

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROGRAMA COMPUTACIONAL DESTINADO À
UNIDADE MÓVEL DE ENSAIO NA BARRA DE TRAÇÃO (UMEB) PARA A
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE TRATORES**

FERNANDO HENRIQUE CAMPOS

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura).

BOTUCATU-SP

Junho – 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROGRAMA COMPUTACIONAL DESTINADO À
UNIDADE MÓVEL DE ENSAIO NA BARRA DE TRAÇÃO (UMEB) PARA A
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE TRATORES**

FERNANDO HENRIQUE CAMPOS

**Orientador: Prof. Dr. Saulo Philipe Sebastião Guerra
Co-orientador: Prof. Dr. Kléber Pereira Lanças**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Energia na Agricultura).

BOTUCATU-SP

Junho – 2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA LAGEADO - BOTUCATU (SP)

C198d Campos, Fernando Henrique, 1985-
Desenvolvimento de um programa computacional destinado à unidade de ensaio na barra de tração (UMEB) para a avaliação do desempenho de tratores / Fernando Henrique Campos. - Botucatu : [s.n.], 2009.
viii, 110 f. : il. color, gráfs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2009
Orientador: Saulo Philipe Sebastião Guerra
Co-orientador: Kléber Pereira Lanças
Inclui bibliografia

1. Informática aplicada. 2. Ensaio de máquinas. 3. Sistema computacional. I. Guerra, Saulo Philipe Sebastião. II. Lanças, Kléber Pereira. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. IV. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU**

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: “DESENVOLVIMENTO DE UM PROGRAMA COMPUTACIONAL
DESTINADO À UNIDADE MÓVEL NA BARRA DE TRACÇÃO (UMEB)
PARA A AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE TRATORES”**

ALUNO: FERNANDO HENRIQUE CAMPOS

ORIENTADOR: PROF. DR. SAULO PHILIFE SEBASTIÃO GUERRA


Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. SAULO PHILIFE SEBASTIÃO GUERRA



PROF. DR. PAULO ROBERTO ARBEX SILVA



PROF. DR. CARLOS ROBERTO PEREIRA PADOVANI

Data da Realização: 18 de junho de 2009.

“Aqueles que não atingem um objetivo tendem a desmerecê-lo, para diminuir a dor do seu insucesso.”

(Desconhecido)

DEDICO

Aos meus pais, Jaime e Aparecida

OFEREÇO

Aos meus avôs maternos, João e Maria (*in memoriam*)

Aos meus avôs Paternos, João e Lourdes (*in memoriam*)

AGRADECIMENTOS

Ao Professores Doutores Saulo Philipe Sebastião Guerra e Kléber Pereira Lanças, pela orientação precisa, amizade, dedicação, compreensão e paciência em todas as fases do curso de mestrado.

Aos amigos do curso de pós-graduação: Antonio Gabriel Filho, Ricardo Carvalho Tosin, Leonardo de Almeida Monteiro, Fabrício Leite, Juan José Bonnin Acosta, Cristiano Alberto de Paula, Gustavo Kimura Montanha, Fabrício Masiero, Indiamara Marasca, Éder Aparecido Garcia, André Satoshi Seki, Guilherme Oguri e Maria Cláudia Martinelli Trabulsi.

Aos técnicos e funcionários do Departamento de Engenharia Rural da UNESP, Botucatu que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Às secretárias do Departamento de Engenharia Rural pela solicitude e presteza no atendimento.

Às funcionárias da Seção de Pós-Graduação da Faculdade de Agronomia da UNESP, Botucatu, pela paciência, consideração e apoio recebidos.

À Coordenação do Curso de Pós Graduação em Agronomia, área de concentração Energia na Agricultura, Departamento de Engenharia Rural e Faculdade de Ciências Agrônômicas pela oportunidade de execução deste trabalho.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — CAPES, pelo bolsa cedida durante o curso de mestrado.

Enfim, a todas as pessoas, instituições e empresas que, de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho de pesquisa.

SUMARIO

	Página
1 RESUMO	01
2 SUMMARY	03
3 INTRODUÇÃO	04
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	06
4.1 Agricultura de precisão	06
4.2 Aquisição automática de dados	09
4.3 Sensores e transdutores	12
4.4 Ensaio de desempenho de tratores e máquinas agrícolas e ensaio de desempenho na barra de tração de tratores	16
4.5 Desenvolvimento de programas computacionais na área agrícola	19
4.6 Linguagem de programação – “Visual Basic”	21
4.7 Banco de dados	23
4.7.1 Microsoft Access	24
5 MATERIAL E MÉTODOS	25
5.1 Material	25
5.1.1 Local do experimento	25
5.1.2 Microcomputador	25
5.1.3 Linguagem computacional	26
5.1.4 Banco de dados	27
5.1.5 Força de tração na barra	29
5.1.6 Patinação do rodado	30
5.1.7 Roda odométrica	31
5.1.8 Consumo de combustível	32
5.1.9 Aquisição de dados	33
5.2 Métodos	34
5.2.1 Sistema de aquisição de dados	34
5.2.2 Força de tração na barra	35
5.2.2.1 Força de tração na barra (kgf)	35

5.2.2.2 Força de tração na barra (kN)	35
5.2.3 Velocidade de deslocamento.....	36
5.2.3.1 Velocidade de deslocamento ($m \cdot s^{-1}$)	36
5.2.3.2 Velocidade de deslocamento ($km \cdot h^{-1}$).....	36
5.2.4 Patinagem do rodado do trator	37
5.2.5 Avanço dinâmico do trator.....	37
5.2.6 Potência disponível na barra de tração.....	38
5.2.6.1 Potência disponível na barra de tração (kW).....	38
5.2.6.2 Potência disponível na barra de tração (cv).....	38
5.2.7 Consumo de combustível	39
5.2.7.1 Consumo de combustível horário.....	39
5.2.7.2 Consumo de combustível específico ($L \cdot kW^{-1} \cdot h^{-1}$).....	39
5.2.7.3 Consumo de combustível específico ($L \cdot cv^{-1} \cdot h^{-1}$).....	40
5.2.7.4 Consumo de combustível específico ($kW \cdot h \cdot L^{-1}$).....	40
5.2.7.5 Consumo de combustível específico ($kg \cdot kW^{-1} \cdot h^{-1}$)	40
5.2.8 Rendimento na barra de tração.....	41
5.2.9 Coeficiente de tração.....	41
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
6.1 Considerações sobre o programa computacional.....	42
6.2 Tela de apresentação	42
6.3 Tela de seleção do tipo de ensaio	43
6.4 Ensaio na barra de tração	44
6.4.1 Tela de dados do ensaio e do trator.....	44
6.4.2 Tela de seleção de características do trator para o ensaio.....	45
6.4.3 Tela de coleta de dados	46
6.4.3.1 Coleta de dados sem carga	47
6.4.3.2 Coleta de dados com carga.....	49
6.4.3.2 Controle de coleta de novas parcelas e condições.....	51
6.4.4 Relatório.....	52
6.5 Ensaio de tração OECD.....	56
6.5.1 Tela de seleção de características OECD.....	56

6.5.2 Tela de dados adicionais OECD	57
6.5.3 Relatório	57
6.6 Ensaio de tração com dois ou mais tratores diferentes	59
6.7 Continuar ou resgatar ensaio.....	62
6.7.1 Tela continuar ou resgatar ensaio.....	62
6.8 Validação do programa computacional	63
7 CONCLUSÕES	65
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
9 APÊNDICE 1	79

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
01 Área de trabalho do Microsoft Visual Basic.....	26
02 Área de trabalho do Microsoft Access	27
03 Estrutura do banco de dados.....	28
04 Unidade móvel de ensaio na barra de tração – UMEB.....	29
05 Célula de carga marca SODMEX, modelo N400.....	30
06 Geradores de pulsos instalados no trator para determinar a patinagem das rodas.....	31
07 Roda odométrica.....	31
08 Fluxômetros volumétricos para a determinação do consumo de combustível.....	32
09 Controlador Lógico Programável marca UNITRONICS, modelo VISION230.....	33
10 Fluxograma da aquisição de dados.....	34
11 Tela de apresentação do programa computacional.....	43
12 Tela de seleção do tipo de ensaio.....	44
13 Tela de dados do ensaio e do trator.....	45
14 Tela de seleção de características do trator para o ensaio.....	46
15 Alerta de coleta de dados sem carga.....	47
16 Tela de informação de dados manualmente.....	48
17 Tela de coleta de dados, aba “Dados Brutos”.....	48
18 Tela de coleta de dados, aba “Resultados”.....	49
19 Gráfico gerado pelo aplicativo.....	50
20 Gráficos gerados pelo aplicativo com auxílio do Microsoft Excel.....	50
21 Tela de coleta de dados, aba – “Visualização”.....	51
22 Perguntas feitas pelo aplicativo ao usuário.....	52
23 Questionamento do aplicativo sobre a criação do relatório.....	52
24 Páginas um e dois do relatório.....	53

25	Páginas três e quatro do relatório.....	54
26	Caixa de dialogo “Salvar como”.....	54
27	Fluxograma do aplicativo no módulo “Ensaio de tração comum”.....	55
28	Tela de seleção de características OECD.....	56
29	Tela de dados adicionais OECD.....	57
30	Relatório OECD-CODE 2, páginas um e dois.....	58
31	Relatório OECD-CODE 2, páginas três e quatro.....	58
32	Fluxograma do aplicativo no módulo “Ensaio de tração OECD-CODE 2”.....	59
33	Questionamento do aplicativo sobre a utilização de um novo trator.....	60
34	Fluxograma do aplicativo no módulo “Ensaio de tração com dois ou mais tratores diferentes”.....	61
35	Tela continuar ou resgatar ensaio.....	62
36	Exemplificação da seqüência lógica da opção resgatar ou continuar ensaio.....	63
37	Resultados do ensaio de validação para a marcha A5.....	64

1 RESUMO

O crescimento do setor agrícola no Brasil sinaliza a crescente demanda por novas ferramentas tecnológicas para aplicação em campo ou na pesquisa. Na pesquisa, o objetivo contínuo é melhorar a qualidade e confiabilidade dos dados obtidos através de ensaios ou experimentos.

Nesse contexto o objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de um programa computacional destinado a aquisição, processamento e armazenamento dos dados provenientes do ensaio de tração de tratores. Para o desenvolvimento do aplicativo foi utilizada a linguagem de programação Microsoft Visual Basic 6.0, e como base de dados o Microsoft Access 2003.

Os dados foram gerados através de sensores de pulsos, fluxômetros e célula de carga, instalados no trator e/ou na Unidade Móvel de Ensaio de Tração – UMEB, pertencente a FCA/UNESP de Botucatu. Os cabos dos sensores foram conectados ao Controlador Lógico Programável – CLP, que realizou a conversão dos sinais analógicos, gerados pelos sensores eletrônicos, para sinais digitais, possibilitando a sua interpretação pelo microcomputador.

O sistema computacional foi denominado “Aplicativo para Ensaio de Tração – AET”, e realizou a aquisição, processamento e armazenamento dos, e possibilitando a visualização dos dados processados em tempo real de maneira simples e rápida, além de,

representar significativa economia de tempo para o usuário ao gerar automaticamente os relatórios de ensaio na barra de tração.

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE DEDICATED TO THE MOBILE DRAWBAR TEST UNIT (UMEB) FOR TRACTORS PERFORMANCE EVALUATION. Botucatu, 2009 117p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: FERNANDO HENRIQUE CAMPOS
Advisor: SAULO PHILIPPE SEBASTIÃO GUERRA
Co-advisor: KLÉBER PEREIRA LANÇAS

2 SUMMARY

The Brazil agricultural development demonstrates the increasing demand for new technological tools for application in field work or research.

The continuous objective in research is to improve quality and assurance of data obtained through experiments or test.

In this context the objective of this research was to develop a software to acquire, process and storage data from tractor drawbar test. For the development of the software was used the Microsoft Visual Basic 6.0 and Microsoft Access 2003 as database.

The data was generated through encoders, flow meter and load cell installed in the tractor or in the UMEB – Mobile Drawbar Test Unit, that belongs to the College of Agricultural Sciences, University of Sao Paulo State – Botucatu. The encoders wires was connected to the PLC – Programmable Logic Controller, that carry out the conversion of analogical signs, generated by the electronic encoders, into digital signs, making possible it interpreting by any computer.

The software was named “A.E.T. – Drawbar Test Software”, and it made the data acquire, process and storage and made possible the visualization in real time of processed data in a simply and fast way, besides represents significant time economy for the user by generating automatically the Drawbar test reports.

Keywords: Applied informatics, machinery test, computerized systems

3 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a tecnologia na área de informática, trouxe consigo diversos benefícios a inúmeras áreas de pesquisa. Entre as suas vantagens é importante citar a velocidade na realização de cálculos em conjunto com algoritmos complexos e também seu apelo visual que facilita a análise e o entendimento dos resultados obtidos.

Quando utilizada corretamente, a informática é uma ferramenta importante na realização de qualquer atividade de pesquisa. Através da agregação de um banco de dados, podem ser armazenadas informações de pesquisas atuais para uma eventual comparação no futuro, ou também através de seu preenchimento com dados de eventos ocorridos, é possível realizar a predição de um cenário futuro, sendo que estas informações podem ser utilizadas como ferramenta de suporte a decisão.

Atualmente a utilização de maquinário agrícola é comum nas grandes e pequenas propriedades. A mecanização agrícola reduziu a população ativa no campo pela substituição da mão de obra humana por máquinas; entretanto, gerou outros empregos na cadeia de produção e beneficiamento da produção, diminuiu a severidade do trabalho no campo e permitiu o aumento do rendimento do trabalho, aumentando as áreas de culturas no campo e a produtividade.

Com o aumento da produção agrícola as atividades no campo tomaram grandes dimensões, além de ganharem velocidade, tornando-se fundamental a utilização de

recursos informatizados nas questões agrícolas, sendo mais utilizados para controles ou pesquisa.

A ramificação da área agrônômica mais conhecida por explorar a aplicação de tecnologias eletrônicas na agricultura é a agricultura de precisão. O desenvolvimento da indústria eletrônica contribuiu na mecanização da agricultura com o desenvolvimento de equipamentos cada vez menores, práticos e robustos, permitindo sua aplicação no campo. A utilização de sensores, transdutores, micro-controladores e sistemas de automação são amplamente difundidos no meio rural atualmente.

Os dados obtidos através de equipamentos eletrônicos como, por exemplo, os sensores, devem ser processados para se transformarem em informações úteis. Nesse contexto a utilização de um microcomputador com um programa computacional específico para aquisição de dados contribui de maneira importante com pesquisadores e produtores.

O processamento dos dados por um programa computacional específico reflete diversos benefícios para os pesquisadores, entre eles se pode citar: maior eficiência e precisão na coleta de dados, possibilidade de se implementar algoritmos de filtragem de dados e de cálculos complexos que se realizam através do aplicativo, melhor visualização dos resultados obtidos, além de serem obtidos dados relativos a pesquisa em tempo real, possibilitando a visualização de erros e a realização de correções ainda durante a atividade no campo

Nesse contexto o presente trabalho teve como objetivo, desenvolver um programa computacional que realiza a aquisição, processamento e armazenamento dos dados provenientes de ensaios na barra de tração.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Agricultura de Precisão

A agricultura de precisão é importante para o conhecimento detalhado de áreas onde se deseja trabalhar, devido ao interesse em aumentar a produtividade e diminuir custos nessa área, a cada dia surgem novas técnicas e tecnologias para a coleta de dados, que após o devido tratamento retornam diversas informações a respeito da área analisada.

Cappelli (2001) afirma que a agricultura de precisão surgiu da necessidade contínua do aumento da produção e da otimização da agricultura. Sendo que através da observação e estudo, ocorre à obtenção de informações dos fatores que causam a variabilidade de cada área do solo, através das análises desses dados se pode obter um conhecimento detalhado sobre a área, que pode auxiliar na tomada de decisões e proporcionar um resultado significativo. Além disso, o conhecimento da variabilidade espacial dos componentes do solo, que definem a produtividade das culturas é indispensável na instalação de um programa de agricultura de precisão. Existem diversas maneiras para identificar variabilidades no campo, como: amostragem do solo, levantamento dos solos, técnicas de sensoriamento remoto, utilização de modelos de simulação e a utilização de sensores. (CORÁ e MARQUES JR., 1998).

Blackmore (2003) define a agricultura de precisão como o termo utilizado para descrever a tentativa de aumentar a eficiência do manejo da agricultura, sendo

uma técnica que atualmente está em desenvolvimento, que apresenta modificações as técnicas existentes e que agrega a elas novas ferramentas para o uso do administrador.

Para Lake et al. (1997), a agricultura de precisão é um manejo agrícola que reconhece a existência da variabilidade no campo, admitindo que cada área, merece um tratamento diferente.

Devido à necessidade de proporcionar um tratamento diferenciado para nas áreas que o necessitam, Balastreire (2000), afirma que a agricultura de precisão está relacionada à identificação e gerenciamento dessa variabilidade. A nível mundial isto tem despertado um interesse grande, sendo a agricultura de precisão considerada a “terceira onda” na agricultura.

No início da década de 90, com o intuito de manejar as variabilidades espaciais e temporais associadas com os aspectos da produção agrícola, iniciou-se desenvolvimento de diversas tecnologias. A produtividade de cada área varia espacialmente, e a identificação da causa destas variações é o desafio da agricultura de precisão. (FARIAS, 2002).

Segundo Fraisse (1998), a agricultura de precisão por admitir a variabilidade no campo, propõe a otimização do processo agrícola através da obtenção de dados detalhados do campo, permitindo a aplicação de insumos nos locais e em quantidades adequadas.

O tratamento da variabilidade implica na redução dos custos de produção e redução dos riscos de poluição, decorrente do excesso das aplicações de agroquímicos, sendo estes os principais benefícios oferecidos pela agricultura de precisão (BLACKMORE, 1994 e DAMPNEY e MOORE, 1999).

Batchelor et al. (1997) afirmam que se pode melhorar a produtividade da colheita e os lucros através da agricultura de precisão, que também possui o poder de prover informações para a tomada de decisões mais embasadas reduzindo custos de fertilizantes e defensivos, a poluição além de fornecer informações mais detalhadas da propriedade.

Observa-se entre os pesquisadores um consenso entre os benefícios oferecidos pela prática da agricultura de precisão, contudo na agricultura de precisão a informação de cada fase do processo é de grande importância, desde os dados que são

extraídos do mercado consumidor, até os dados que são coletados através dos sensores instalados nos implementos agrícolas. Os dados obtidos no decorrer dos trabalhos de campo por meio dos sensores são armazenados em equipamentos que se encontram muitas vezes no interior do trator, de onde após a operação são retirados para a devida análise a que se destinam (GUIMARÃES e SARAIVA, 2002).

Para Molin (2001), a admissão da idéia que o agricultor possa identificar a produtividade de cada área, e vir a tratar corretamente essas diferenças, somente é possível através de uma grande quantidade de informações obtidas por um longo período. Na maioria das vezes a coleta dessas informações é realizada por tecnologias que provem de áreas muito distantes da agricultura. Como exemplo dessas tecnologias, pode-se citar o emprego de computadores, softwares específicos e muitos sensores utilizados nas máquinas agrícolas.

Segundo Mantovani (2000), a utilização de algumas tecnologias ou ferramentas básicas como: GPS (Global Positioning System – Sistema de Posicionamento Global), sistemas de informações geográficas (SIG) e sensoriamento, são essenciais na prática da agricultura de precisão.

Contudo segundo Cox (2002), a agricultura de precisão é o efeito de um amplo conjunto de ferramentas que tem como finalidade a coleta de dados ou a realização de algum tipo de tarefa, e não somente, do uso de instrumentos de posicionamento global (GPS).

Segundo Lampareli et al. (2001), em sua maioria as tecnologias envolvidas na prática da agricultura de precisão compreendem a utilização de geotecnologias, tais como: sistemas de posicionamento de satélites, programas computacionais para tratar e mapear dados, sistemas de coleta de dados informatizados, sensores locais e sistemas eletrônicos de acionamento e controle de máquinas agrícolas.

Tschiedel e Ferreira (2002) afirmam que a agricultura de precisão engloba tecnologias e novos conhecimentos de informática, eletrônica, geoprocessamento, entre outros.

Após a concretização da aquisição de dados informatizada na agricultura de precisão, foi observada a necessidade do processamento destes dados ainda no campo, para a eventual identificação e correção de falhas que podem ocorrer durante a coleta de dados, além da possibilidade de se obter informações da área em tempo real, e através

dessas informações ser possível, se necessária, a mudança de foco do ensaio ou redirecionamento da coleta de dados (CAMPOS et al., 2007a).

Segundo Farines et al. (2000), o uso de aplicações em tempo real oferece um grande campo de estudos, para o meio acadêmico ou empresas comerciais. Essas aplicações são necessárias em locais ou situações que necessitam de resultados imediatos como: controle de tráfego, sistemas de navegação controladores inteligentes, agricultura etc.

4.2 Aquisição automática de dados

O processo de aquisição de dados no campo vem evoluindo através dos anos, sendo esta evolução importante para estudos e pesquisas científicas. Uma das razões que ressalta a utilização de um sistema eletrônico de aquisição é a diminuição de erros e a precisão dos dados durante a coleta.

Segundo Garcia et al. (2003), em todo tipo de tecnologia e ciência, a aquisição de dados é uma atividade essencial. O sistema de aquisição de dados tem a finalidade de apresentar ao observador os valores das variáveis que estão sendo mensuradas.

Os registros dos trabalhos de campo, normalmente utilizam métodos pessoais ou pouco organizados, geralmente limitados às anotações feitas em caderneta do operador. O levantamento dos dados das operações de campo, não é muito difundido (MISENER e MCLEOD 1987).

Cintra e Veiga (1998) afirmam que uma das operações de grande importância em trabalhos de campo, sejam levantamentos topográficos, cadastrais ou qualquer outra modalidade de coleta de dados, é o registro das informações obtidas. Uma caderneta bem organizada facilita o processamento dos dados, enquanto que o oposto pode comprometer dias de operações de campo.

Mantovani et al. (1998) denotam que nos Estados Unidos e na Europa se pode notar uma intensa modificação no meio rural que também começa a se iniciar no Brasil. Esta modificação é fruto do uso de tecnologia de ponta no meio rural, visando aumentar a capacidade de trabalho da propriedade e a precisão dos equipamentos, objetivando a racionalização dos recursos naturais. Isto tem sido possível graças ao uso de automação, instrumentação e ferramentas de suporte a decisão.

Segundo Rodrigues (2001), o uso de sistemas computadorizados nas soluções de problemas de medição, representa uma forte tendência. Sendo que estes sistemas computadorizados eram tradicionalmente empregados em aulas e possuíam aplicações restritas as atividades de laboratório. Contudo em aplicações industriais e grandes projetos de medição as soluções mais utilizadas são o uso de sistemas de aquisição de dados gerenciados por computador.

