C		TEMPERAT. FLUIDO ARREFEC. °C		TEMPERAT. LUBRIFIC. MOTOR °C		TEMPERAT. COMBUSTÍVEL °C		TEMPERAT. BULBO SECO °C		TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C		PRESSÃO BAROMÉTRICA (mm Hg)	
POTÊNCIA DISPONÍVEL (kW) (B)	ROTAÇÃO DO MOTOR (min ⁻¹)	TORQUE EQUIVALENTE (Nm) (B)	CONSUMO HORÁRIO COMBUSTÍVEL (l/h)	CONSUMO ESPECÍFICO COMBUSTÍVEL (g/kWh) (B)	TRABALHO ESPECÍFICO (kWh/l) (B)	TEMPERAT. AR DE ADMISSÃO °C	TEMPERAT. FLUIDO ARREFEC. °C	TEMPERAT. LUBRIFIC. MOTOR °C	TEMPERAT. COMBUSTÍVEL °C	TEMPERAT. BULBO SECO °C	TEMPERAT. BULBO ÚMIDO °C	PRESSÃO BAROMÉTRICA (mm Hg)	PRESSÃO BAROMÉTRICA (mm Hg)										
DESEMPENHO DO MOTOR NA ZONA DE CORTE DO REGULADOR - CONDIÇÃO 5																							
41,3 (42,4)	1015	389 (399)	11,7	241 (235)	3,53 (3,62)	27,9	80,9	82,7	25,8	25,8	19,1	952 (714)	952 (714)										
36,3 (36,9)	1050	331 (336)	10,3	241 (237)	3,54 (3,60)	27,4	76,5	79,6	25,8	25,8	19,0	952 (714)	952 (714)										
28,2 (28,6)	1085	248 (252)	8,0	241 (237)	3,53 (3,59)	27,7	75,4	77,5	26,0	25,6	19,1	952 (714)	952 (714)										
19,3 (19,6)	1115	165 (168)	5,9	261 (257)	3,26 (3,31)	27,3	78,0	79,6	25,9	25,7	19,1	952 (714)	952 (714)										
9,9 (10,1)	1145	83 (84)	4,0	342 (337)	2,49 (2,53)	27,5	75,8	78,7	25,9	25,7	19,1	952 (714)	952 (714)										
0,0 (0,0)	1260	0 (0)	2,3	(-)	0,0 (0,0)	28,3	75,0	81,8	25,8	25,8	19,1	952 (714)	952 (714)										

DATA: 18/10/86

RELATORIO: 1016/86

TRATOR VALMET 148 4X4 TURBO

FOLHA: 123

(*) VALORES REDUZIDOS SEGUNDO NBR 5494.