Johnson (1997) afirma que a coleta de dados pode ser automatizada sem colocar em xeque a precisão dos dados obtidos. Através da aquisição automática de dados eliminam-se erros gerados pela transcrição de dados, além de aumentar a taxa de leitura das variáveis.

Conforme observado essa grande tendência tornou-se um fato que iniciou uma grande modificação no meio rural, muitos sistemas de aquisições de dados foram e ainda estão sendo desenvolvidos para cada área específica com a finalidade de obter cada vez mais eficácia na coleta de dados (GUERRA, 2006).

O custo de um sistema de aquisição de dados é em alguns casos, compensado pelo fato de se possuir um sistema dedicado mais simples e, portanto mais barato, pois adicionalmente, há um ganho em produtividade por se ter um sistema adequado as necessidades, e bem mais simples de operar (LIBONATI et al., 2003).

Santos e Lanças (1999) desenvolveram um penetrógrafo hidráulico-eletrônico com a aquisição automática de dados, utilizando um sistema “MicroLogger 21 X” para a recepção das informações da célula de carga e do potenciômetro. Os autores constataram diferenças significativas entre os dados obtidos pelo penetrôgrafo manual e pelo hidráulico atribuindo estas diferenças ao melhor controle de velocidade obtido no penetrôgrafo hidráulico.

Castelli e Mazzetto (1996) e Mazzetto (1996) desenvolveram um sistema que realiza o registro automático dos dados em campo, permitindo dispor de informações apropriadas para o planejamento e gerenciamento estratégico de todas as atividades e recursos da propriedade rural.

Foi desenvolvido também por Al-Janobi (2000), um sistema de aquisição de dados para mensurar a força requerida e a profundidade de trabalho de

implementos montados no sistema de três pontos do trator. Sendo estes dados gerados através transdutores de força e sensores de profundidade.

Schlosser et al. (2004) utilizou um sistema de aquisição automática de dados para a avaliação da influência do avanço cinemático das rodas dianteiras sobre a eficiência em tração de tratores. O sistema de aquisição recebeu os dados de diversos sensores, o que permitiu o cálculo da velocidade e do avanço do trator.

Mantovani et al. (1999) realizou a automação do processo de desempenho de tratores e equipamentos em campo, sendo que a aquisição de dados foi efetuada através de um conjunto de sensores e de um coletor de dados para a leitura e armazenamento dos dados.

Foi desenvolvido por Kanazawa e Lacerda (1999), uma “interface” de aquisição de dados para um microcomputador que dentre as possibilidades de sua utilização apresentou: monitoração e controle de temperatura de uma estufa, monitoração e controle de luminosidade, monitoração e controle de vazão.

A aquisição eletrônica de dados dispõe da utilização de microcomputadores que podem proporcionar o processamento dos dados coletados em tempo real. Porém, os sinais obtidos através dos sensores, são analógicos e não podem ser interpretados diretamente pelos microcomputadores. Para a leitura destes dados primeiramente eles são convertidos de sinais analógicos para sinais digitais (este tipo de conversão é realizada por um equipamento específico para este fim como exemplo um conversor analógico/digital), após isso se deve desenvolver um aplicativo para a leitura destes dados no microcomputador (GUERRA, 2006).

Santos Filho et al. (2003) utilizaram um sistema de aquisição automática de dados para a avaliação dos níveis de vibração no assento de um trator agrícola. Os dados gerados por sensores passavam por um amplificador de sinais para a diminuição dos erros e em seqüência por um conversor de sinais analógico/digital permitindo a leitura dos dados por um microcomputador.

Foi desenvolvido um sistema de aquisição e um programa de processamento de dados, que se mostrou versátil e capaz de ser combinado para atender às demandas de pesquisas específicas (ARRIVO e DI RENZO, 1998).

Junior et al. (2006) construíram uma placa de aquisição de sinais para condicionar e converter os sinais analógicos provenientes de sensores eletrônicos em sinais digitais visando a modernização da coleta de dados de uma máquina de ensaio de tração e compressão. Através da modernização realizada na máquina foi possível obter documentos eletrônicos com os dados dos ensaios gerados através de um programa computacional que processa as informações, tornando-as acessíveis aos usuários, além de coletar e exibir os resultados em tempo real.

Um dos fatores que auxilia a utilização da aquisição automática de dados segundo Stegawki e Schaumann (1998), é a facilidade de programação atual, oferecida pelos programas de desenvolvimento de aplicativos, criou-se um ambiente de programação altamente intuitivo devido a grande oferta de objetos gráficos e seqüência de comandos específicos relativos à programação de baixo nível, diminuindo significativamente o nível de conhecimento de hardware e linguagens de programação para o desenvolvimento de aplicações de coleta de dados.

Um conceito chamado de “instrumentação virtual”, foi introduzido em 1990 por empresa que desenvolvia programas para aquisição de dados, através de um ambiente de programação denominado LabVIEW[®]. A proposta da instrumentação virtual é permitir a programação de aplicativos para instrumentação e controle com um mínimo de conhecimento de linguagens formais de programação, utilizando para tanto um conjunto de instruções totalmente baseado em sinais gráficos (ícones), de fácil familiarização para profissionais da área de engenharia. (RODRIGUES, 2001)

Através do programa LabVIEW[®] Thomopoulos (2001), desenvolveu um sistema automático de controle para um dinamômetro. O sistema foi capaz de controlar e monitorar os motores, oferecer operação manual e automática e exibir e armazenar um grande volume de dados referentes ao desempenho do sistema a taxas de leitura elevadas.

4.3 Sensores e transdutores

Os sensores e transdutores na agricultura têm como finalidade, principalmente a aquisição de dados, e podem ser instalados em tratores e máquinas agrícolas. Segundo Ragni e Santoro (1997), a metrologia aplicada esta ligada ao desenvolvimento de

sensores e da informática e teve seu progresso após a década de 60 com a miniaturização dos componentes eletrônicos e de sensores, tornando possível a utilização destes em tratores ou implementos sem a necessidade de grandes mudanças em suas estruturas.

Arce (2008) afirma que um sensor é um dispositivo tecnológico que tem suas propriedades (elétricas, mecânicas, etc.) alteradas na presença de um sinal, condição física ou química, como por exemplo, temperatura, pressão, umidade, PH, odores, compostos químicos, etc.

Ainda segundo Arce (2008), os transdutores são dispositivos que possibilitam a conversão de uma forma de energia em outra e adverte que transdutores podem ser usados como sensores, mas existem sensores que não são transdutores.

Transdutores são os sensores que convertem grandezas físicas, como exemplo: luminosidade, magnetismo, temperatura, peso, etc. em grandezas elétricas que podem ser manipuladas por circuitos eletrônicos. (HOROWITZ e HILL ,1989)

Corrêa et al. (1999) realizaram a comparação entre dois métodos de coleta: manual e eletrônico (através de sensores indutivos) para a determinação da circunferência de rolamento de pneus agrícolas. Na comparação dos dados obtidos não foi possível encontrar diferenças estatísticas significativas, porém o método manual de coleta apresentou dificuldades com o trator deslocando-se a partir de 6,0 km/h.

De acordo com Antuniassi et al. (2001), sistemas com maior grau de avanço tecnológico possuem monitores ou controladores, que utilizam informações geradas por sensores.

Furlani et al. (2005) para a avaliação de uma semeadora-adubadora utilizaram uma célula de carga que foi colocada entre a barra de tração do trator e o cabeçalho da semeadora-adubadora para a determinação da força de tração na barra, e para a determinação da rotação do motor de maneira indireta, foi instalado um sensor de rotação na tomada de potência do trator.

Em seu experimento Frasson et al. (1999), utilizaram um sensor ótico ativo para a quantificação de falhas em plantio de cana de açúcar, afirmando que se realizou esta pesquisa, devido à carência em estudos do comportamento espectral da cana de açúcar.

Molin e Menegatti (2002) desenvolveram um sensor de resistência elétrica do solo, utilizando os discos de corte de uma semeadora para semeadura direta como sensores.

Foi desenvolvido por Coelho (2003), um sensor de umidade do solo tipo tensiômetro eletrônico. O transdutor escolhido foi o sensor de pressão MPX 5100 DP da Motorola. A calibração deste sensor foi realizada através de um tensiômetro de mercúrio, implantado próximo ao sensor eletrônico.

Inamasu et al. (2006) testaram um sensor ativo de refletância em cana-de-açúcar com a finalidade de medir teores de potássio e nitrogênio. O sensor não foi capaz de detectar a diferença de potássio, contudo apresentou diferença de comportamento de acordo com o tratamento de nitrogênio, sugerindo a possibilidade de sua aplicação na detecção de deficiência de nitrogênio.

Nos Estados Unidos, transdutores de estado de tensão foram instalados em duas caixas de solo, cada uma com um tipo diferente de solo com três transdutores em diferentes profundidades com o intuito de avaliar o comportamento dos solos com as tensões neles impostas através da variação da altura das garras de pneus agrícolas. Através dos resultados obtidos, pode-se concluir que não houve efeito da altura das garras dos pneus na distribuição de tensões ao solo (WAY et al., 1995).

Além de serem utilizados para mensurar valores obtidos por máquinas e pelos solos, os sensores e transdutores podem ser empregados com a finalidade de mensurar outras variáveis do setor agrícola, segundo Santos et al. (2004), devido as diversas condições térmicas de trabalho a que são expostos os operadores de trator, foi realizado um estudo do conforto térmico em tratores agrícolas sem cabine. Para a determinação das temperaturas foram utilizados três sensores de platina situados no banco, volante e pedal sendo estes os pontos mais utilizados pelos motoristas no posto de operação.

Sousa e Molin (2003) utilizaram um sensor de pêndulo metálico, imerso em 100 ml de silicone líquido (clinômetro), com a intenção de prover mais segurança ao operador do trator. O funcionamento do clinômetro é baseado na variação da tensão elétrica do potenciômetro circular no pivô do pendulo, sendo que dessa forma qualquer variação no pendulo resultará na variação elétrica do potenciômetro. Este tipo de sensor é comumente

utilizado em colhedoras motrizes para o monitoramento de coleta de grãos, também do qual fazem parte outros sensores específicos.

Um detalhe importante que se deve levar em conta quando houver a utilização de sensores para a coleta de dados é sua calibração, para averiguar sua efetividade em prover dados confiáveis. Ensaios agrícolas são feitos em diversas condições de campo e solo, devido a este fato, alguns sensores ou transdutores podem se comportar melhor ou pior do que outros em determinadas condições (MANTOVANI et al., 1999).

Molin et al. (2004) avaliaram diferentes sensores de deslocamento em diferentes superfícies. Como resultado do estudo, foi observado que na superfície asfáltica os sensores avaliados não apresentaram diferenças significativas entre si, sensores tipo radar foram influenciados pela cobertura vegetal e que sob superfície asfáltica em condições de acelerações e desacelerações o sensor de GPS apresentou tendência de retardo de valores de velocidade comparado aos demais sensores.

Foram avaliados por Tompkins et al. (1988), diversos tipos de técnicas para a determinação da velocidade: sensor de rodas, roda odométrica e radar. Com a operação do trator entre as velocidades 1,31 e 2,78 m.s⁻¹ foi possível observar que o coeficiente de variação da indicação de velocidade como uma função de tempo, tendeu a ser maior para sensores em contato com rodas do que para radar, exceto em superfícies de vegetação alta.

Foi comparado o uso de um cronômetro e de um radar para a determinação da velocidade de um conjunto composto por trator e semeadora-adubadora de precisão em solo coberto com aveia preta. Através dos resultados observou-se que a velocidade média obtida com o cronômetro foi superior a indicada pelo radar em todas as velocidades de deslocamento (BENEZ et al., 2000).

Antuniassi et al. (2001) compararam sensores de roda e sensores tipo radar para a determinação da velocidade de deslocamento. Foi concluído que o sensor magnético de roda apresentou maior velocidade média do que o sensor tipo radar, apesar de ambos terem sido calibrados nas mesmas condições.

A maioria das operações que envolvem sensores para a coleta de dados necessita de um condicionador de sinais que tenha capacidade de receber os sinais gerados e transformá-los em dados inteligíveis. Além dos condicionadores de sinais, atualmente, são

utilizados cada vez mais programas computacionais desenvolvidos, especificamente para o processamento dos dados obtidos (GUERRA, 2006).

Garcia et al. (2003) utilizaram na sua pesquisa os seguintes sensores: célula de carga, com capacidade de 45 kN; torquímetro, com capacidade de 1130 mN e 6000 RPM; sensor tipo indutivo; e sensor de velocidade. Foi utilizado, ainda, um computador portátil para aquisição, processamento e armazenamento de dados. Sendo o objetivo do trabalho o desenvolvimento de um programa computacional para a aquisição de dados para avaliação de máquinas agrícolas.

No desenvolvimento de uma metodologia para a previsão do fenômeno de “galope do trator”, foram utilizados sensores tipo radar para a obtenção da velocidade das rodas e da velocidade do veículo, uma célula de carga para a determinação da carga na barra de tração, condicionador de sinais, conexões, cabos e um programa computacional de aquisição de dados (SCHLOSSER et al., 2001).

4.4 Ensaio de desempenho de tratores e máquinas agrícolas e ensaio de desempenho na barra de tração de tratores

O desempenho do trator é amplamente estudado em suas diversas configurações, objetivando entre outros a obtenção de um desempenho equilibrado e a diminuição de custos operacionais como o consumo de combustível.

Barbosa et al. (2005) estudou o desempenho operacional de um trator agrícola equipado alternadamente com pneus radiais e diagonais, os resultados mostraram que o uso de pneus radiais proporcionaram incremento nos valores de capacidade de tração e potência na barra, além de diminuir o consumo específico de combustível, contudo não houve variação no consumo horário de combustível.

Objetivando a comparação do consumo de combustível entre um trator agrícola com pneus radial e diagonal e radial de baixa pressão em quatro velocidades e duas condições de lastragem, Lopes et al. (2003), montaram um experimento em condição de preparo de solo com escarificador. Através dos resultados foi evidenciada a vantagem para o trator equipado com pneus radiais, além da condição de lastragem com água nos pneus obter o menor consumo específico.

Lopes et al. (2003) avaliaram o desempenho de um trator em função do tipo de pneu, lastragem e velocidade de trabalho, através dos resultados obtidos puderam concluir que a combinação do tipo de pneu e da marcha selecionada, evidenciou a superioridade do pneu radial na variável potência na barra de tração, e que a combinação de condição de lastragem e marcha selecionada nas variáveis potencia na barra de tração e capacidade de campo efetiva reforçam a importância da lastragem com líquido nos pneus do trator para trabalhar a $4,57 \text{ km h}^{-1}$ em uma operação de preparo de solo com escarificador.

A tração é uma força que provém da interação entre um dispositivo de autopropulsão tal como a roda, e o meio no qual agem esses dispositivos (MIALHE, 1980).

Molin et al. (2002) afirma que o ensaio de máquinas agrícolas de tração é uma necessidade real que possibilita a ponderação sobre o desempenho do equipamento como fonte de potência.

Segundo Linares e Jevenois (1983), a maior parte do tempo na produção agrícola é gasto em atividades de transporte, utilizando o trator agrícola como elemento motriz, que também é utilizado para arrastar implementos no campo devido à transformação da potência do motor em potência de tração, sendo que qualquer melhoria com relação ao desempenho da transformação de energia em força de tração contribuirá com a redução de custos no setor agrícola.

Contudo alguns fatores podem interferir nas condições de tração, entre os quais se pode citar a pressão interna do pneu, condição do solo e presença de restos de culturas ou coberturas no solo. Resultados de pesquisas mundiais afirmam que a perda nos elementos de tração é de 20 a 55% da energia transmitida para as rodas motoras (CHARLES, 1984).

Foi comparado por Corrêa (1993), o desempenho de tração entre rodados de construção diagonal e radial, com a patinação entre 0 e 30%, em duas distintas condições de superfícies. Através dos resultados, observaram que as melhores condições de força na barra de tração, potência na barra de tração e coeficiente de tração foram encontradas com a utilização dos pneus radiais.

Em um estudo de desempenho de pneus radiais e diagonais em condições de campo, foi concluído que a construção radial resulta em um aumento de 5 a 8% na dinâmica de tração em uma patinação média de até 20% (GEE-CLOUCH et al., 1977).

Ferreira et al. (2000) avaliaram a influência da pressão interna em pneus diagonais na força de tração de um trator agrícola em duas condições de superfície. Concluíram que a maior força de tração ocorre com as maiores pressões internas nos pneus para as três cargas utilizadas, e não há tendência de que menores pressões internas proporcionem maiores capacidades de desenvolvimento da força de tração.

Yanai et al. (1999) estudaram o desempenho operacional de trator com e sem o acionamento da tração dianteira auxiliar. O trator foi submetido a uma força de tração constante na barra de tração, imposta por outro trator. Através dos resultados concluíram que a pressão de inflação influenciou significativamente nos parâmetros patinagem, velocidade de deslocamento e potência na barra de tração sem, no entanto apresentar tendência de comportamento. O uso da tração dianteira auxiliar mostrou vantagens significativas em relação aos mesmos parâmetros anteriores. A interação dos fatores pressão de inflação e carga sobre o rodado mostrou que determinadas combinações de pressão foram mais favoráveis para o desenvolvimento de maior velocidade e menor patinagem. As características relacionadas ao desempenho do motor (consumo horário e rotação do motor) não foram afetadas por nenhum dos fatores e/ou suas interações.

Em outro estudo, foram utilizados tratores equipados com instrumentação para a obtenção de dados com o objetivo de avaliar pneus agrícolas radiais e diagonais, com base em análise de tração. Os dois tipos de pneus foram comparados em condições de superfície de solo firme e sob preparo convencional e em duas velocidades de deslocamento. Através dos dados obtidos foi concluído que os pneus radiais apresentaram menor resistência ao rolamento principalmente em velocidades maiores e menores índices de patinagem quando comparados aos pneus diagonais submetidos à mesma condição (NEUJAHR e SCHLOSSER, 2001).

Acuna et al. (1995) realizou a comparação do coeficiente de tração e da eficiência tratória de um trator agrícola obtidos pela equação de Wismer e Luth e por ensaios de campo. Como resultado de sua pesquisa observaram que as comparações efetuadas mostraram que houve uma correlação de 74% entre os valores observados e calculados da força de tração, indicando que a equação foi válida para as condições em que foi realizado o trabalho.

O estudo do efeito da pressão interna do pneu sobre a tração na barra de tração e eficiência de tração do trator, foi realizado por Zombori (1967). Foi observado que a uma patinagem constante, a diminuição da pressão interna do pneu causa um aumento de tração e que com a tração na barra constante, a diminuição da pressão interna, causa a redução da patinagem que por sua vez resulta em um aumento significativo na eficiência de tração

4.5 Desenvolvimento de programas computacionais na área agrícola

A agricultura de precisão necessita de um grande número de informações, isto é possível somente com avanços na área da informática. Os principais desafios são a transformação de dados obtidos em informações, e informações em conhecimento, podendo estes serem utilizados para tomada de decisões (STAFFORD, 2000).

A automação de processos e a mecanização agrícola proporcionam condições favoráveis para melhorar a produtividade e a precisão dos sistemas em que são utilizados. Atualmente o setor agrícola tem recebido grandes benefícios com o uso da computação e de tecnologias de comunicação, como exemplo pode-se citar aplicações agrícolas que incorporam em programas computacionais: posicionamento global para o mapeamento de áreas de plantio, controle automático de operação e sistemas de software para a gestão de dados e sensores situados em equipamentos agrícolas para a coleta de dados (MELLO e CAIMI, 2008).

Santos et al. (2006) desenvolveram uma planilha eletrônica para a determinação da potência disponível na barra de tração de tratores agrícolas, através dos dados coletados durante o ensaio a planilha determinou a força de tração, velocidade, potência disponível na barra de tração, consumo horário, consumo específico, patinagem e coeficiente de tração do trator. Além disso, os resultados ensaiados podem ser comparados com os resultados obtidos baseados na regra do “Fator 0,86”, na equação de rendimento de tração e na norma ASAE D497.

Foi desenvolvido por Queiroz et al. (2008), um software e um hardware para a aplicação ao monitoramento e controle automático para a irrigação de precisão, para a construção do hardware foram utilizados componentes eletrônicos diversos. O programa computacional foi denominado “PIVORF” que com base na leitura dos

tênsiômetros, calcula a lamina de água requerida e ajusta automaticamente o percentimetro além de gravar os dados lidos e calculados em um arquivo no formato “XLS”. Os resultados obtidos evidenciaram que os circuitos e os aplicativos desenvolvidos apresentaram um funcionamento satisfatório com potencial para aplicação prática.

Baena et al. (2005) desenvolveram um programa computacional para a geração de séries sintéticas de dados climáticos, o aplicativo foi denominado “CLIMABR 2.0”. O “CLIMABR 2.0” através do cálculo dos dados fornecidos foi capaz de gerar séries sintéticas de dados climáticos, além de permitir a comparação dos dados gerados com os dados reais.

Pereira et al. (2005) desenvolveram um programa computacional de simulação da produtividade para suporte a decisão no plantio de milho. Foi observado que o aplicativo é completo suficientemente para a simulação da produtividade de um determinado solo e implantação por uso de agricultores, sendo capaz de auxiliar o produtor na tomada de decisões.

Foi desenvolvido por Vilas Boas et al. (2006), um programa computacional denominado “Irriga Sulco” com o objetivo de auxiliar técnicos na simulação do avanço e dimensionamento de irrigação por sulcos. A linguagem utilizada para o desenvolvimento foi o Visual Basic. O programa computacional foi capaz de gerar simulações que podem conduzir a inúmeras alternativas de dimensionamento, a custo e tempo reduzido, além dos gráficos gerados tornarem o aplicativo extremamente didático.

Gonçalves et al. (2001) desenvolveram um programa computacional com o intuito de avaliar o desempenho de máquinas aplicadoras de produtos a lanço. A linguagem de programação utilizada foi o Visual Basic 5.0. O aplicativo foi denominado “Adulção 2.0” e os resultados apresentaram um ambiente simples e amigável ao usuário, além de possibilitar a opção de trabalhar com os resultados em outros aplicativos.

Diante dos problemas apresentados na coleta de dados por pesquisadores responsáveis por testes de máquinas agrícolas, Garcia et al. (2003), desenvolveram um programa computacional para a aquisição de dados para a avaliação de máquinas agrícolas. O programa computacional desenvolvido, através da aquisição automática dos dados foi capaz de colher os dados de maneira eficiente eliminando erros que poderiam ser gerados durante a coleta de dados convencional, também foi observado a facilidade de

operação do sistema durante o ensaio, permitindo rapidez na operação de aquisição de dados e a capacidade de ser utilizado em diferentes tipos de máquinas agrícolas.

4.6 Linguagem de programação –“Visual Basic”

O Microsoft Visual Basic, linguagem de programação de autoria da Microsoft®, parte integrante do pacote Microsoft Visual Studio é uma linguagem de programação dirigida por eventos, e um aperfeiçoamento do BASIC. Por ter uma interface simples e permitir fácil acesso a bases de dados ele é utilizado por muitos programadores no ambiente Windows.

Segundo Craig (1994), o “Visual Basic” (VB), é um sistema de programação. Sua flexibilidade e velocidade está agora lado a lado com a linguagem “C” e, em termos de produtividade, o “Visual Basic” é superior.

O sistema de desenvolvimento, “Visual Basic”, é completamente extensível. Somente alguns recursos não estão disponíveis sob a forma de uma biblioteca de vínculos dinâmicos (DLL - dynamic link library) do “Windows”. Com a vinculação e incorporação de objetos (OLE - object linking end embedding) sistemas completos podem se transformar em controles personalizados e também ser incorporados a programas desenvolvidos por usuários (JAROL 1995).

Pimentel (1999) denota que o Microsoft Visual Basic 6.0 possibilita a elaboração de uma interface simples, atraente e principalmente objetiva, facilitando o trabalho da inserção de dados e de coleta das informações desejadas. Esta linguagem originou-se de uma das primeiras linguagens de computadores, a Basic, e ainda mantém estruturada em suas extensões de nome de arquivos e convenções de nomenclatura de objetos padrões que possibilitam o acesso e manuseio por outros computadores de forma fácil e segura, sem a necessidade de se conhecer caracteres e definições complexos ou exclusivos para cada tarefa realizada.

A animação é um recurso importante que tem grande utilidade durante a utilização do software desenvolvido, recurso este que pode ser incorporado facilmente em qualquer programa computacional desenvolvido através do “Visual Basic”. A animação é útil

para tornar o sistema mais inteligível e atraente ao usuário como, por exemplo, incorporar animações a softwares educativos (GUREWICH e GUREWICH,1994).

Côrtes e Scherr (2000) afirmam que o Microsoft Visual Basic é uma linguagem de programação orientada a objetos (a partir da versão 4.0). Até a versão 3.0 ele era orientado a eventos, ou seja, com o Microsoft Visual Basic em suas versões mais recentes é possível fazer programas para o sistema operacional Windows utilizando programação orientada a objetos conhecida pela sigla OOP (Object-Oriented Programming).

Os objetos são elementos definidos por classes, as quais possuem propriedades, métodos e eventos. Uma janela, um botão são objetos. Classes são os moldes dos objetos, definindo suas propriedades, seus métodos e seus eventos. Uma janela é muito diferente de um botão, mas os dois são objetos. Isso acontece porque eles são definidos por classes diferentes (MANZANO, 2000).

Segundo Custódio (2000), os eventos são funções executadas em um determinado momento, dependendo de seu tipo. Por exemplo, o evento “Load” do formulário é executado quando o formulário é executado (antes de ser exibido), o evento “MouseDown” quando o botão é pressionado, “MouseUP” quando o botão é solto, porém, nem todos os componentes possuem os mesmos eventos.

O Microsoft Visual Basic é uma linguagem de programação orientada a objetos, ou seja, quando é executada uma ação o programa executa outra ação pré-determinada e utiliza o paradigma de orientação a objetos, a orientação a objeto da suporte a abstração de dados, que é a habilidade de definir novos tipos de objetos cujo comportamento é definido de forma abstrata, sem se fazer referencia a detalhes de implementação, como estrutura de dados usadas para representar objetos, sendo assim o Microsoft Visual Basic é uma linguagem de fácil utilização voltada para a criação de programas de Windows em 16 ou 32 bits (CUSTÓDIO, 2000).

Hattan (2000) descreve algumas das vantagens no uso do Microsoft Visual Basic: boa IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado), fácil de aprender, compilação bastante rápida e muitos adicionais podem ser encontrados, e também, algumas desvantagens: os aplicativos são grandes e requerem vários DLLs para rodar, possui características orientadas a objetos, mas não totalmente, uma vez que o Visual Basic é

desenvolvido pela Microsoft você está limitado a qualquer plataforma que eles desenvolvam, porém existem ferramentas que ajudam a converter Visual Basic em Java Script.

4.7 Banco de Dados

O desenvolvimento da informática nos proporcionou diversas vantagens, entre elas, a armazenagem de dados ou informações surgindo assim o banco de dados eletrônico.

Segundo Pereira (2004) a confiabilidade das informações juntamente com a praticidade e rapidez na consulta são os principais motivos que incentivaram o desenvolvimento de banco de dados informatizados.

O banco de dados é comparado a um arquivo de aço por Rosa (2004), onde, são armazenadas fichas com múltiplas informações que se encontram dentro das gavetas. Seguindo a lógica dessa comparação, as gavetas são os registros, sendo o conjunto desses registros chamados de tabelas. O registro é composto de várias informações e cada espaço alocado para a digitação dessas informações que são denominados campos.

Um banco de dados é desenvolvido e alimentado com dados que possuem um determinado objetivo (PEREIRA, 2004).

Conforme Norton (2004), um banco de dados é o depósito de conjuntos de dados relacionados, onde as informações podem ser acrescentadas e extraídas segundo a vontade do usuário.

É preciso planejar todas as etapas e dedicar atenção ao projeto e estruturação do banco de dados, para isso é utilizada uma técnica chamada modelagem de dados, cujo objetivo é transformar uma idéia conceitual em algo que possa ser traduzido em termos computacionais. Com a modelagem é possível refinar um modelo conceitual durante as fases que compõem o projeto, eliminando redundâncias ou incoerências que possam inevitavelmente surgir (PEREIRA, 2004).

4.1.7 Microsoft Access

O Microsoft Access é um dos vários gerenciadores de banco de dados existentes no mercado atual, segundo Bissoli (2002), o Microsoft Access é um gerenciador de banco de dados que disponibiliza as ferramentas necessárias para a construção de qualquer sistema de banco de dados e também permite o relacionamento entre tabelas, consultas, elaboração e controle de formulários e relatórios contudo, possui sua capacidade restrita a dois gigabytes de dados.

Conforme César (2007), a adoção do Microsoft Access como base de dados tem as seguintes vantagens: custo – seu preço é acessível uma vez que já acompanha o pacote Microsoft Office, disponibilidade – está disponível em qualquer computador que já utiliza o Microsoft Office, recursos computacionais – o uso eficiente desta ferramenta não requer uma máquina de grande desempenho e sim apenas uma máquina convencional, complexidade – o processo que consiste de fluxos e fases e é de fácil compreensão e por último tempo de aprendizado – um período normal de utilização (2 meses) torna fácil de se realizar o trabalho.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Material

5.1.1 Local do experimento

O programa computacional foi desenvolvido na Fazenda Experimental Lageado pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas – FCA, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Campus de Botucatu, Estado de São Paulo.

Os ensaios para a verificação e validação do aplicativo foram realizados nas pistas pertencentes ao NEMPA – Núcleo de Ensaios de Máquinas e Pneus Agroflorestais, do Departamento de Engenharia Rural, da Faculdade de Ciências Agrônômicas – FCA.

As coordenadas geográficas da área experimental(ponto central), onde estão as pistas são: 22°51’S, 48°25’W e altitude de 770m.

5.1.2 Microcomputador

Para o desenvolvimento do programa computacional foi utilizado um notebook da marca CCE[®] com a seguinte configuração:

- Processador: Core[™] 2 duo 1.66 GHz;

- Memória: 2 Gigabytes – DDR2 SDRAM 667 MHz;
- Disco Rígido: 120 Gigabytes – SATA;
- Wireless: Padrão 802.11 b/g, adaptador mini PCI;
- Modem: Motorola SM56 Data Fax Modem;
- Ethernet: 10/100Mbps onboard;

As outras configurações não mencionadas, não representam nenhuma vantagem ou desvantagem para o desenvolvimento do aplicativo.

5.1.3 Linguagem Computacional

O programa computacional escolhido para o desenvolvimento do aplicativo foi o Microsoft Visual Basic 6.0 desenvolvido pela Microsoft, Figura 1. O Visual Basic foi escolhido porque além de ser uma linguagem de programação com diversos recursos, através dele se pode desenvolver um ambiente totalmente intuitivo ao usuário final, facilitando sua interação com o mesmo.

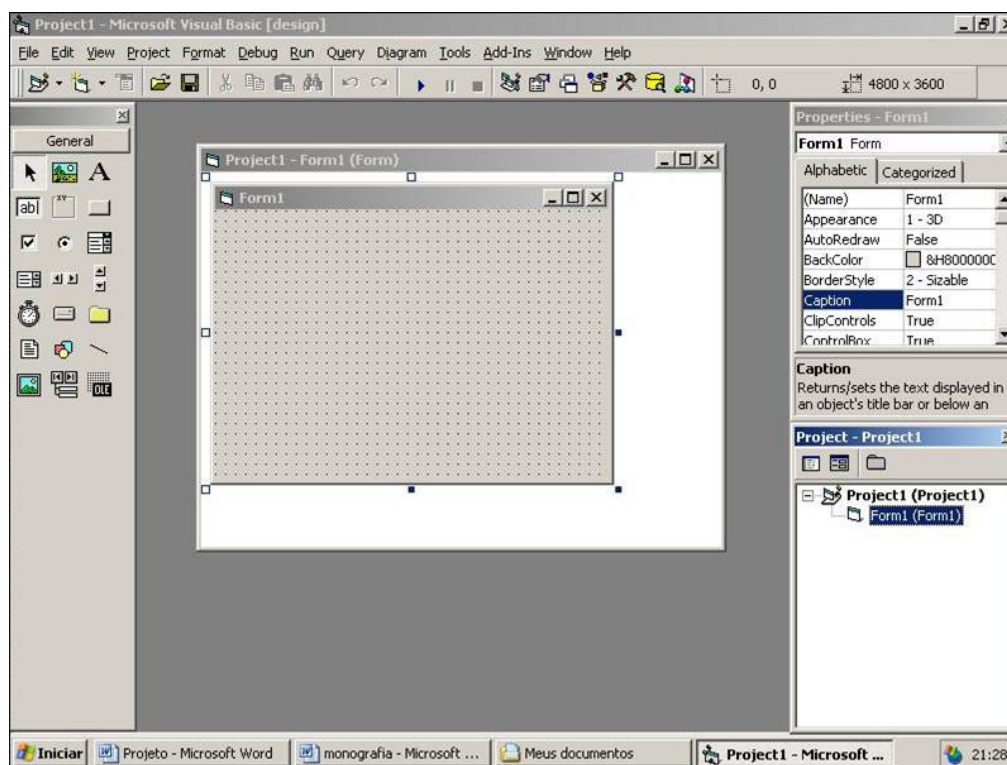


Figura 1 – Área de trabalho do Microsoft Visual Basic.

5.1.4 Banco de Dados

O Banco de Dados utilizado como base de dados para o programa computacional foi o Microsoft Access 2003 (Figura 2), contido no pacote Microsoft Office desenvolvido pela Microsoft. Devido ao tamanho e funcionalidades do programa computacional, não é necessária a utilização de um Banco de Dados mais robusto.

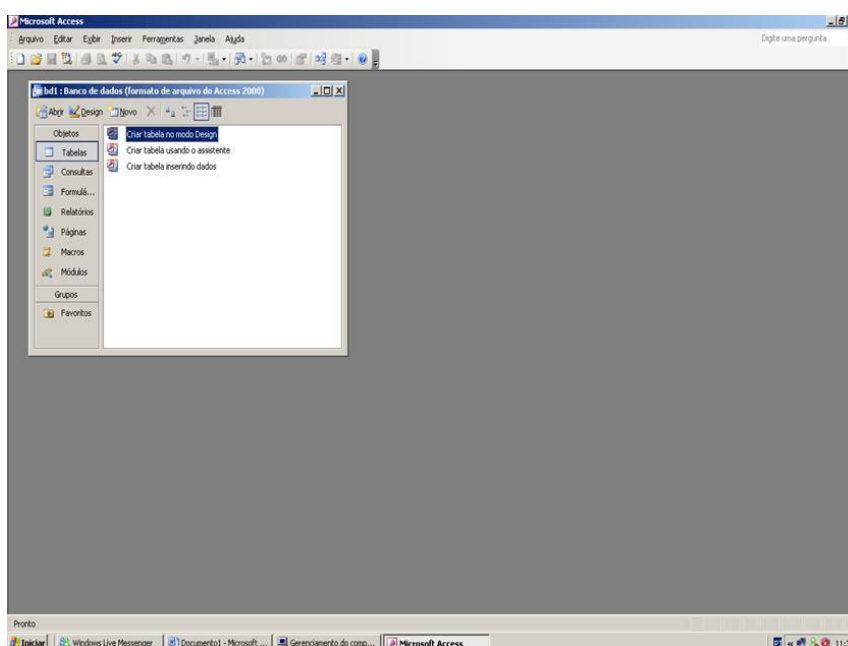


Figura 2 – Área de trabalho do Microsoft Access.

Na figura 3, pode-se observar a estrutura do Banco de Dados utilizado pelo aplicativo computacional.

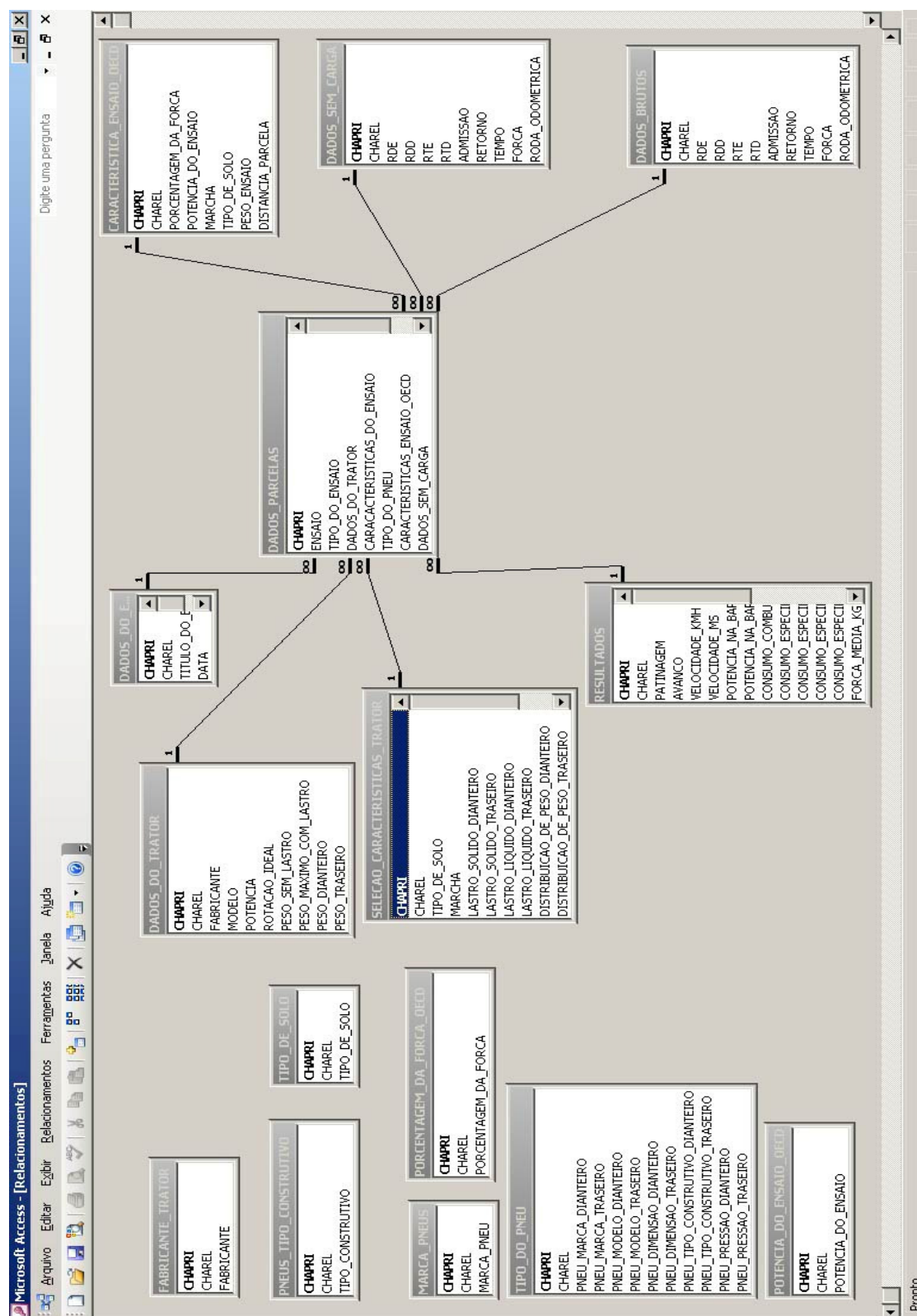


Figura 3. Estrutura do Banco de Dados.

5.1.5 Força de tração na barra

Para gerar a força na barra de tração do trator durante os ensaios de teste e validação do software, foi utilizada a Unidade Móvel de Ensaio na Barra de tração – UMEB (Figura 4).

A UMEB (MONTEIRO et al., 2007, LANÇAS et al., 2007 e GABRIEL FILHO et al., 2008), possui a massa total de 8.000 kg, sustentados por um eixo simples e dois eixos em tandem e trabalha como um carro dinamométrico instrumentado e é utilizada na avaliação de desempenho de tratores agrícolas submetidos a ensaios de tração.



Figura 4 – Unidade móvel de ensaio na barra de tração – UMEB.

A força exigida na barra de tração foi mensurada através de uma célula de carga marca SODMEX, modelo N400, com sensibilidade de 2,16 mV/V e escala nominal de 100 kN (Figura 5) com capacidade de medir compressão e tração. A célula de carga foi instalada no cabeçalho da UMEB, onde uma de suas extremidades permanece fixa a estrutura do carro dinamométrico, e a outra extremidade conectada a extensão da barra de tração, sendo que quando o trator inicia o movimento para o arrasto da carga a força de tração é exercida na célula de carga possibilitando a mensuração da força exercida na barra de tração com precisão. O objetivo desta célula de carga é determinar a força de tração necessária para o deslocamento

da UMEB, possibilitando o controle da força exercida na barra de tração através do acionamento do freio pneumático.



Figura 5 – Célula de carga marca SODMEX, modelo N400.

5.1.6 Patinagem do rodado

Foram instalados nas quatro rodas do trator geradores de pulsos, modelo GIDP-60-U-12V, com uma frequência de 60 pulsos por volta (Figura 6), para a determinação da patinagem do trator.



Figura 6 – Geradores de pulsos instalados no trator para determinar a patinação das rodas.

5.1.7 Roda odométrica

Para a determinação da distância percorrida pela UMEB, durante cada parcela do ensaio foi instalado um gerador de pulsos, modelo GIDP-60-U-12V, com uma frequência de 60 pulsos por volta, em uma roda de semeadora adaptada e acoplada na traseira da unidade móvel (Figura 7).



Figura 7 – Roda odométrica.

5.1.8 Consumo de combustível

Para a obtenção do consumo de combustível foram utilizados dois fluxômetros volumétricos M-III, da FLOWMATE fabricados pela OVAL Corporation do Japão e distribuídos no Brasil pela K&K do Brasil, modelo LSN41L8-M2, vazão de 1 mL/pulso, conforme Figura 8. A bomba injetora do trator, sempre envia mais combustível do que o trator necessita para evitar sua falta durante a operação, e o combustível não utilizado pelo motor retorna novamente ao tanque de combustível do trator. Por este motivo o fluxômetro (1) foi instalado na admissão de combustível do motor e realiza a medição da entrada de combustível no motor, e o fluxômetro (2) situa-se no retorno do combustível para o tanque e mensura a quantidade de combustível não utilizado. Sendo o consumo real obtido através da diferença do fluxômetro (1), pelo fluxômetro (2).

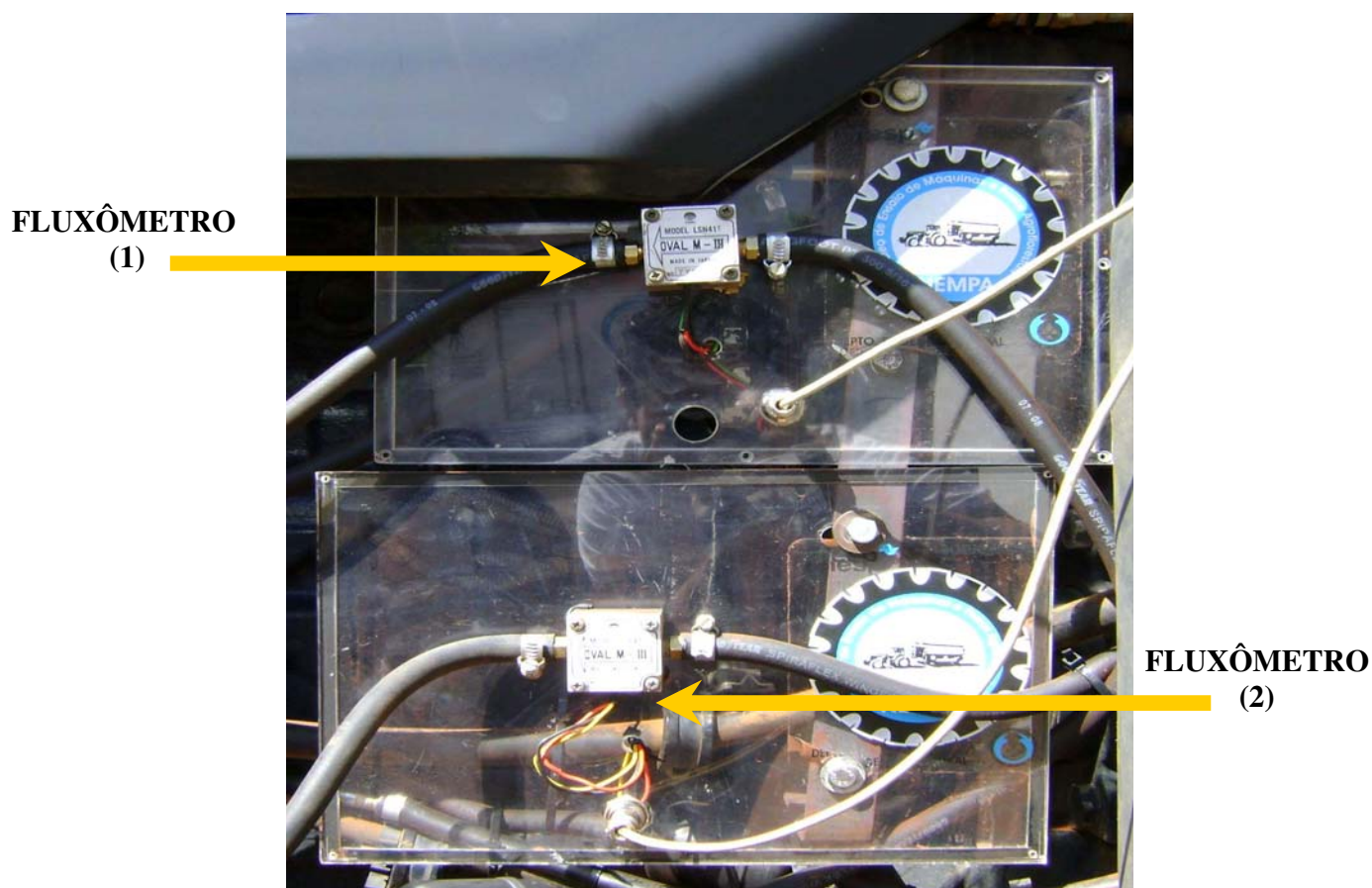


Figura 8 – Fluxômetros volumétricos para a determinação do consumo de combustível.

5.1.9 Aquisição de dados

Foi utilizado um Controlador Lógico Programável - CLP, marca Unitronics®, modelo Vision230™, memória para aplicativos de 1 Megabyte, alimentação de 12VCD, taxa de leitura de 30 micro segundos por 1 Kbyte (Figura 9), para a aquisição dos dados obtidos através dos geradores de pulsos instalados nas rodas do trator, roda odométrica e dos sensores instalados no sistema de alimentação de combustível e da célula de carga.



Figura 9 – Controlador Lógico Programável marca UNITRONICS, modelo VISION230.

5.2 Métodos

5.2.1 Sistema de aquisição de dados

Os fios que transmitem os sinais elétricos gerados pelos dispositivos eletrônicos instalados no trator e na unidade móvel, foram conectados ao CLP, que por sua vez realiza a conversão dos sinais analógicos para sinais digitais.

Os sinais digitais são transmitidos ao microcomputador através de um fio telefônico comum. O programa computacional interpreta e processa os sinais recebidos com a utilização das equações descritas abaixo, sendo possível a verificação e análise dos dados após o término de cada parcela do ensaio. A Figura 10 apresenta o fluxograma da aquisição de dados.

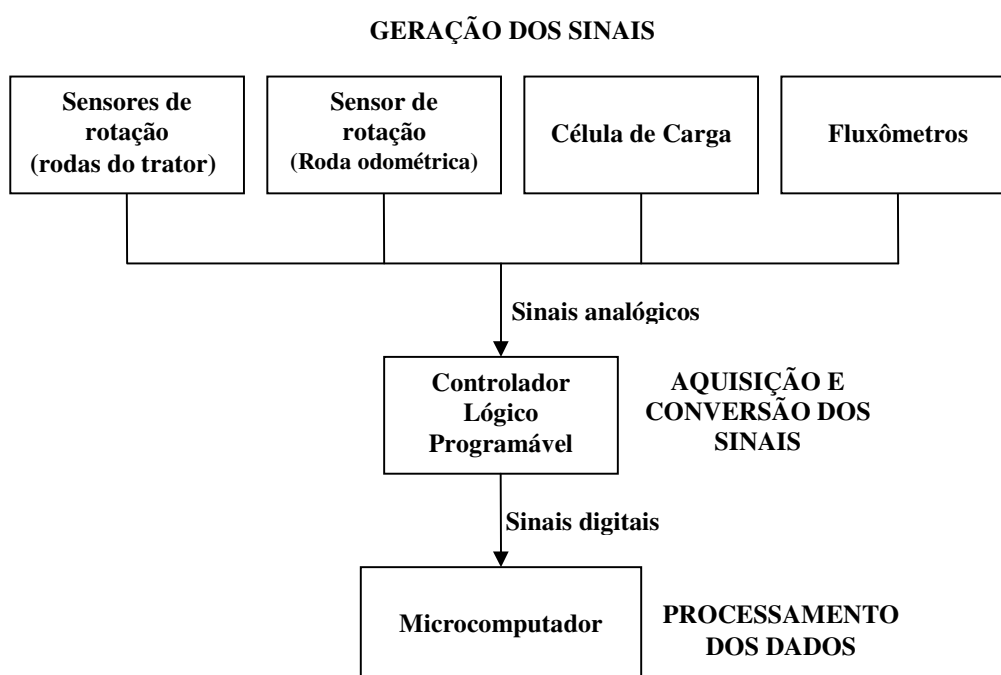


Figura 10 – Fluxograma da aquisição de dados.

5.2.2 Força de tração na barra

A carga na barra de tração foi regulada através de um freio pneumático até obter-se uma força de tração estável previamente determinada para a realização dos ensaios. Os valores recebidos pelo programa computacional utilizaram a Equação 1 e 2 para a determinar a força de tração média.

5.2.2.1 Força de tração na barra (kgf)

$$F_m = \frac{\sum_{i=1}^n F_i}{t_p} \quad (1)$$

onde:

F_m = força de tração média (kgf)

F_i = força de tração instantânea (kgf. s)

t_p = tempo de percurso na parcela (s)

5.2.2.2 Força de tração na barra (kN)

$$F_m = \frac{\sum_{i=1}^n F_i}{t_p} \quad (2)$$

onde:

F_m = força de tração média (kN)

F_i = força de tração instantânea (kN. s⁻¹)

t_p = tempo de percurso na parcela (s)

5.2.3 Velocidade de deslocamento

Antes do início da coleta de dados, o usuário informa ao aplicativo a distância de cada parcela do ensaio, o programa computacional realiza o cálculo da somatória de pulsos necessária, que o sensor da roda odométrica deverá gerar para atingir a distância informada pelo usuário. A velocidade média de deslocamento foi determinada através das Equações 3 e 4.

5.2.3.1 Velocidade de deslocamento (m. s⁻¹)

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (3)$$

onde:

V_m = velocidade média (m. s⁻¹)

Δs = espaço percorrido (metros)

Δt = tempo decorrido (segundos)

5.2.3.2 Velocidade de deslocamento (km. h⁻¹)

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \times 3,6 \quad (4)$$

onde:

V_m = velocidade média (km. h⁻¹)

Δs = espaço percorrido (metros)

Δt = tempo decorrido (segundos)

5.2.4 Patinagem do rodado do trator

Através dos sinais recebidos dos geradores de pulsos instalados nas rodas dianteiras e traseiras do trator e com a utilização da Equação 5, foi possível determinar a patinagem de cada rodado do trator.

$$Pat = \frac{N_1 - N_0}{N_0} \quad (5)$$

onde:

Pat = patinagem das rodas motrizes (%)

N_0 = número de pulsos sem carga

N_1 = número de pulsos com carga

5.2.5 Avanço dinâmico do trator

O avanço dinâmico do trator é a razão de voltas das rodas dianteiras, em relação às rodas traseiras, baseado na relação mecânica e nos diferentes diâmetros dos rodados (Linares et al. 2006). Segundo Schlosser et al. (2004) a tração no rodado dianteiro e rodas de diferentes tamanhos aumentam a dificuldade do trator continuar trabalhando em sua melhor condição. Para efetuar o cálculo do avanço dinâmico o programa computacional utilizou a Equação 6.

$$Av = Pd - Pt \quad (6)$$

onde:

Av = avanço dinâmico (%)

Pd = patinagem dianteira (%)

Pt = patinagem traseira (%)

5.2.6 Potência disponível na barra de tração

Através da Equação 7 e 8, foi calculada a potência disponível na barra de tração. A potência disponível na barra de tração é calculada em função da força de tração e da velocidade de deslocamento.

5.2.6.1 Potência disponível na barra de tração (kW)

$$Pb = \frac{Fm \times V}{3,6} \quad (7)$$

onde:

Pb = potência na barra (kW)

Fm = força de tração média (kN)

V = velocidade de deslocamento (km. h⁻¹)

5.2.6.2 Potência disponível na barra de tração (cv)

$$Pb = \frac{Fm \times V}{3,6} / 0,735 \quad (8)$$

onde:

Pb = potência na barra (cv)

Fm = força de tração média (kN)

V = velocidade de deslocamento (km. h⁻¹)

5.2.7 Consumo de combustível

Os pulsos gerados pelo fluxômetro (1) foram subtraídos pelos pulsos gerados pelo fluxômetro (2) e convertidos em volume, considerando a vazão de 10 mL/pulso. Os cálculos de consumo de combustível foram feitos de acordo com as Equações 9, 10, 11, 12 e 13.

5.2.7.1 Consumo de combustível horário

$$Ch = \frac{(Np_1 - Np_2) \times 3,6}{t} \quad (9)$$

onde:

Ch = consumo horário (L. h⁻¹)

Np₁ = número de pulso do medidor de combustível¹

Np₂ = número de pulso do medidor de combustível²

t = tempo de percurso da parcela (s)

5.2.7.2 Consumo de combustível específico (L. kW⁻¹. h⁻¹)

$$Che = \frac{Ch}{Pb} \quad (10)$$

onde:

Che = consumo horário específico (L. kW⁻¹. h⁻¹)

Ch = consumo horário (L. h⁻¹)

Pb = potência disponível na barra (kW)

5.2.7.3 Consumo de combustível específico (L. cv⁻¹. h⁻¹)

$$Che = \frac{Ch}{Pb} \quad (11)$$

onde:

Che = consumo horário específico (L. cv⁻¹. h⁻¹)

Ch = consumo horário (L. h⁻¹)

Pb = potência disponível na barra (cv)

5.2.7.4 Consumo de combustível específico (kW. h. L⁻¹)

$$Che = \frac{Pb}{Ch} \quad (12)$$

onde:

Che = consumo horário específico (kW. h. L⁻¹)

Pb = potência disponível na barra (cv)

Ch = consumo horário (L. h⁻¹)

5.2.7.5 Consumo de combustível específico (kg. kW⁻¹. h⁻¹)

$$Che = \frac{Ch \times D}{Pb} \quad (13)$$

onde:

Che = consumo horário específico (kg. kW⁻¹. h⁻¹)

Ch = consumo horário (L. h⁻¹)

D = densidade do diesel

Pb = potência disponível na barra (cv)

5.2.8 Rendimento na barra de tração

O rendimento da barra de tração é o valor de potência utilizada pelo trator para locomover uma carga em relação a sua potência total. Seu cálculo no aplicativo utilizou a Equação (14).

$$Rb = \frac{Pb}{Pm} \times 100 \quad (14)$$

onde:

Rb = rendimento na barra de tração (%)

Pb = potência na barra (kW)

Pm = potência do motor (kW)

5.2.9 Coeficiente de tração

A divisão da força (kgf) que o trator movimentou pelo seu peso total é o seu coeficiente de tração para determinada parcela, para seu cálculo foi utilizada a Equação 15.

$$Ct = \frac{Fm}{Pt} \times 100 \quad (15)$$

onde:

Ct = coeficiente de tração (%)

Fm = força Média (kgf)

Pt = peso do trator (kgf)

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Considerações sobre o programa computacional

A discussão apresentada tem o objetivo de demonstrar todos os passos do funcionamento do programa computacional desenvolvido. O código fonte do aplicativo é aberto (Apêndice 1), possibilitando seu melhoramento por outros pesquisadores.

6.2 Tela de apresentação

O programa computacional foi denominado “Aplicativo para Ensaio na Barra de Tração – AET”, sempre que iniciado o aplicativo exibe sua “tela de apresentação” (Figura 11), que contém a apresentação do sistema computacional, nesta tela encontra-se o nome do programa, nomes dos responsáveis pelo desenvolvimento, requisitos mínimos para sua execução, além de um breve resumo sobre a função do aplicativo.



Figura 11. Tela de apresentação do programa computacional.

6.3 Tela de seleção do tipo de ensaio

A “tela de seleção do tipo de ensaio” (Figura 12) é carregada após a exibição da “tela de apresentação”, nesta tela o usuário opta pelo tipo do ensaio que deseja realizar ou pelo resgate de um ensaio previamente realizado.

O usuário pode optar por três diferentes módulos de ensaio: “ensaio comum na barra de tração”, “ensaio de tração OECD-CODE 2” e “ensaio de tração com dois ou mais tratores diferentes”.

O “ensaio comum na barra de tração” consiste no ensaio de desempenho operacional de um trator, que pode ser realizado em diferentes configurações (tipos pneumáticos, tipos de solo, diferentes marchas, condições de lastragem, distribuição de peso traseiro e dianteiro, etc).

O “ensaio de tração OECD – CODE 2”, segue as normas “CODE 2” (OECD, 2007), metodologia para testes oficiais de desempenho de tratores agrícolas e florestais determinada pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OECD, formada por 30 países.

O “ensaio de tração com dois ou mais tratores diferentes”, possui as mesmas características do “ensaio comum na barra de tração”.



Figura 12. Tela de seleção do tipo de ensaio.

6.4 Ensaio na barra de tração

Na escolha do módulo “Ensaio comum na barra de tração” o sistema segue a seguinte cadeia de eventos descritos abaixo (6.4.1, 6.4.2, 6.4.3, 6.4.3.1, 6.4.3.2, 6.4.3.3, 6.4.4).

6.4.1 Tela de dados do ensaio e do trator

Após a seleção do módulo “Ensaio de tração comum” o aplicativo exibe a “tela de dados do ensaio e do trator” (Figura 13). Esta tela apresenta campos para a inserção dos dados do ensaio e campos para a inserção das características contidas no catálogo do fabricante do trator ensaiado. Nesta tela, existem dois campos de preenchimento obrigatório: o campo “Data” que se refere à data de realização do ensaio e o campo “Potência

(kW)”, que se refere a potência do trator ensaiado sendo estes campos personalizados, ou seja, só são permitidos o registro de números (PADOVANI, 2007). A obrigatoriedade do campo “data” deve-se a sua importância na identificação de ensaios com nomes semelhantes quando o usuário desejar realizar o resgate ou a continuação de um ensaio, e o campo “Potência (kW)” é necessário para a realização de cálculos pelo aplicativo no decorrer do ensaio como por exemplo: rendimento na barra de tração e potência na barra.

A.E.T. - Dados do ensaio

Dados do Ensaio Ex.:24/05/2004

Título do Ensaio: ENSAIO TESTE *Data: 06/04/2009

Dados do Trator * = Campos Obrigatórios

Fabricante: NEW HOLLAND Modelo: TM7040 *Potência (kW): 132

Rotação nominal (r.p.m.): 2200

Peso do catálogo do trator (kgf)

Sem Lastro: 7125 Máximo com Lastro: 12000

Traseiro: 9500 Dianteiro: 5200

Limpar Dados Salvar Continuar >>>

Figura 13. Tela de dados do ensaio e do trator.

Assim como em todas as telas do aplicativo, após o preenchimento dos campos o usuário deve acionar o botão “Salvar” para que o programa computacional salve os dados digitados em seu banco de dados.

6.4.2 Tela de seleção de características do trator para o ensaio

A tela seguinte é a “tela de seleção de características do trator para o ensaio” (Figura 14). Nesta tela, o usuário cadastra as características do trator para o ensaio, como, por exemplo: tipo de solo, marcha, tipo dos pneus, marcas dos pneus, etc.

A.E.T. - Características do trator e dos pneus

Seleção de Características do Trator para o Ensaio

Tipo de Solo: Marcha:

Lastro Sólido **Lastro Líquido** **Distribuição de Peso**

Dianteiro: Dianteiro: Dianteiro:

Traseiro: Traseiro: Traseiro:

Rotação(r.p.m.): *Peso do Trator(kgf): *Distância da parcela (m):

Pneus

Marca **Modelo**

Dianteiro: Dianteiro:

Traseiro: Traseiro:

Dimensão **Tipo Construtivo** **Pressão (psi)**

Dianteiro: Dianteiro: Dianteiro:

Traseiro: Traseiro: Traseiro:

* = Campos Obrigatórios

Figura 14. Tela de seleção de características do trator para o ensaio.

Os campos obrigatórios para esta tela são: “Peso do trator” que corresponde ao peso do trator para o ensaio, e o campo “Distância da parcela” que se refere à distância que o trator percorrerá durante cada parcela do ensaio. Sendo ambos os campos necessários para a realização de cálculos durante a execução do aplicativo.

6.4.3 Tela de coleta de dados

Após a informação das características do ensaio, é exibida a “tela de coleta de dados”. As funções desta tela podem ser divididas em três partes: coleta de dados sem carga, coleta de dados com carga e controle de coleta de novas parcelas e condições.

6.4.3.1 Coleta de dados sem carga

Antes do início da coleta de dados com carga na barra de tração, é necessário realizar a coleta de dados com o trator “livre de carga”, ou seja, sem carga na barra de tração, isto para se obter dados que sirvam como parâmetros de comparação e possibilitem a avaliação do trator a cada situação incomum (diferentes forças exercidas na barra de tração).

Através da comparação dos dados sem carga com os dados com carga são calculadas diferentes variáveis, como a patinagem do trator para cada carga exercida na barra de tração.

Devido à obrigatoriedade da coleta das parcelas sem carga, juntamente com a exibição da “tela de coleta de dados” é alertado ao usuário a necessidade da coleta dos dados sem carga (Figura 15).

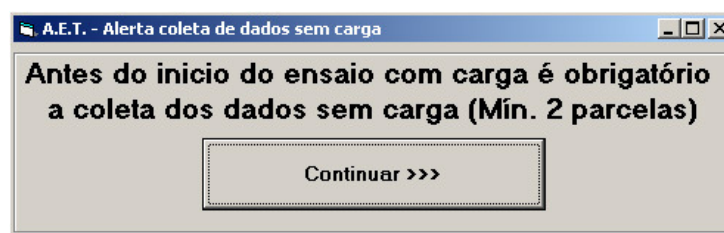


Figura 15. Alerta de coleta de dados sem carga.

Depois do alerta ao usuário, a “tela de coleta de dados” é desbloqueada para uso. Esta tela possui três abas: dados brutos, resultados e visualização que serão explicados conforme a seqüência lógica do ensaio.

O usuário pode informar os dados obtidos pelos sensores ao aplicativo de forma automática preconizado por Garcia et al. (2003) como ferramenta para eliminar erros tradicionais gerados pelo método de coleta convencional, como anotações incorretas e perda de dados em campo, e manualmente, opção utilizada por Campos et. al (2007a) e Santos et al. (2006) para a aquisição de dados provenientes de ensaio de tração.

Para a coleta dos dados da maneira automática o microcomputador deve estar conectado ao controlador lógico programável, sendo esta condição verdadeira, ao

acionar o botão “Coletar” na “tela de coleta de dados”, o programa computacional inicia uma rotina de leitura do controlador lógico programável, realizando assim a coleta dos dados.

Para a coleta de dados da forma manual, o sistema exibe uma tela para a digitação dos dados obtidos durante o ensaio, como pode ser observado na Figura 16. Esta tela pode ser utilizada para a informação dos dados sem carga e também dos dados com carga.

A.E.T. - Informação da dados manualmente

Informação de dados

RDE: 425 RTE: 322 Combustível Admissão: 100 Tempo: 22.3 R. Odo.: 1098

RDD: 426 RTD: 322 Combustível Retorno: 20 Força: 0

Limpar Continuar >>>

Figura 16. Tela de informação de dados manualmente.

Na “tela coleta de dados” na aba “Dados brutos” (Figura 17), é onde o usuário realiza a coleta dos dados sem carga, e caso opte pela coleta de dados automática, nesta mesma tela, pode observar em tempo real os dados coletados conforme sugerido por Castelli e Mazzetto (1996), Mazzetto (1996), Yule et al. (1996) e Guerra (2006) e aplicados por Campos et al. (2007b) e Garcia et al. (2003).

A.E.T. - Coleta de dados

Dados Brutos Resultados Vizualização

Geradores de Pulsos (pulsos) Fluxômetros (pulsos) Célula de Carga (kgf)

Roda Dianteira Esquerda: 427 Admissão de Combustível: 100 Força de Tração: 0

Roda Dianteira Direita: 427 Retorno de Combustível: 15

Roda Traseira Esquerda: 323

Roda Traseira Direita: 323

Roda Odométrica: 1098

Tempo (segundos)

Tempo: 22.3

Dados Sem Carga

	RDE	RDD	RTE	RTD	Admissão	Retorno	Tempo	Força	R. Odo.
1ª Parcela									
2ª Parcela									
Média									

Limpar Dados Repetir Dados Salvar

Coletar Informar Manualmente Limpar Salvar

Figura 17. Tela de coleta de dados, aba “Dados Brutos”.

6.4.3.2 Coleta de dados com carga

Após a coleta automática ou informação manual dos dados, na aba “Resultados” (Figura 18), o usuário pode observar os dados já processados pelo aplicativo, apresentados a cada parcela coletada. O número de parcelas a serem coletadas é indefinido proporcionando ao usuário a liberdade na coleta de parcelas durante o ensaio.

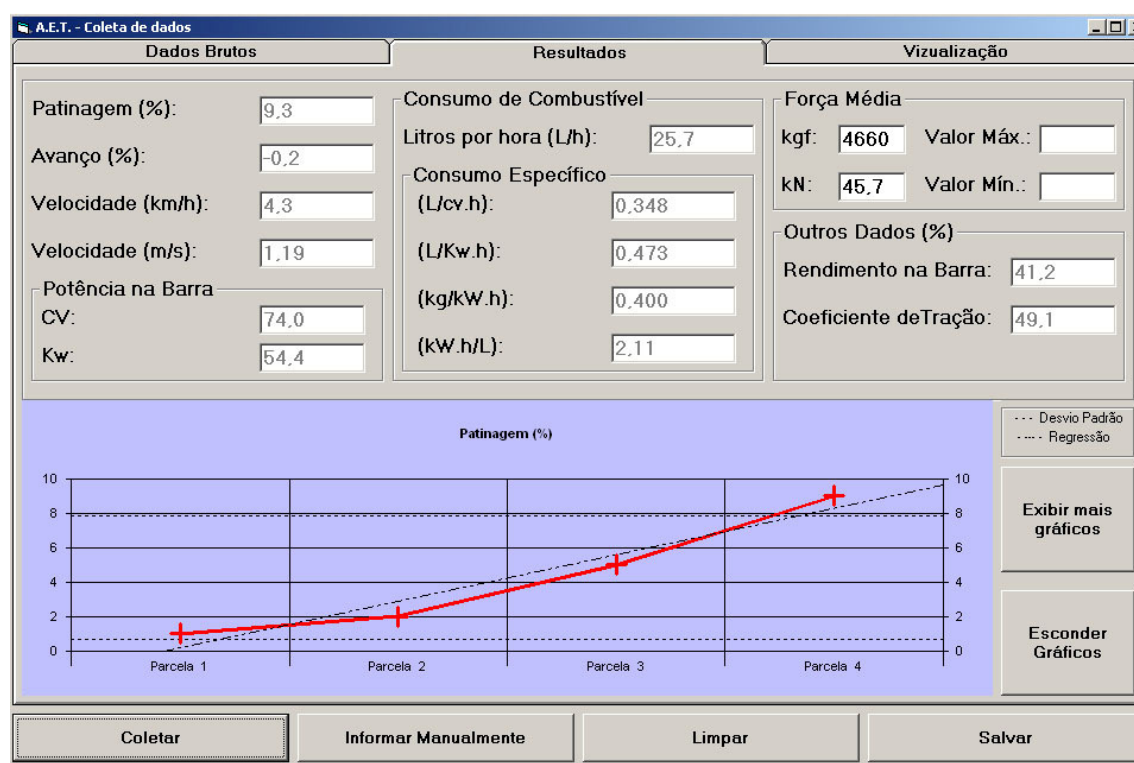


Figura 18. Tela de coleta de dados, aba “Resultados”.

Como ferramenta de verificação para a validação dos dados pelo usuário, o aplicativo dispõe de gráficos que são atualizados a cada parcela do ensaio coletada. Podem ser visualizados os gráficos gerados pelo programa computacional, que realizam a análise estatística dos dados e exibem o desvio padrão e a regressão das parcelas (Figura 19), e também gráficos gerados pelo aplicativo com o auxílio do Microsoft Excel (Figura 20), sendo estes gráficos semelhantes aos que serão apresentados no relatório final do ensaio.

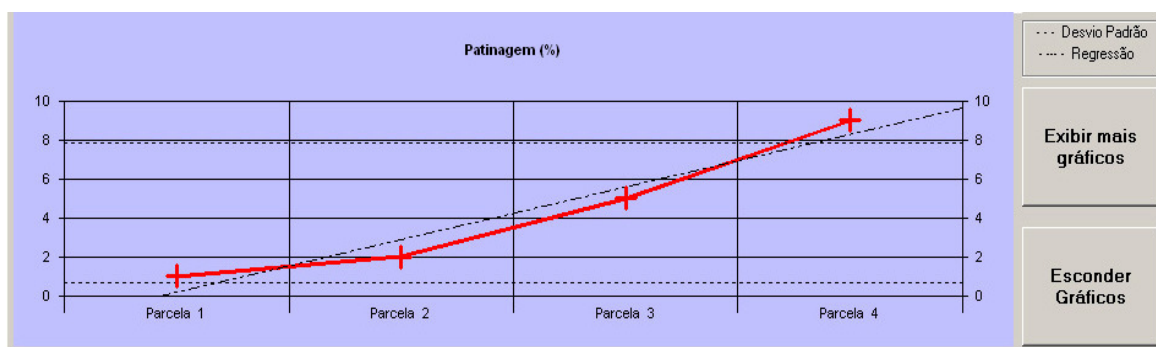


Figura 19. Gráfico gerado pelo aplicativo.

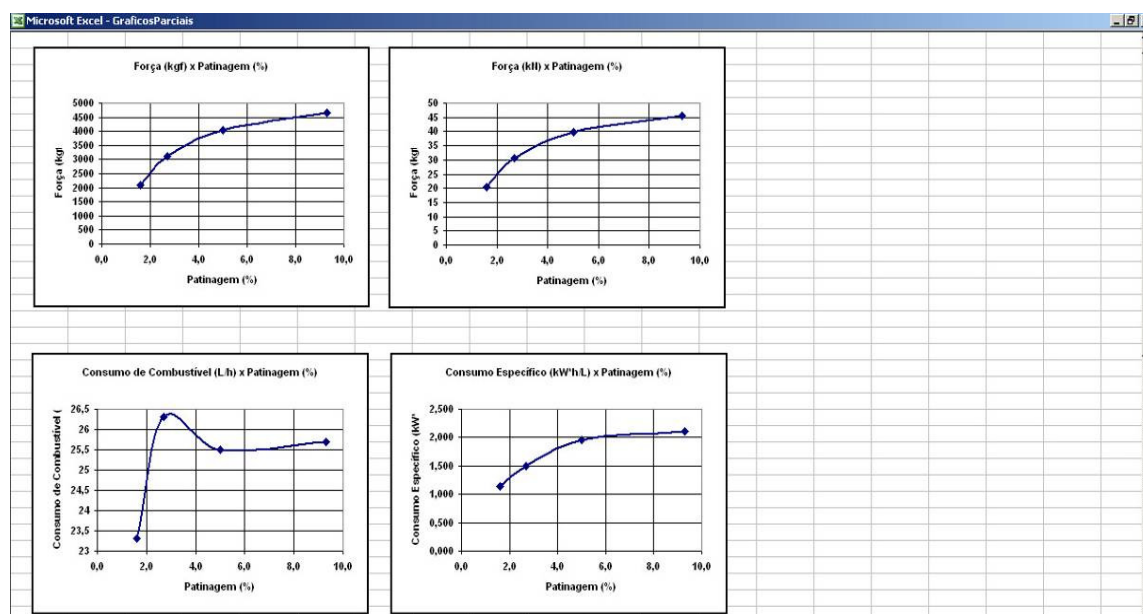


Figura 20. Gráficos gerados pelo aplicativo com auxílio do Microsoft Excel.

Os dados já processados podem ser observados em tempo real (durante a coleta dos dados), na aba “Visualização” (Figura 21), que possui a gravura de um trator e indica a localização dos sensores que estão gerando os dados, no trator.

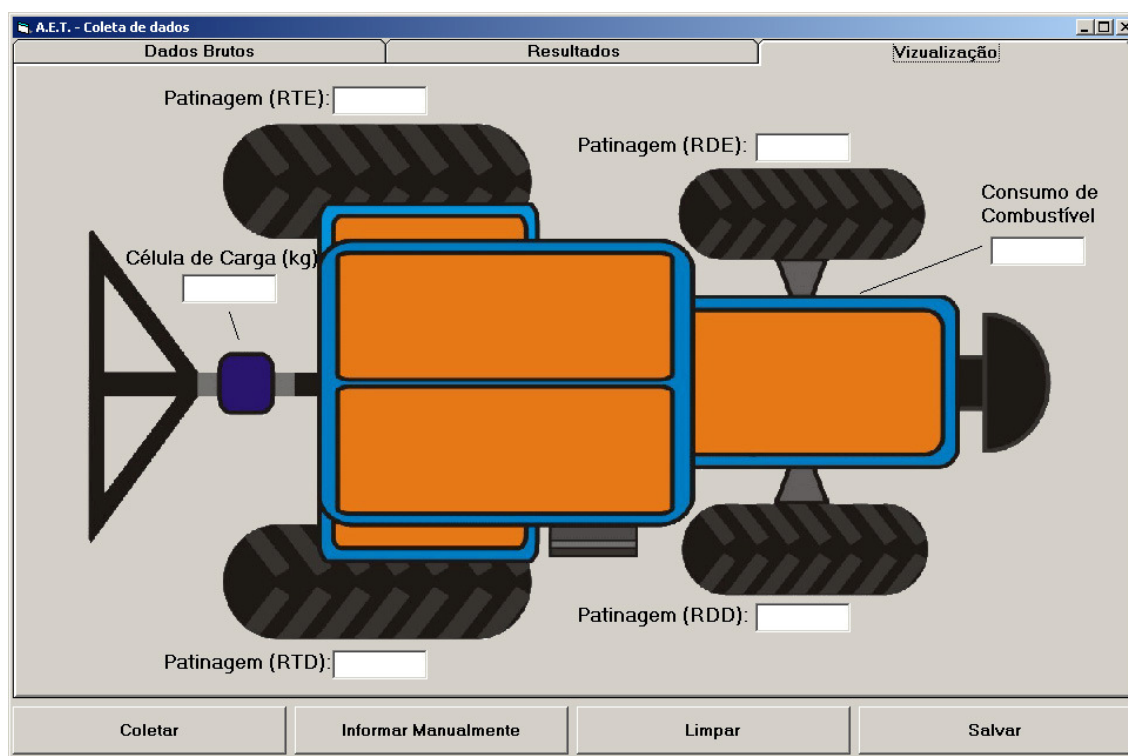


Figura 21. Tela de coleta de dados, aba – “Visualização”.

6.4.3.3 Controle de coleta de novas parcelas e condições

Finalizada a coleta de dados e após salvar os resultados da parcela, o aplicativo pergunta ao usuário se haverá a coleta de uma nova parcela para o ensaio, caso a resposta seja afirmativa, o sistema retorna a “tela de coleta de dados” para uma nova coleta. Sendo a resposta negativa o aplicativo pergunta ao usuário se será alterada alguma característica do ensaio. Caso esta resposta seja positiva o programa computacional retorna a “tela de dados do ensaio e do trator”, possibilitando o usuário alterar alguma variável do ensaio como, por exemplo: marcha, tipo de solo, marca do pneu, pressão etc. caracterizando o início da coleta de dados de uma nova condição. Entretanto se a resposta for negativa, isso caracteriza o final do ensaio, visto que o usuário não deseja coletar dados em uma nova condição (Figura 22).

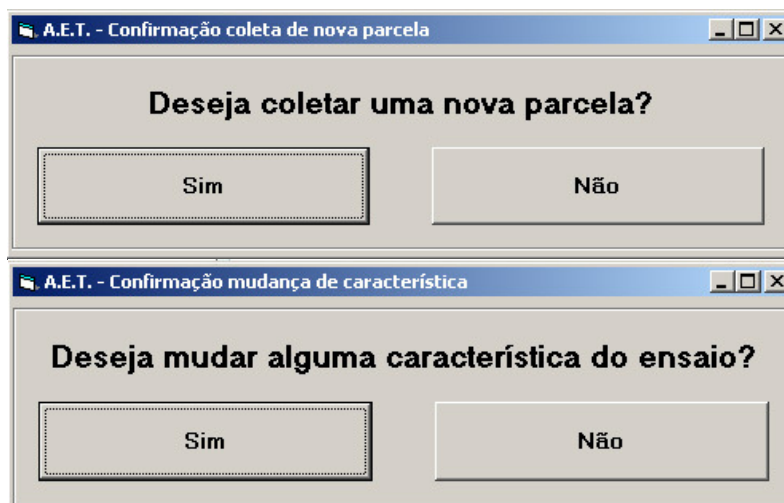


Figura 22. Perguntas feitas pelo aplicativo ao usuário.

6.4.4 Relatório

Após a identificação do final do ensaio pelo aplicativo, o sistema computacional questiona o usuário sobre a criação de um relatório (Figura 23). O relatório é gerado utilizando o Microsoft Excel (arquivo.xls) e contém os valores coletados para cada condição, ou seja para cada condição ensaiada, será gerado um relatório. Caso o usuário opte por não gerar o relatório, o sistema é encerrado.



Figura 23. Questionamento do aplicativo sobre a criação do relatório.

O relatório gerado para o “ensaio comum na barra de tração”, possui em sua primeira página o título e a data de realização do ensaio, e apresenta em seu cabeçalho o logotipo e as informações do Núcleo de Ensaio de Máquinas e Pneus Agroflorestais e em

seu rodapé o logotipo e os dados da Faculdade de Ciência Agronômicas. Na página seguinte são apresentados os dados referentes à condição ensaiada, que foram informados na “tela dados do ensaio e do trator” e na “tela seleção de características do trator para o ensaio” (Figura 24).




 NÚCLEO DE ENSAIO DE MÁQUINAS E PNEUS AGROFLORESTAIS DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL			
TESTE ENSAIO FINAL MICHELIN terça-feira, 3 de março de 2009			
		UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA CAMPUS DE BOTUCATU	
DADOS DO TRATOR			
FABRICANTE:	NEW HOLLAND	MODELO:	TMT040
POTÊNCIA:	132		
ROTAÇÃO IDEAL (R.P.M.):	2000	ROTAÇÃO DO ENSAIO (R.P.M.):	
PESO SEM LASTRO (kgf):		PESO MÁXIMO COM LASTRO (kgf):	
PESO DIANTEIRO (%):	4230	PESO TRASEIRO (%):	5250
PESO DO TRATOR PARA O ENSAIO (kgf):	9500		
CONDIÇÃO Condição 1			
TIPO DE SOLO:	SOLO FIRME	MARCA:	A5
LASTRO SÓLIDO DIANTEIRO:		LASTRO SÓLIDO TRASEIRO:	
LASTRO LÍQUIDO DIANTEIRO:		LASTRO LÍQUIDO TRASEIRO:	
DISTRIB. DE PESO DIANTEIRO:		DISTRIB. DE PESO TRASEIRO:	
PNEUS			
DIANTEIRO MARCA:	MICHELIN	TRASEIRO MARCA:	MICHELIN
DIANTEIRO MODELO:		TRASEIRO MODELO:	
DIANTEIRO DIMENSÃO:	540/65 R28	TRASEIRO DIMENSÃO:	650/65 R38
DIANTEIRO TIPO CONSTR.:	RADIAL	TRASEIRO TIPO CONSTR.:	RADIAL
DIANTEIRO PRESSÃO (psi):	22	TRASEIRO PRESSÃO (psi):	22

Figura 24. Páginas um e dois do relatório.

Na página três são exibidos os resultados das parcelas na forma escrita, e nas páginas subsequentes são apresentados os resultados na forma gráfica (Figura 25). Os gráficos gerados são gráficos que combinam dois resultados obtidos na coleta (Gráficos X e Y), como por exemplo patinagem (%) versus força (kgf), patinagem (%) versus velocidade (km/h) etc. totalizando dez gráficos. O relatório gerado está pronto para ser impresso, contudo é totalmente passível de qualquer alteração pelo usuário, além dos seus resultados também podem ser trabalhados em outros aplicativos assim como executado por Gonçalves et al. (2001). O relatório é salvo no local especificado pelo usuário na caixa de diálogo “Salvar como” (Figura 26).

RESULTADOS

Ord.	Força		Consumo de Combustível		Veloc.	Patinagem	Análise	Patinagem na Banca		Banco Banca	Coef. Trabalho
	kgf	MM	litros	MM/h				litros	MM		
1	308	20,5	1,140	0,743	47	1,6	-0,1	360	30,5	30,0	220
2	312	20,3	1,020	0,680	46	2,7	0,4	637	30,5	29,9	220
3	404	26,6	1,950	0,434	4,6	6,0	0,3	67,6	497	37,6	427
4	460	25,7	2,110	0,400	4,3	9,3	-0,2	74,0	544	41,2	451
5	514	20,5	1,910	0,442	4,1	14,2	0,1	77,7	67,1	43,3	542
Média	368	25,4	1,722	0,636	4,4	6,6	0,1	61,6	454	36,4	422

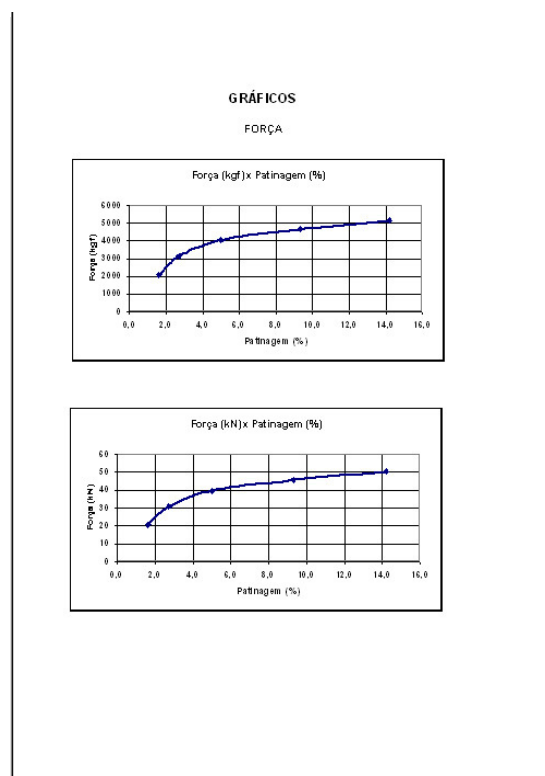


Figura 25. Páginas três e quatro do relatório.

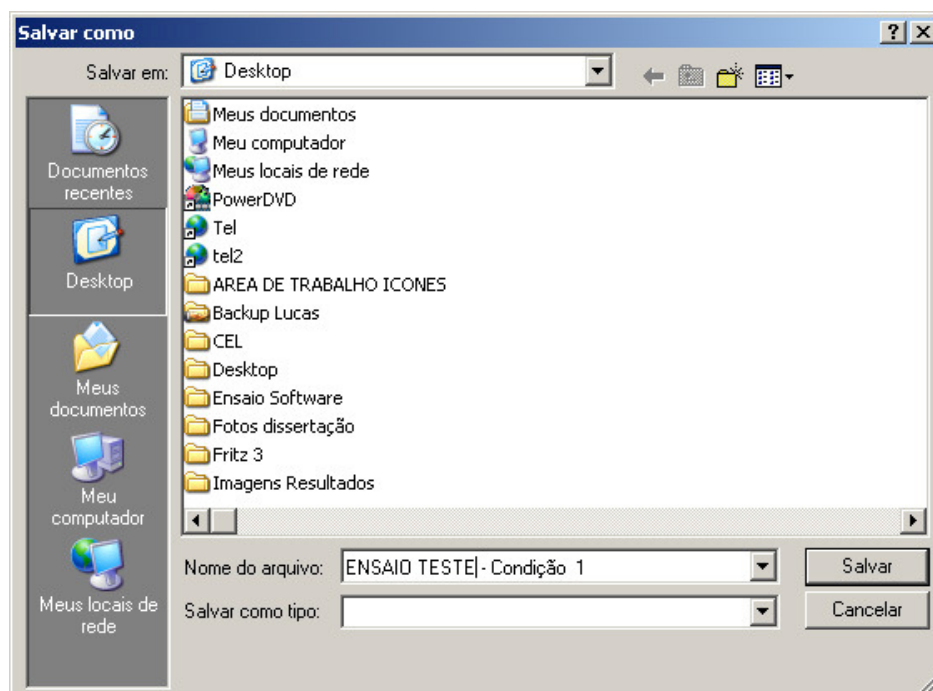


Figura 26. Caixa de diálogo “Salvar como”.

Após gerar os relatórios o programa informa ao usuário o caminho por extenso do local em que foi salvo o relatório, por exemplo: Arquivo salvo em: “C:\Documents and Settings\UNESP\Ensaio\ENSAIO TESTE – Condição 1” e o aplicativo é encerrado. Na Figura 27 observa-se o fluxograma do aplicativo para o módulo “Ensaio comum na barra de tração”.

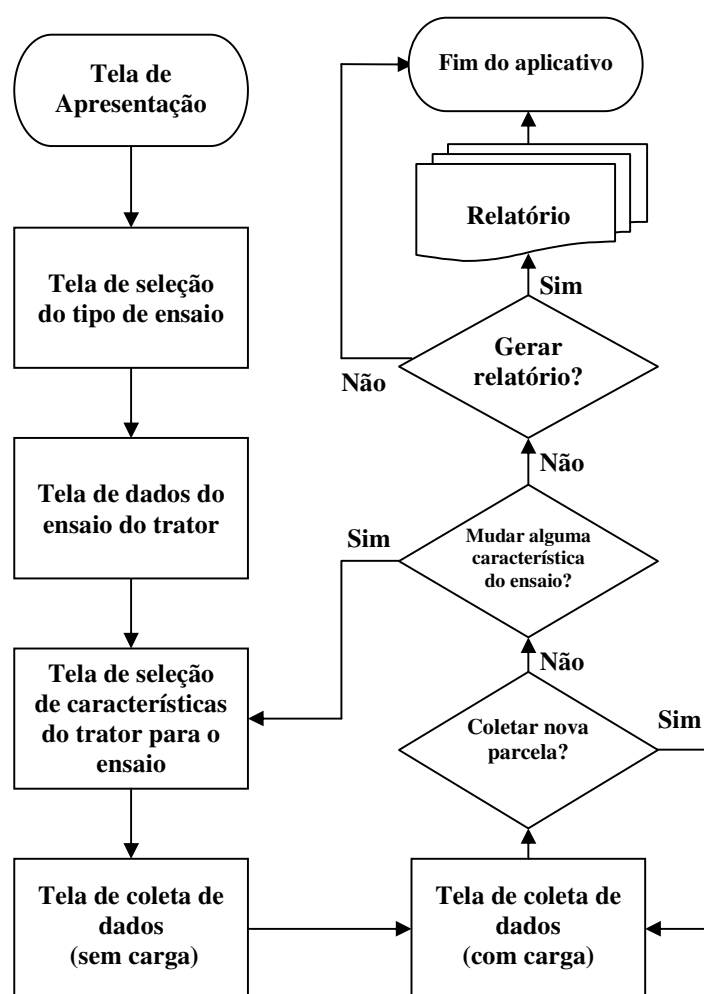


Figura 27. Fluxograma do aplicativo no módulo “Ensaio de tração comum”.

6.5 Ensaio de tração OECD

Na escolha do módulo “Ensaio de tração OECD-CODE2” o fluxograma do aplicativo é semelhante ao do módulo “Ensaio de tração comum” existindo apenas algumas alterações descritas abaixo (6.5.1, 6.5.2, 6.5.3).

6.5.1 Tela de seleção de características OECD

Após a “tela de dados do ensaio e do trator”, é apresentada a “tela de seleção de características OECD” (Figura 28), que possui campos para a configuração do ensaio segundo as normas OECD. Assim como a “tela de seleção de características do trator para o ensaio”, este módulo contém os seguintes campos obrigatórios: “Peso do trator” e “Distância do tiro”, sendo ambos utilizados em cálculos durante a execução do aplicativo.

A captura de tela mostra uma janela de software intitulada "A.E.T. - Dados de potência". O formulário principal é dividido em seções:

- Marcha de Potência:** Possui três campos de seleção: "(%) da força" com o valor "100%", "Potência do Ensaio (marcha)" com o valor "MÁXIMA POTÊNCIA", e "Marcha" com o valor "B3".
- Tipo de Solo:** Um campo de seleção com o valor "CONCRETO".
- Dados complementares:** Uma seção contendo dois campos obrigatórios: "*Peso do Trator (kgf):" com o valor "6040" e "*Distância da parcela (m):" com o valor "29".

Um ícone de asterisco (*) indica que os campos "Peso do Trator" e "Distância da parcela" são obrigatórios. Na base da janela, há dois botões: "Salvar" e "Continuar >>>".

Figura 28. Tela de seleção de características OECD.

6.5.2 Tela de dados adicionais OECD

O ensaio OECD necessita, para cada parcela de alguns dados, além daqueles que são obtidos manualmente ou automaticamente, por este motivo quando o usuário salva a parcela, o aplicativo exibe a “tela de dados adicionais OECD” (Figura 29), através dessa tela, são informados estes dados ao programa computacional. Informados os dados, o usuário pode dar continuidade ao ensaio e salvar a parcela coletada.

A.E.T. - Dados adicionais ensaio OECD

Dados adicionais - Ensaio OECD

Rotação (r.p.m.)

Motor: 2300

Ventilador: 2750

Temperatura (C°)

Ambiente: 29

Combustível: 37

Umidade Relativa do Ar (%): 67

? Salvar Continuar >>>

Figura 29. Tela de dados adicionais OECD.

6.5.3 Relatório

O relatório para o módulo “Ensaio de tração OECD-CODE 2” tem um formato diferente do relatório apresentado anteriormente, isto se deve a particularidade do ensaio OECD-CODE 2.

O relatório gerado para este tipo de ensaio também utiliza o Excel como base e possui em sua primeira página (Figura 30), dados do ensaio e sua data de realização, além de apresentar em seu cabeçalho o logotipo e as informações do Núcleo de

Ensaio de Máquinas e Pneus Agroflorestais e em seu rodapé o logotipo e os dados da Faculdade de Ciência Agronômicas.



Figura 30. Relatório OECD-CODE2, páginas um e dois.

Na página dois são exibidas as informações do trator, informadas no início do ensaio na “tela de dados do ensaio e do trator”, e as paginas seguintes possuem os resultados das parcelas coletadas, da maneira comumente apresentada pelo ensaio OECD-CODE2 (Figura 31).

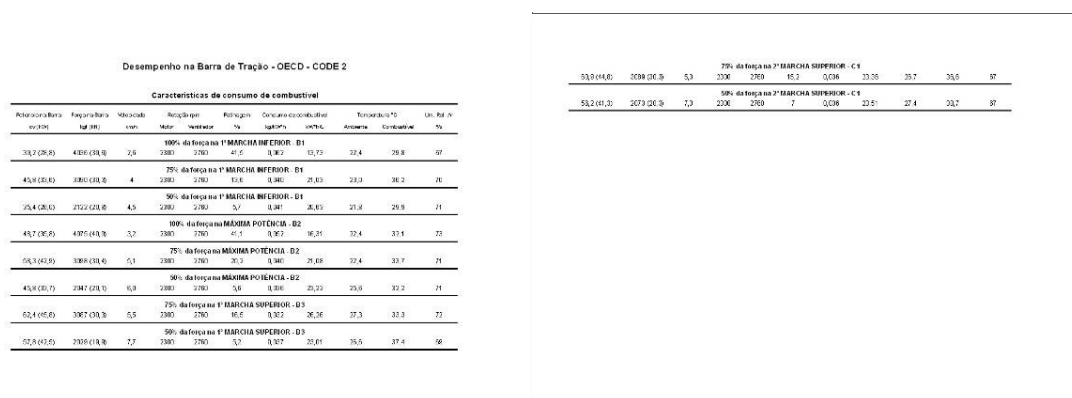


Figura 31. Relatório OECD-CODE2, páginas três e quatro.

Após gerar os relatórios o programa computacional informa onde o arquivo referente ao relatório foi salvo e o aplicativo se desliga. A Figura 32, apresenta o fluxograma do sistema com a seleção do módulo “Ensaio de tração OECD-CODE2”.

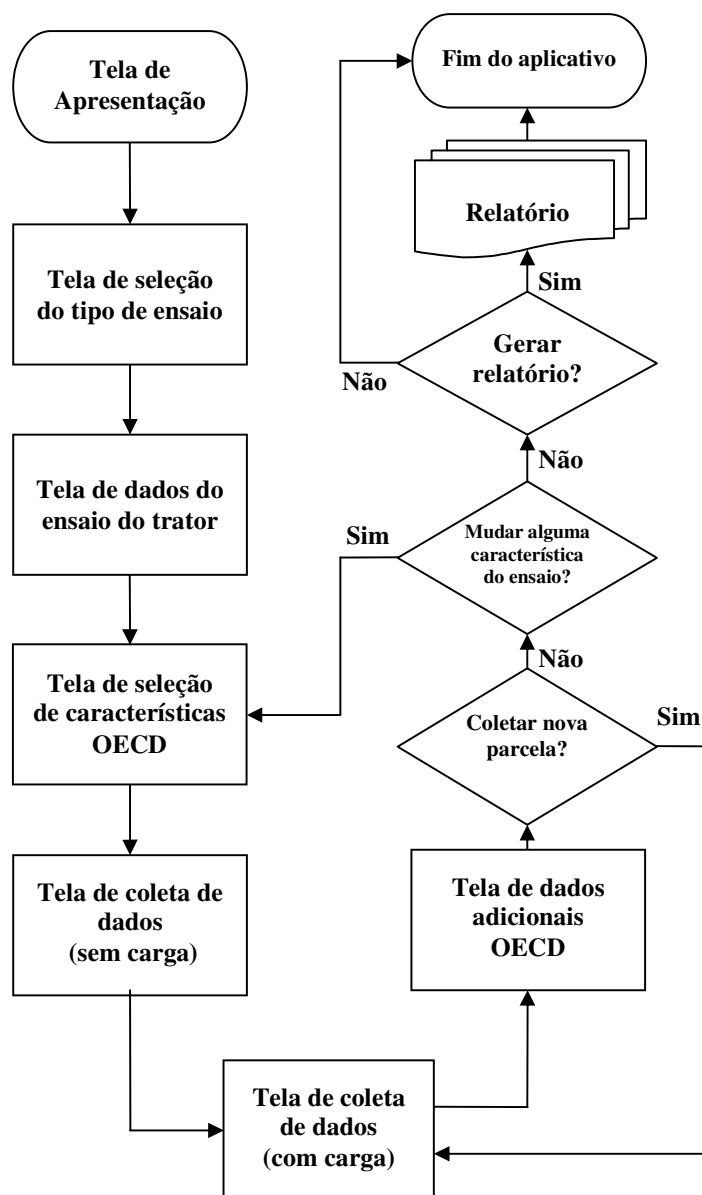


Figura 32. Fluxograma do aplicativo no módulo “Ensaio de tração OECD-CODE2”.

6.6 Ensaio de tração com dois ou mais tratores diferentes

Este módulo de ensaio, segue os eventos exatamente iguais ao do módulo “Ensaio de tração comum”, diferindo-se somente pela inserção de um questionamento ao usuário, se haverá a coleta de dados com outro trator (Figura 33). Esta pergunta é feita pelo aplicativo quando o usuário informa que não deseja mudar mais nenhuma característica do

ensaio. Sendo a resposta positiva, o sistema retorna a “tela de dados do ensaio e do trator”, caso negativa o sistema continua seu fluxo e questiona ao usuário sobre a criação do relatório. O relatório gerado para esta opção é exatamente igual ao relatório gerado pelo módulo “Ensaio de tração comum”. Na Figura 34, se pode observar o fluxograma do aplicativo quando selecionado o módulo “Ensaio de tração com dois ou mais tratores diferentes”.

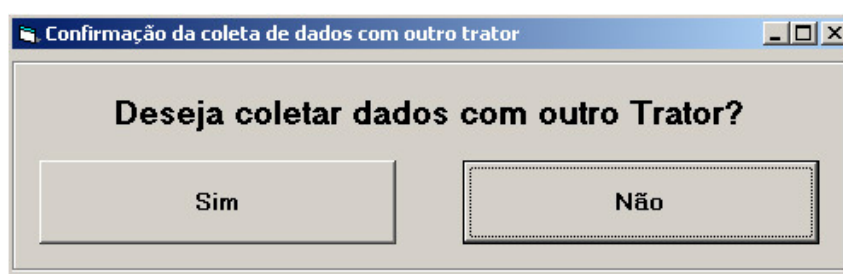


Figura 33. Questionamento do aplicativo sobre a utilização de um novo trator.

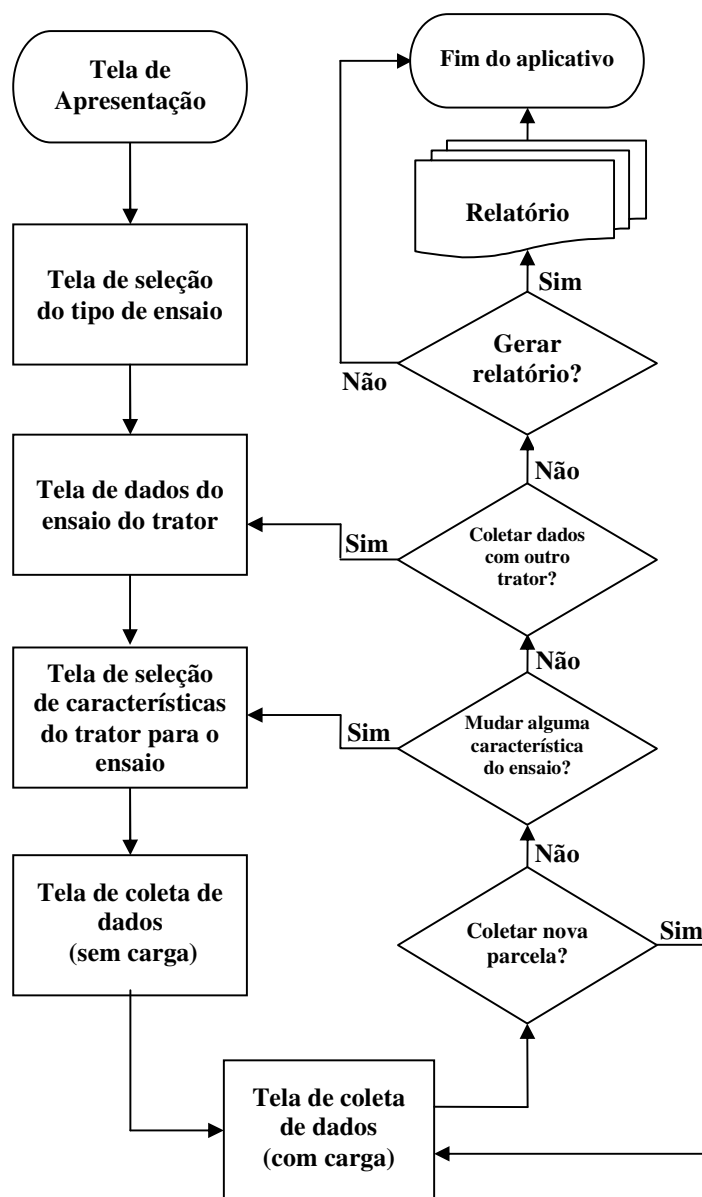


Figura 34. Fluxograma do aplicativo no módulo “Ensaio de tração com dois ou mais tratores diferentes”.

6.7 Continuar ou resgatar ensaio

6.7.1 Tela continuar ou resgatar ensaio

Ao selecionar a opção “Continuar ou Resgatar Ensaio” na “tela de seleção do ensaio”, o aplicativo carrega a “tela continuar ou resgatar ensaio” (Figura 35), que permite ao usuário continuar algum ensaio previamente iniciado, ou também simplesmente resgatar o ensaio para visualizá-lo ou imprimir seu relatório novamente.

A imagem mostra uma janela de software com o título "Resgate ou continuação de ensaio". No topo, há uma barra de título com ícones de minimizar, maximizar e fechar. Abaixo, o texto "Ensaio:" precede uma lista de itens. O item "ENSAIO TESTE" está selecionado e destacado em azul. A lista contém: "ensaio oecd teste final", "TESTE FINAL FINAL OECD", "TESTE 2 TRATORES", "ENSAIO 1049", "teste oecd 1049", "ensaio DE", "ENSAIO TESTE", "fgdgdgdgd", "rerggee", "fdsfsdfs", e "sdfsdfsdfs".

Abaixo da lista, há uma seção "Filtrar por:" com os seguintes elementos:

- Um grupo de campos para "Data":
 - Um campo "Data" com o exemplo "Ex.: 24/05/2004".
 - Dois campos "De:" e "Até:" para especificar um intervalo de datas.
- Um campo "Tipo de Ensaio" com uma seta para baixo, indicando uma lista suspensa.
- Dois botões: "Limpar" e "Filtrar".

Na base da janela, há dois botões grandes: "Sair" à esquerda e "Resgatar / Continuar" à direita.

Figura 35. Tela continuar ou resgatar ensaio.

Esta tela contém a opção de filtragem por data, que filtra os ensaios realizados entre as datas informadas e filtragem por tipo de ensaio que filtra os ensaios pelo seu tipo (Ensaio comum na barra de tração, Ensaio de tração OECD-CODE2 e Ensaio de tração com dois ou mais tratores diferentes). Os filtros podem ser utilizados isoladamente ou em conjunto, visando facilitar a localização do ensaio pelo usuário.

Escolhido o ensaio a ser resgatado o aplicativo inicia o carregamento das variáveis envolvidas e retorna as telas de inserção de dados. Cada tipo de ensaio quando resgatado retorna a uma tela de inserção de dados diferente, como é apresentado na Figura 36.

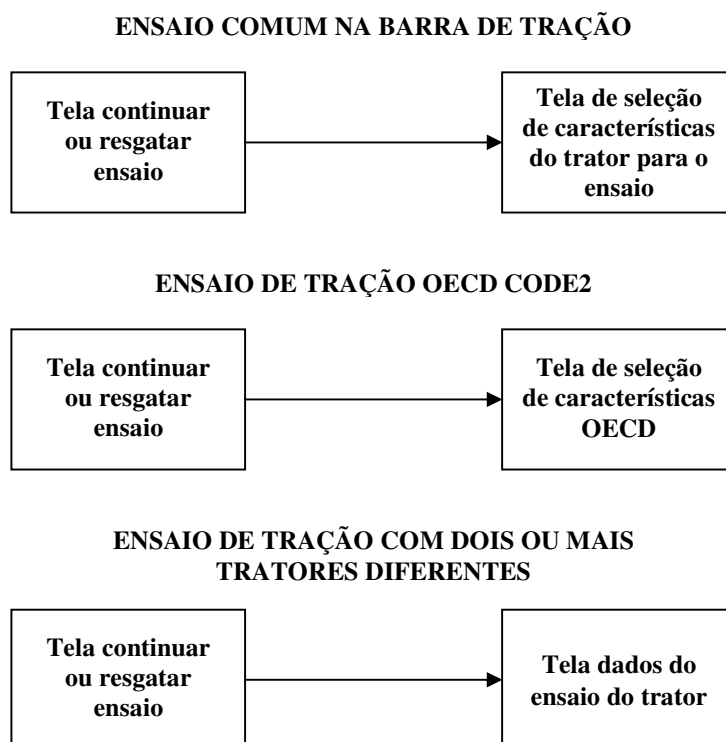


Figura 36. Exemplificação da seqüência lógica da opção resgatar ou continuar ensaio.

6.8 Validação do programa computacional

Para validação do “A.E.T.”, o programa computacional foi empregado no ensaio da barra de tração de um trator de 132 kW ou 180 cv, com o peso total de 9500 quilos em quatro marchas distintas (A5, B2, B3 e B4) com diferentes cargas na barra de tração em solo de concreto.

O aplicativo se comportou da maneira esperada auxiliando o usuário na coleta, verificação dos dados e geração dos relatórios.

Na figura 37 apresentados os resultados gerados pelo programa computacional referentes ao ensaio do trator na marcha A5. Os relatórios completos gerados pelo sistema computacional encontram-se no Apêndice 2.

Rep.	Força		Consumo de Combustível			Veloc.	Patinação	Avanço	Potência na Barra		Rend. Barra	Coef. Tração
	(kgf)	(kN)	(L/h)	(kWh/L)	(g/kWh)	(km/h)	(%)	(%)	(cv)	(kN)	(%)	(%)
1	2156	21,2	20,3	1,350	0,624	4,7	1,4	-0,5	37,3	27,4	20,8	22,7
2	3069	30,1	21,5	1,790	0,472	4,6	2,7	0,2	52,5	38,6	29,2	32,3
3	4109	40,3	24,1	2,100	0,403	4,5	4,6	0,1	68,8	50,5	38,3	43,3
4	4639	45,5	27,7	1,990	0,424	4,4	7,4	0,1	75,1	55,2	41,8	48,8
5	4639	45,5	27,7	1,990	0,424	4,4	7,4	0,1	75,1	55,2	41,8	48,8
6	5668	55,6	35,7	1,650	0,511	3,8	19,1	0,2	80,4	59,1	44,8	59,7
Me dia	4047	39,7	26,17	1,812	0,476	4,4	7,1	0,03333	64,9	47,7	36,1	42,6

Figura 37. Resultados do ensaio de validação para a marcha A5.

7 CONCLUSÕES

O programa computacional desenvolvido (A.E.T.) atingiu o objetivo proposto realizando a aquisição, processamento e armazenamento dos dados gerados pelos sensores analógicos no ensaio de tração.

Através da coleta automática de dados, demonstrou eficiência e rapidez durante a realização do ensaio de tração, eliminando erros de transcrição de dados e a necessidade de anotar os dados da maneira convencional.

A visualização dos dados em tempo real e sua apresentação na forma numérica e gráfica, ainda durante a coleta, possibilitaram a análise dos resultados obtidos logo após sua coleta, facilitando a detecção de inconsistências nos dados.

Os relatórios gerados automaticamente pelo aplicativo ao final de cada ensaio de tração significaram economia de tempo para o usuário no processamento dos dados obtidos e na geração dos gráficos finais.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACUNA, R. R. D., MANTOVANI, E. C., MARTYN, P. J., BERTAUX, S. Comparação do coeficiente de tração e da eficiência tratória de um trator agrícola obtidos pela equação de Wismer e Luth e por ensaios de campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 4, p. 523-530, 1995.

AL-JANOBI, A., A data-acquisition system to monitor performance of fully mounted implements. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London: Academic Press, v.75, n. 2, p. 167-175, 2000.

ANTUNIASSI, U. R., FIGUEIREDO, Z. N., GADANHA JUNIO, C. D. Avaliação de sensores de velocidade em função do tipo de superfície e direção de deslocamento do trator. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 21, n. 1, p.74-81, 2001.

ARCE, A. I. C. **Redes de sensores sem fio na coleta de dados fisiológicos de bovinos para aplicações na zootecnia de precisão**. 2008. 86p. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) –Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

ARRIVO, A., DI RENZO, G. C. Trailed unit for testing implements under field conditions. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London: Academic Press, v. 71, n. 1, p. 19-24, 1998.

BAENA, L. G. N., PRUSKI, F. F., MOREIRA, M. C., SOUZA, V. B. C., ZANETTI, S. S., OLIVEIRA, V. P. S. Programa computacional para a geração de séries sintéticas de dados climáticos. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 13, n. 3, p. 210-220, 2005.

BALASTREIRE, L. A. **O estado-da-arte da agricultura de precisão no Brasil**. Piracicaba, O Autor, 2000. 224p.

BARBOSA, J. A., VIEIRA, L.B., DIAS, G. P., JUNIOR, M. S. D. Desempenho operacional de um trator agrícola equipado alternadamente com pneus radiais e diagonais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 474-480, 2005.

BATCHELOR, B., WHIGHAM, K., DEWITT, J. Precision agriculture: introduction to precision agriculture. **Iowa Cooperative Extension**, p. 1-4, 1997. Disponível em: <<http://www.extension.astate.edu/pages/precisionag/prec-ag.pdf>> Acesso em: 17 Mar. 2007.

BENEZ, S. H., SILVA, S. L., PEREIRA, J.O., RICIERI, R.P. Comparação de dois métodos de medição de velocidade de deslocamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., 2000, Fortaleza. **Anais...** Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola. 1 CD ROM.

BISSOLI, M. A. M. A. **Planejamento turístico municipal com suporte em sistemas de informação**. 3. ed. São Paulo: FUTURA, 1999. 170 p.

BLACKMORE, B. S. Precision farm: an introduction. **Outlook on Agriculture**, v. 23, n. 4, p. 275-280, 1994.

BLACKMORE, B. S. **The role of yield maps in Precision Farming**. 2003. 162f. Tese (Doutorado em Filosofia) - Cranfield University, Silsoe, 2003.

CAMPOS, F. H., GUERRA, S. P. S., MONTANHA, G. K., LANÇAS, K. P. Desenvolvimento de uma planilha eletrônica para análise dos dados da Unidade Móvel de Ensaio na Barra de tração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 6., 2007, São Pedro. **Anais do 6º Congresso Brasileiro de Agroinformática SBIAgro 2007**, São Pedro, 2007. p. 196-200.a.

CAMPOS, F. H., GUERRA, S. P. S., LANÇAS, K. P., GABRIEL FILHO, A., PAULA, C. A. Programa computacional para aquisição de dados georeferenciados de resistência do solo à penetração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36., 2007, Bonito. **Anais XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**. Bonito: SBEA, 2007. v. 1. p. 1-4.b.

CAPPELLI, N. L. Agricultura de Precisão - Novas Tecnologias para o processo produtivo. 1999. Disponível em:
<<http://www.inf.urfgs.br/pos/SemanaAcademica/Semana99/joseotavio/joseotavio.htm>>
Acesso em: 12 Jan. 2007.

CASTELLI, G., MAZZETTO, F. Automatic system for monitoring and recording farm field activities. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4., 1996, Cancun, Mexico. **Anais...** Michigan: ASAE, American Society of Agricultural Engineering, 1996. p. 548-556.

CESAR, F. I. G., GIULIANI, A. C., SACOMANO NETO, M. Sistema de informação para apoio à tomada de PME. In: Mostra acadêmica UNIMEP, 4., 2007, Piracicaba. **Anais...** 1CD-ROM

CHARLES, S.M. Effects of ballast and inflation pressure on tractor tire performance. **Firestone Tire and Ruber CO**, v. 65, n. 2, p. 11-13, 1984.

CINTRA, J. P., VEIGA, L. A. K. Automação da Coleta de Dados no Campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 5., 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Imprensa Universitária – UFSC, 1998. p.154-162.

COELHO, S. L. **Desenvolvimento de um tensiômetro eletrônico para o monitoramento do potencial da água no solo.** 2003. 106p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

CORÁ, J.E., MARQUES, J. Mecanização e Agricultura de Precisão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1999, Poços de Caldas. **Anais...** Lavras: UFLA, 1998. p. 31-70.

CORRÊA, I. M. **Características de tração de um trator agrícola utilizando-se de pneus radial e diagonal.** 1993. 99p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1993.

CORRÊA, I. M., YANAI, K., MAZIERO, J. V. G., LANÇAS, K. P. Determinação da circunferência de rolamento de pneus agrícolas utilizando dois métodos: manual e eletrônico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1999. 1 CD-ROM.

CÔRTEZ, P. L., SCHERR, R. A. **Conhecendo e trabalhando com o Visual Basic 6.0.** 1. ed. São Paulo: Érica, 2000. 352p.

COX, S. Information technology: the global key to precision agriculture and sustainability. **Computers and Electronics in Agriculture.** v. 36, n. 2-3, p. 93-111, 2002.

CRAIG, J. C. **Microsoft Visual Basic: versão 3.** 1. ed. São Paulo: Makron Books, 1994. 520p.

CUSTODIO, E. Visual Basic: Aspectos da Linguagem. 2000. Disponível em: <<http://www.maxarte.com.br/eduardocustodiohp/Visual%20Basic.htm>> Acesso em: 17 mar. 2007.

DAMPNEY, P. M. R., MOORE, M. Precision Agriculture in England: current practice and research-based advice to farmers. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 4., 1998, Mineapolis. **Proceedings...** Madison: ASA; CSSA, SSSA, 1999. p. 661-673.

FARIAS, P.R.S., BARBOSA, J.C., VIEIRA, S.R., SÁNCHEZ-VILA, X., FERRAZ, L.C.C.B. Geostatistical analysis of the spatial distribution of *Rotylenchulus reniformis* on cotton cultivated in crop rotation. **Russian Journal of Nematology**, Moscow, v. 10, p. 1-9, 2002.

FARINES, J. M., FRAGA, J. S., OLIVEIRA, R. S. **Sistemas de Tempo Real**. Escola de Computação, São Paulo, 2000.

FERREIRA, M. F., NEUJAHN, E. B., SCHLOSSER, J. F., SCHNEIDER, V. Influência da pressão interna em pneus diagonais na força de tração de um trator 4x2 em duas condições de superfície. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 6, n. 1, p. 66-70, 2000.

FRAISSE, C. W. Agricultura de Precisão – A tecnologia de GIS/GPS chega às fazendas. 1998. Disponível em: <<http://www.fatorgis.com.br>. Em 14/11/2001> Acesso em: 19 mar. 2007.

FRASSON, F. R., SALVI, J. V., POVH, F. P., MOLIN, J. P., MOTOMIYA, A. V. A. Quantificação de falhas de plantio em cana-de-açúcar utilizando um sensor ótico ativo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBSR, 1999. 1 CD-ROM.

FURLANI C. E. A., LOPES, A., SILVA, R. P. Avaliação de semeadora-adubadora de precisão trabalhando em três sistemas de preparo de solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 458-464, 2005.

GABRIEL FILHO, A., LANCAS, K. P., GUERRA, S. P. S., MONTEIRO, L. A., PAULA, C. A. UMEB – Unidade Móvel para Ensaio da Barra de tração. **Engenharia Agrícola (CD-ROM)**, v. 28, p. 782-789, 2008.

GARCIA, R. F., QUEIROZ, D. M., MIYAGAKI, O. H., PINTO, F. A. C. Programa computacional para aquisição de dados para a avaliação de máquinas agrícolas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 375-381, 2003.

GEE-CLOUGH, D. Tractive performance of drive tyres. II - A comparison of radial and cross-ply carcass construction. **Journal of Agriculture Engineering Research**, v. 22, p. 385-395, 1977.

GONÇALVES, A. O., MOLIN, J. P., MENEGATTI, L. A. A. Adulção 2.0: Software para análise de distribuição transversal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. 1 CD-ROM.

GUERRA, S. P. S. **Desenvolvimento de um sistema informatizado de menor custo para aquisição e armazenamento de dados de sensores analógicos e receptor GPS**. 2006. 91p. Tese (Doutorado em e Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

GUIMARÃES, A. A., SARAIVA, A. M. As Aplicações Agrícolas e o Protocolo CAN: Uma Aplicação a um Monitor de Semeadora. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 3., 2002. Foz do Iguaçu. **Anais...** SBIAGRO, 2002. p. 35-42.

GUREWICH, O., GUREWICH, N. **Como Criar Aplicações de Mundo-Real com Visual Basic 3**. 1. ed. Rio de Janeiro: Axcel Books, 1994. 658p.

HATTAN, J. What language do I use?. 2000. Disponível em: <<http://www.gamedev.net/reference/articles/article895.asp>> Acesso em: 17 mar. 2007.

HOROWITZ, P., HILL, W. **The Art of Electronics**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1989. 450 p.

INAMASU, R. Y., SOUSA, R. V., PORTO, A. J. V., FORTES, C., LUCHIARI, A., SCHEPERS, J. S., SHANAHAN, J. F., FRANCIS, D. D. Acesso ao estado nutricional da cana-de-açúcar por meio de sensor ativo de refletância. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2., 2006, São Pedro. **Anais...** São Pedro, 2006.

JAROL, S. **Visual Basic para Multimídia**. 1. ed. Rio de Janeiro:Campus, 1995. 662p.

JOHNSON, G. W. **LabVIEW graphical programming: practical applications in instrumentation and control**. 1. ed. New York: McGraw-Hill, 1997. 665p.

JUNIOR, P. V., NEVES, A. A. C., ALMEIDA, B. K. Modernização de máquinas de laboratórios de engenharia para atender as atuais práticas metodológicas de experimentações. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 34., 2006, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2006. 1 CD-ROM.

KANAZAWA, E., LACERDA, W.S. Desenvolvimento de uma interface de aquisição e controle de dados. In: SEMANA DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO DA UFLA, 2., 1999, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 1999. 1 CD-ROM.

LAKE, J. V., BOCK, G. R.,GOODE, J. A. **Precision agriculture: spatial and temporal variability of environmental quality**. 1. ed. Chichester: John Wiley and Sons Ltd, 1997, 251p.

LAMPARELLI, R. A. C., ROCHA, J. V., BORGUI, E. **Geoprocessamento e agricultura de precisão: fundamentos e aplicações**. 1. ed. Guaíba: Agropecuária, 2001. 118p.

LANÇAS, K. P., GABRIEL FILHO, A., GUERRA, S. P. S., LEITE, F., TOSIN, R. C., MONTEIRO, L. A., PAULA, C. A. CAMPOS, F. H. Unidade móvel para ensaio na barra de tração do trator. **Cultivar Máquinas**, v. 64, p. 32 - 33, jul. 2007.

LIBONATI, P. A. O., OLIVEIRA, A., CAMPOS, L. E. P. Sistema de aquisição de dados para laboratórios. **Metrologia Instrumentação**. Porto Alegre, v. 3, n. 26, p. 35-39, 2003.

LINARES, P.; JEVENOIS, J. **Introducion al sistema terreno-vehiculo**. 1. ed. Madrid: Publicación del Departamento de Motores y Máquinas Agrícolas, Universidade Politecnica Madrid, 1983. 85 p.

LINARES, P.; CATALÁN, H.; MÉNDEZ, V. **Teoria de la tracción de tractores agrícolas**. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2006. 215 p.

LOPES, A., LANÇAS, K. P., FURLANI, C. E. A., NAGAOKA, A. K., NETO, P. C., GROTTA, D. C. C. Consumo de combustível de um trator em função do tipo de pneu, da lastragem e da velocidade de trabalho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 382-386, 2003.

MANTOVANI, E. C. Agricultura de precisão e sua organização no Brasil. In: BORÉM, A., GIÚDICE, M. P., QUEIRÓZ, D. M., MANTOVANI, E. C., FERREIRA, L. R.; VALLE, F. X. R.; GOMIDE, R. L. **Agricultura de precisão**, Viçosa, p. 77-92. 2000.

MANTOVANI, E. C., LEPLATOIS, M., INAMASSU, R. Y. Automação do processo de avaliação de desempenho de tratores e implementos em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 7, p.1241-1246, 1999.

MANTOVANI, E. C., QUEIROZ, D. M., DIAS, G. P. Máquinas e operações utilizadas na agricultura de precisão. In: SILVA, F. M. Mecanização e agricultura de precisão. Poços de Caldas: SBEA, p.109-157. 1998.

MANZANO, J. A. N. G. **Estudo dirigido de Visual Basic 6**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2000. 184p.

MAZZETTO, F. L'acquisizione dei datti aziendali in tempo reale. **Genio Rurale**, Milano, v. 12, n. 1 p. 20-30, 1996.

MELLO, B. A., CAIMI, L. L. Simulação na validação de sistemas computacionais para a agricultura de precisão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande. v. 12, n. 6, p. 666-675, 2008.

MIALHE, L. G. **Máquinas Motoras na Agricultura**. 2 ed. São Paulo: EPU:Editora da Universidade de São Paulo, 1980. p.140-221.

MISENER G.G., MCLEOD, C. D. A model to facililate farm machinery use and cost data collection. **Agricultural Systems**, Nancy, v. 24, p. 149-157, 1987.

MOLIN, J. P. **Agricultura de precisão: o gerenciamento da variabilidade**.1. ed. Piracicaba, 2001. 83 p.

MOLIN, J. P., ARAÚJO, J. C., ZAMBUZZI, P. C., PEREIRA, F. J. S. Ensaio de características dimensionais, ponderais e de desempenho na barra de tração de um quadriciclo 4x2 TDA. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 278-287, 2002.

MOLIN, J. P., MENEGATTI, L. A. A. Mapeamento da resistência elétrica do solo por sensor de contato. In: SIMPÓSIO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2., 2002, Piracicaba. **Avanços na Agricultura de Precisão no Brasil no Período de 1999-2001**. Piracicaba : USP/Esalq, 2002. p. 144-150.

MOLIN, J. P., SOUZA, A. B. M., FONTANA, G., NAGUMO, G. K., SILVA, P. C. Avaliação de sensores de velocidade de deslocamento em diferentes superfícies. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 1., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/USP, 2004. 1 CD-ROM

MONTEIRO, L. A., LANÇAS, K. P., GABRIEL FILHO, A., GUERRA, S. P. S., TOSIN, R. C., PAULA, C. A. Construção e Avaliação da Unidade Móvel de Ensaio na Barra de Tração. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 36., 2007, Bonito. Jaboticabal : SBEA, 2007.

NEUJHR, E. B., SCHLOSSER, J. F. Comportamento de pneus agrícolas radiais e diagonais em relação à tração. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v..21, n. 2, p.180-189, 2001.

NORTON, P. **Introdução à Informática**. 1. ed. São Paulo: Makrons Books, 2004. 619 p.

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development. CODE 2 – OECD standard code for official testing of agricultural and forestry tractor performance. Paris. 2007. 61p.

PADOVANI, C. R. P. **Aplicativo computacional para obtenção de probabilidades “a priori” de classificação errônea em experimentos agrônômicos**. 2007. 70p. Tese (Doutorado em e Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

PEREIRA, D. F., NÃÃS, I. A., BERTOLA, J. R. M., MATA, D. H., MANTOVANI, E. C. Programa computacional de simulação da produtividade para suporte de decisão no plantio de milho. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 3., Sete Lagoas, 2005.

- PEREIRA, W. A. **Fundamentos de Banco de dados**. 1. ed. São Paulo: ÉRICA, 2004. 382 p.
- PIMENTEL, H. **Visual Basic 6.0 para principiantes**. 1. ed. São Paulo: Axcel Books, 1999. 512p.
- QUEIROZ, T. M., BOTREL, T. A., FRIZZONE, J. A. Desenvolvimento de um software e hardware para irrigação de precisão usando pivô central. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 44-54, 2008.
- RAGNI, L.; SANTORO, G. Trattore sensibilizzato. **Macchine e Motori Agricoli**, v. 55, p. 39-45, 1997.
- RODRIGUES, C. R. A instrumentação virtual como forma de integração entre a teoria e prática no ensino de medidas elétricas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: PUCRS, 2001. 1 CD-ROM.
- SANTOS, C.A., LANÇAS, K.P. Projeto e construção de um penetrômetro hidráulico eletrônico. **Energia na Agricultura**. Botucatu, v. 14, n. 4, p. 55-61. 1999.
- SANTOS, F. L., FERNANDES, H. C., RINALDI, P. C. N. Desenvolvimento de uma planilha eletrônica para a determinação da potência disponível na barra de tração de tratores agrícolas. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 14, n. 2, p. 122-130, 2006.
- SANTOS FILHO, P. F., FERNANDES, H. C., QUEIROZ, D. M., SOUZA, A. P., CAMILO, A. J. Avaliação dos níveis de vibração vertical no assento de um trator agrícola de pneus utilizando um sistema de aquisição automática de dados. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p.887-895, 2003.
- SANTOS, J. E. G., SANTOS FILHO, A. G., BÓRMIO, M. F. Conforto térmico: Uma avaliação em tratores agrícolas sem cabines. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRECISÃO, 11., 2004, Bauru. **Anais...** Bauru: FEB, 2004. 1 CD-ROM.

SCHLOSSER, J.F., LINARES, P., MARQUEZ, L. Influência do avanço cinemático das rodas dianteiras sobre a eficiência em tração de tratores com quatro rodas motrizes não isodiamétricas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1801-1805, 2004.

SCHLOSSER, J.F., MARQUEZ, L., LINARES, P. Desenvolvimento de metodologia para previsão do fenômeno de vibrações decorrentes da interferência entre eixos de um trator com tração dianteira auxiliar (TDA). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 985-989, 2001.

SOUZA, S. P., MOLIN, J. P. Avaliação de um clinômetro para a prevenção do tombamento lateral de tratores agrícolas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 532-538, 2003.

STAFFORD, J.V. Implementing precision agriculture in the 21st century. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.76, n. 3, p. 267-275, 2000.

STEGAWSKI, M. A., SCHUMANN, R. A New Virtual-Instrumentation-Based Experimenting Environment for Undergraduate Laboratories with Application in Research and Manufacturing. **IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement**, v. 47, n. 6, p. 1503-1506, 1998.

THOMOPOULOS, P. Real-time dynamometer control with LabVIEW. **National Instruments Corporation**, Austin, Texas, 1996. Disponível em: <http://digital.ni.com/csma.nsf/IntAllCSDocs/3D4448906DB5270E8625692D0078967?OpenDocument&node=124200_US>. Acesso em: 30 jun. 2007.

TOMPKINS, F. D., HART, W. E., FREELAND, R. S., WILKERSON, J. B., WILHELM, L. R. Comparison of tractor ground speed measurement techniques. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 31, n. 2, p. 369-74, 1988.

TSCHIEDEL, M., FERREIRA, M.F. Introdução à agricultura de precisão: conceitos e vantagens. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, p. 1-9, 2002.

VILAS BOAS, M. A., RODRIGUES, V .M., SAMPAIO, S. C. Programa computacional para simulação em irrigação por sulcos. **Infocomp**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 66-72, 2006.

WAY, T. R., BAILEY, A. C., RAPER, R. L., BURT, E. C. Tire lug height effects on soil stresses and bulk density. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 38, n. 3, p. 669-674, 1995.

YANAI, K., SILVEIRA, G. M., LANÇAS, K. P., CORRÊA, I. M., MAZIERO, J. V. G. Desempenho operacional de um trator com e sem o acionamento da tração dianteira auxiliar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 8, p. 1427-1434, 1999.

YULE, I. J.; CAIN, P. J.; EVANS, E. J.; VENUS, C. A spatial inventory approach to farm planning. **Computers and Eletronics in Agriculture**, v. 14, p. 151-161, 1996.

ZOMBORI, J. Drawbar pull tests of various traction devices on sandy soils. **Journal Terramechanics**. v .4, n. 1, p. 9-17. 1967.

APÊNDICE 2



unesp

NÚCLEO DE ENSAIO DE MÁQUINAS E PNEUS AGROFLORESTAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL

ENSAIO DE VALIDAÇÃO

domingo, 3 de maio de 2009



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE BOTUCATU

DADOS DO TRATOR

FABRICANTE: XXXXXXXXXX)	MODELO: XXXXXXXXXX	POTÊNCIA: 132
ROTAÇÃO IDEAL (R.P.M): 2000	ROTAÇÃO DO ENSAIO (R.P.M): 2000	
PESO SEM LASTRO (kgf): 7125	PESO MÁXIMO COM LASTRO (kgf): 12000	
PESO DIANTEIRO (%): 5200	PESO TRASEIRO (%): 9500	
PESO DO TRATOR PARA O ENSAIO (kgf): 9500		

CONDIÇÃO Condição 1

TIPO DE SOLO: CONCRETO	MARCHA: A5
LASTRO SÓLIDO DIANTEIRO:	LASTRO SÓLIDO TRASEIRO:
LASTRO LÍQUIDO DIANTEIRO:	LASTRO LÍQUIDO TRASEIRO:
DISTRIB. DE PESO DIANTEIRO: 55,3	DISTRIB. DE PESO TRASEIRO: 44,6

PNEUS

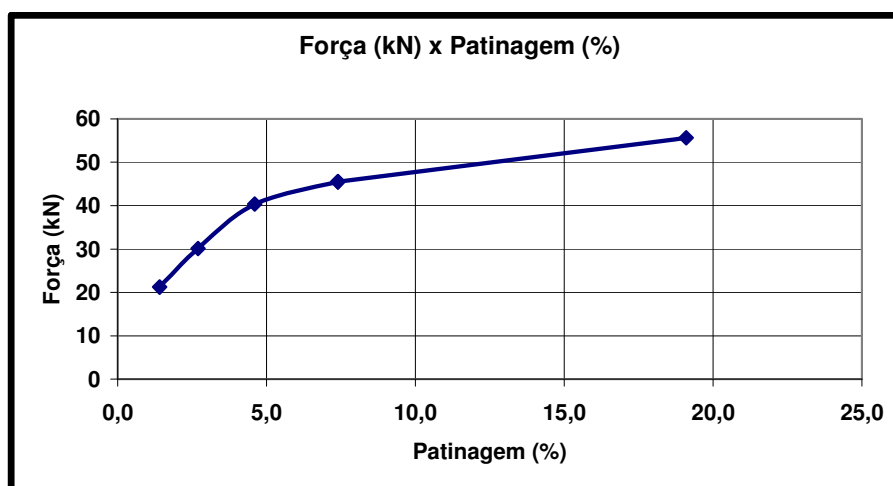
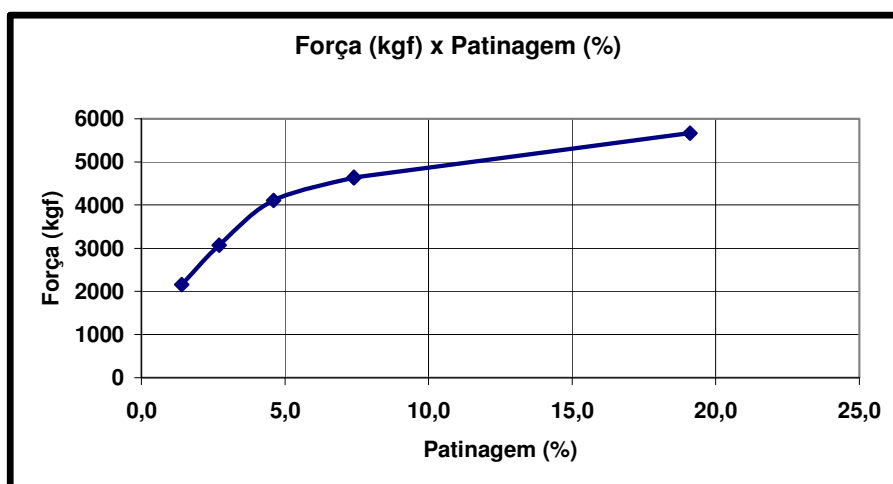
DIANTEIRO MARCA: MICHELIN	TRASEIRO MARCA: MICHELIN
DIANTEIRO MODELO:	TRASEIRO MODELO:
DIANTEIRO DIMENSÃO: 540/65 R28	TRASEIRO DIMENSÃO: 650/65 R38
DIANTEIRO TIPO CONSTR.: RADIAL	TRASEIRO TIPO CONSTR.: RADIAL
DIANTEIRO PRESSÃO (psi): 12	TRASEIRO PRESSÃO (psi): 12

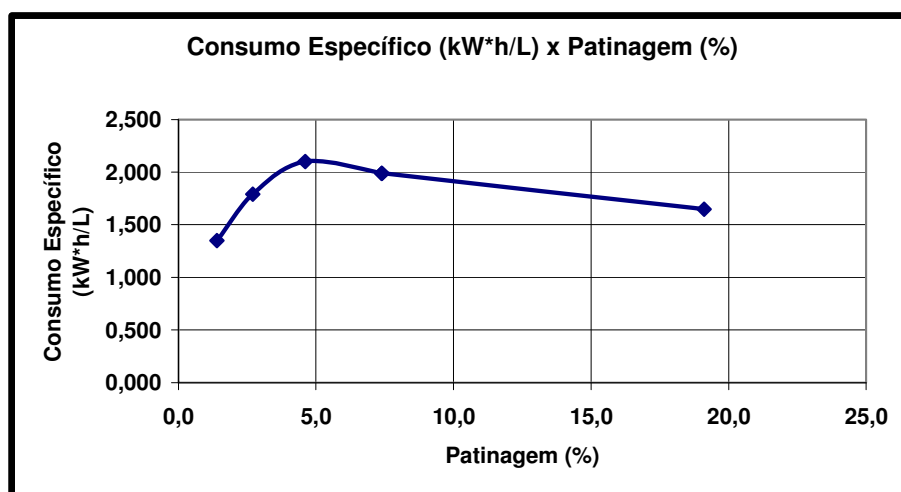
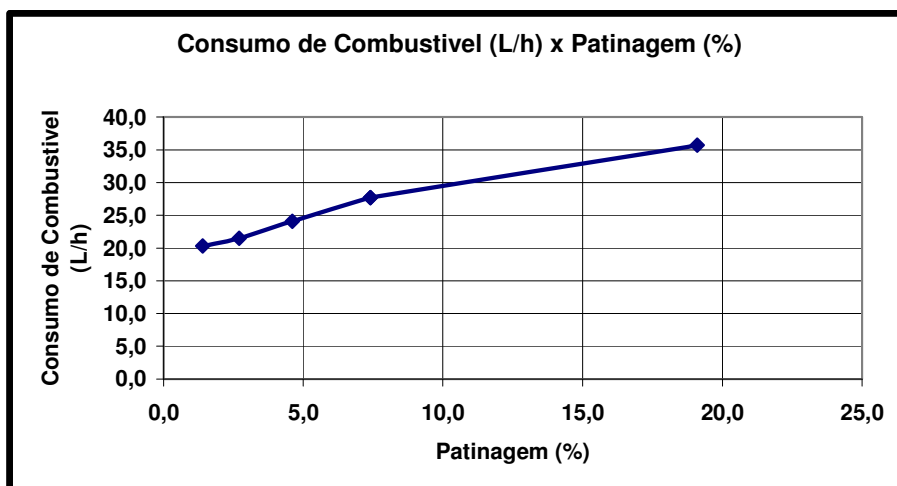
RESULTADOS

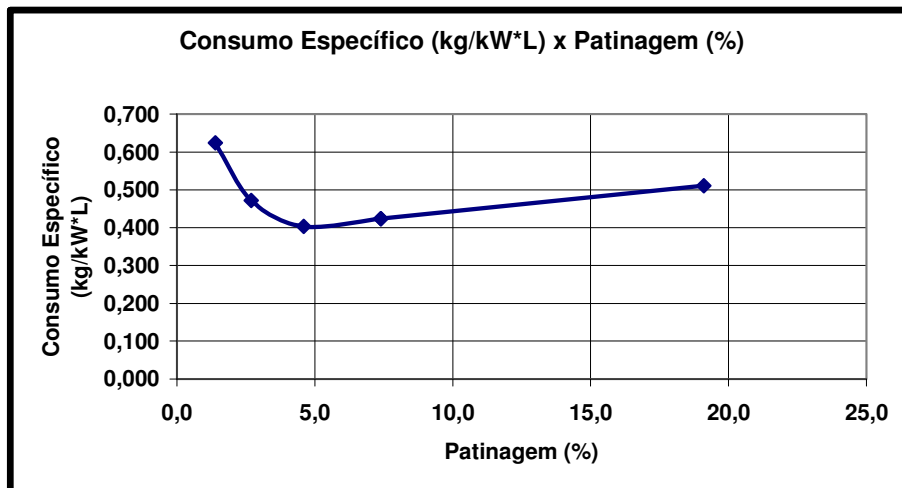
Rep.	Força		Consumo de Combustível			Veloc.	Patinagem	Avanço	Potência na Barra		Rend. Barra	Coef. Tração
	(kgf)	(kN)	(L/h)	(kW*h/L)	(kg/kW*h)	(km/h)	(%)	(%)	(cv)	(kN)	(%)	(%)
1	2156	21,2	20,3	1,350	0,624	4,7	1,4	-0,5	37,3	27,4	20,8	22,7
2	3069	30,1	21,5	1,790	0,472	4,6	2,7	0,2	52,5	38,6	29,2	32,3
3	4109	40,3	24,1	2,100	0,403	4,5	4,6	0,1	68,8	50,5	38,3	43,3
4	4639	45,5	27,7	1,990	0,424	4,4	7,4	0,1	75,1	55,2	41,8	48,8
5	4639	45,5	27,7	1,990	0,424	4,4	7,4	0,1	75,1	55,2	41,8	48,8
6	5668	55,6	35,7	1,650	0,511	3,8	19,1	0,2	80,4	59,1	44,8	59,7
Média	4047	39,7	26,17	1,812	0,476	4,4	7,1	0,03333	64,9	47,7	36,1	42,6

GRÁFICOS

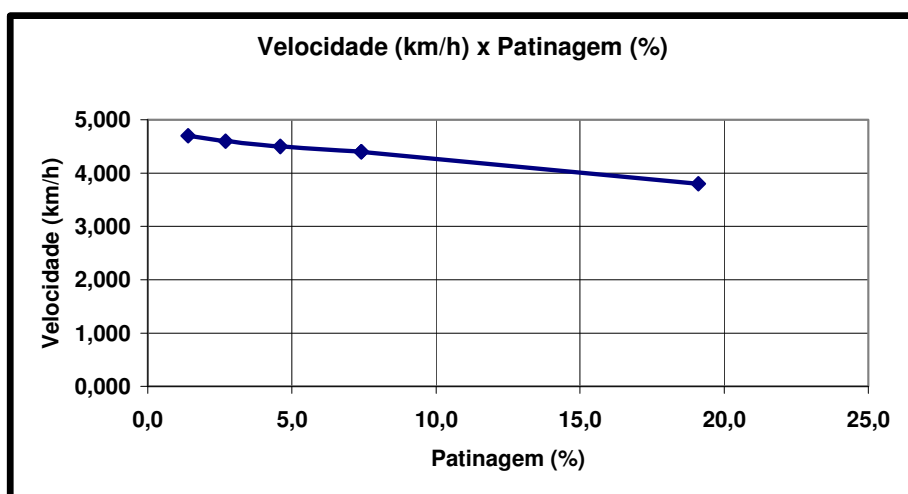
FORÇA



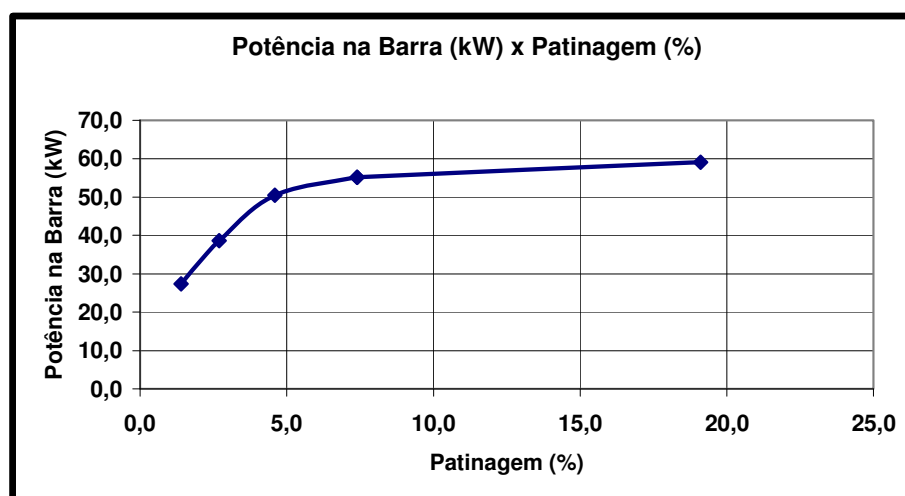
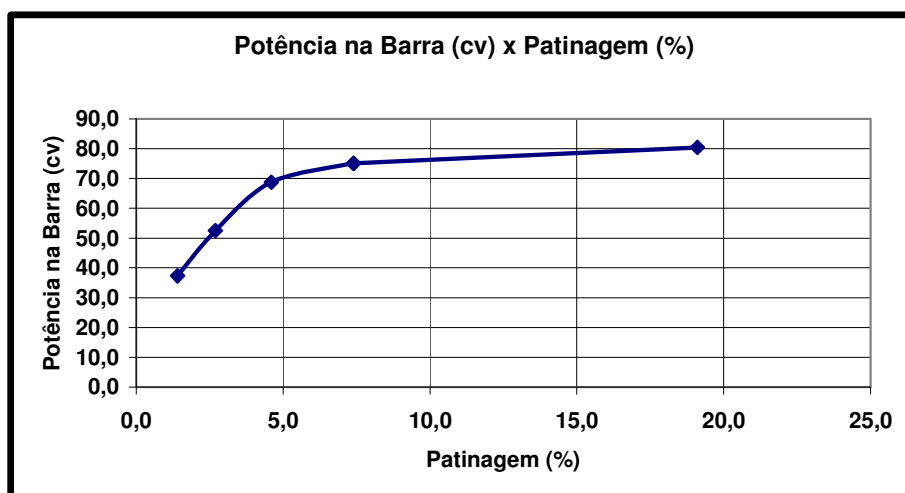
CONSUMO

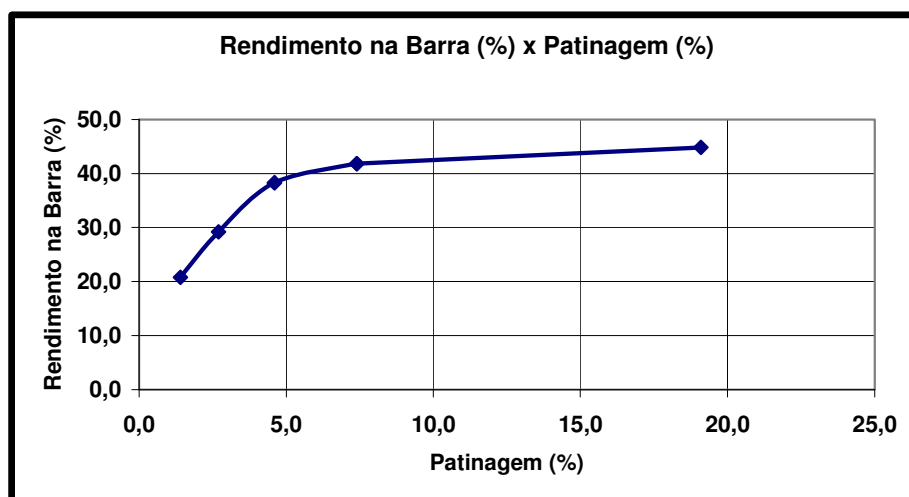
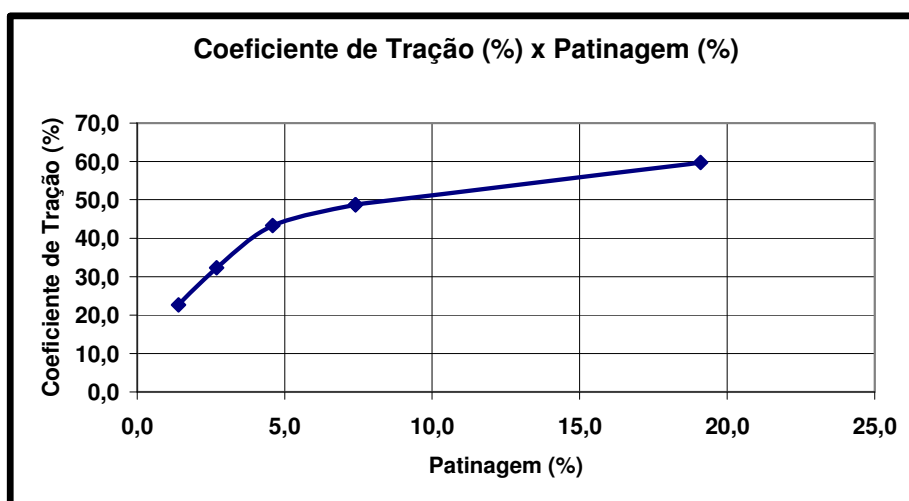


VELOCIDADE



POTÊNCIA NA BARRA DE TRAÇÃO



RENDIMENTO NA BARRA**COEFICIENTE DE TRAÇÃO**



unesp

NÚCLEO DE ENSAIO DE MÁQUINAS E PNEUS AGROFLORESTAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL

ENSAIO DE VALIDAÇÃO

domingo, 3 de maio de 2009



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE BOTUCATU

DADOS DO TRATOR

FABRICANTE: XXXXXXXXXX)	MODELO: XXXXXXXXXX	POTÊNCIA: 132
ROTAÇÃO IDEAL (R.P.M): 2000	ROTAÇÃO DO ENSAIO (R.P.M): 2000	
PESO SEM LASTRO (kgf): 7125	PESO MÁXIMO COM LASTRO (kgf): 12000	
PESO DIANTEIRO (%): 5200	PESO TRASEIRO (%): 9500	
PESO DO TRATOR PARA O ENSAIO (kgf): 9500		

CONDIÇÃO Condição 2

TIPO DE SOLO: CONCRETO	MARCHA: B2
LASTRO SÓLIDO DIANTEIRO:	LASTRO SÓLIDO TRASEIRO:
LASTRO LÍQUIDO DIANTEIRO:	LASTRO LÍQUIDO TRASEIRO:
DISTRIB. DE PESO DIANTEIRO: 55,3	DISTRIB. DE PESO TRASEIRO: 44,6

PNEUS

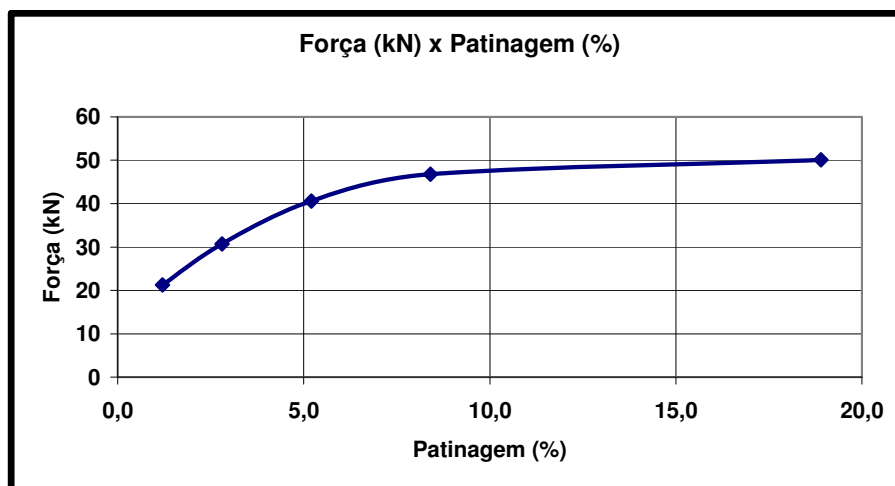
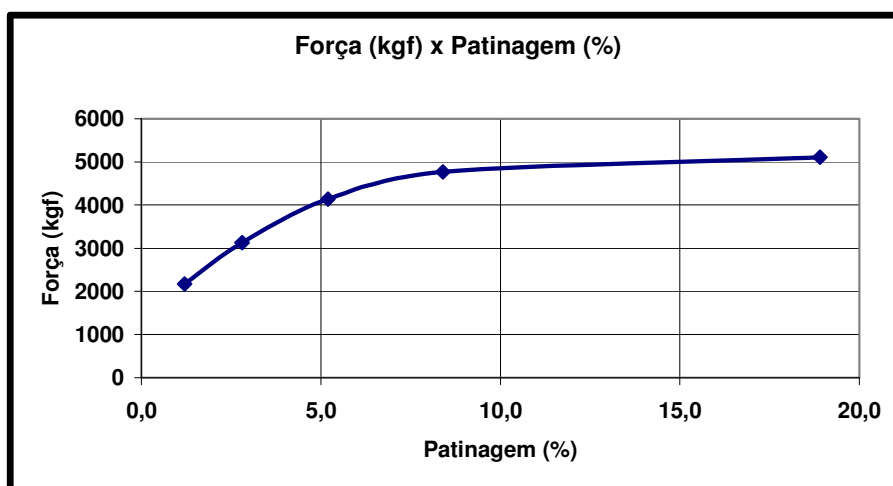
DIANTEIRO MARCA: MICHELIN	TRASEIRO MARCA: MICHELIN
DIANTEIRO MODELO:	TRASEIRO MODELO:
DIANTEIRO DIMENSÃO: 540/65 R28	TRASEIRO DIMENSÃO: 650/65 R38
DIANTEIRO TIPO CONSTR.: RADIAL	TRASEIRO TIPO CONSTR.: RADIAL
DIANTEIRO PRESSÃO (psi): 12	TRASEIRO PRESSÃO (psi): 12

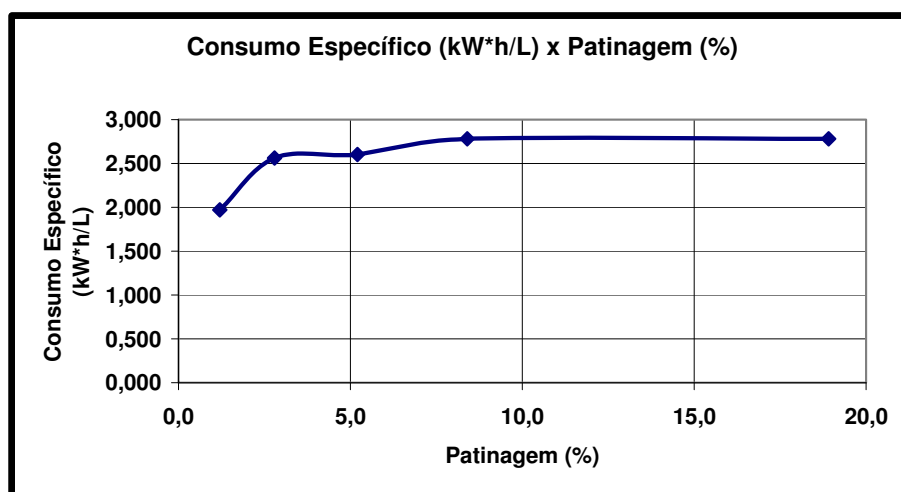
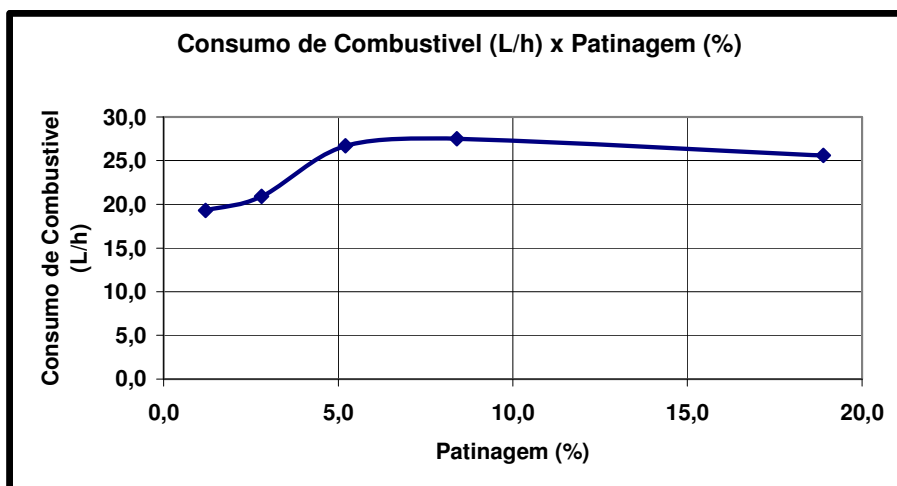
RESULTADOS

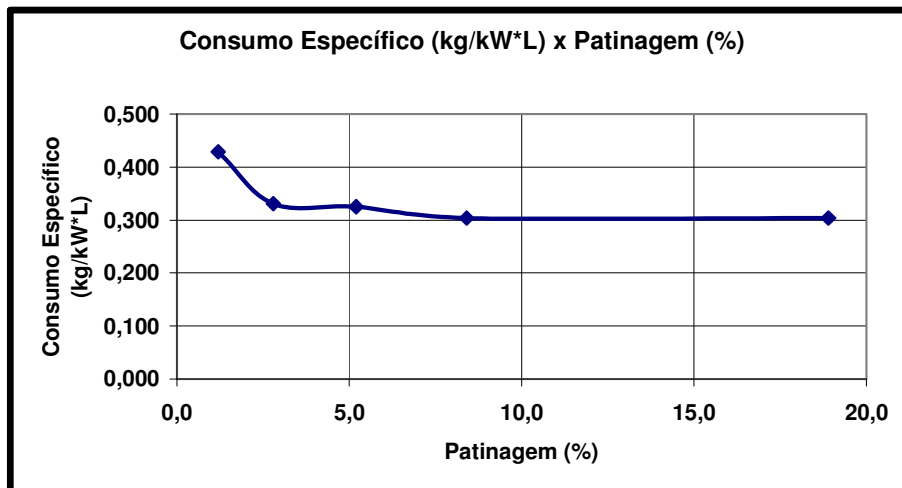
Rep.	Força		Consumo de Combustível			Veloc.	Patinagem	Avanço	Potência na Barra		Rend. Barra	Coef. Tração
	(kgf)	(kN)	(L/h)	(kW*h/L)	(kg/kW*h)	(km/h)	(%)	(%)	(cv)	(kN)	(%)	(%)
1	2173	21,3	19,3	1,970	0,429	6,4	1,2	0,2	51,7	38,0	28,8	22,9
2	3130	30,7	20,9	2,560	0,331	6,3	2,8	0,2	72,8	53,5	40,5	32,9
3	4139	40,6	26,7	2,600	0,325	6,2	5,2	0,3	94,6	69,5	52,7	43,6
4	4769	46,8	27,5	2,780	0,304	5,9	8,4	-1,3	104,2	76,6	58,0	50,2
5	5108	50,1	25,6	2,780	0,304	5,1	18,9	-0,1	96,8	71,2	53,9	53,8
Média	3864	37,9	24	2,538	0,339	6,0	7,3	-0,14	84,0	61,8	46,8	40,7

GRÁFICOS

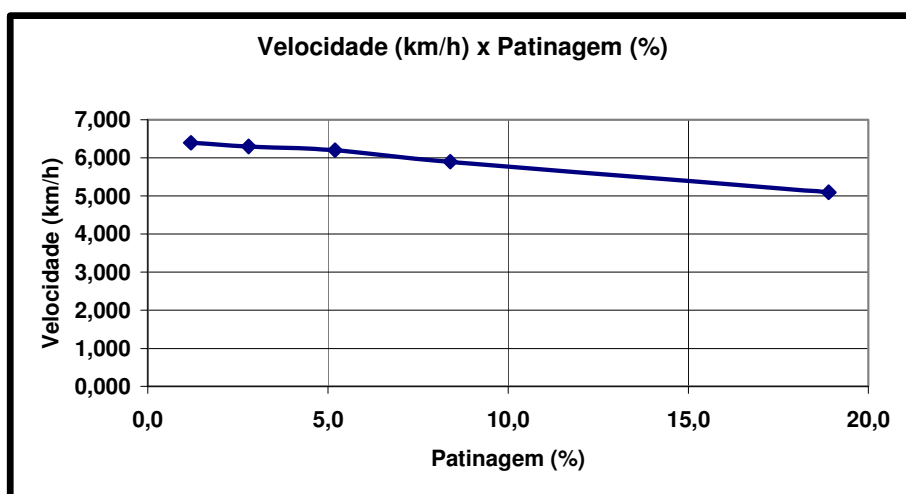
FORÇA

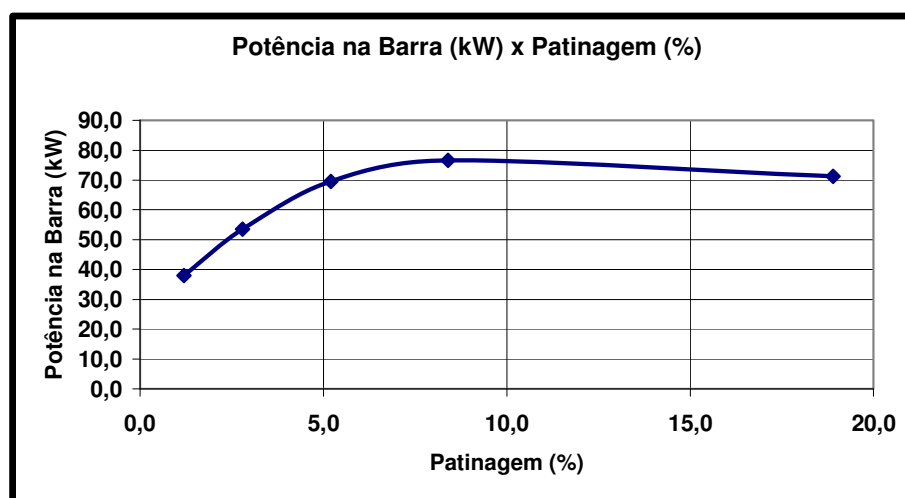
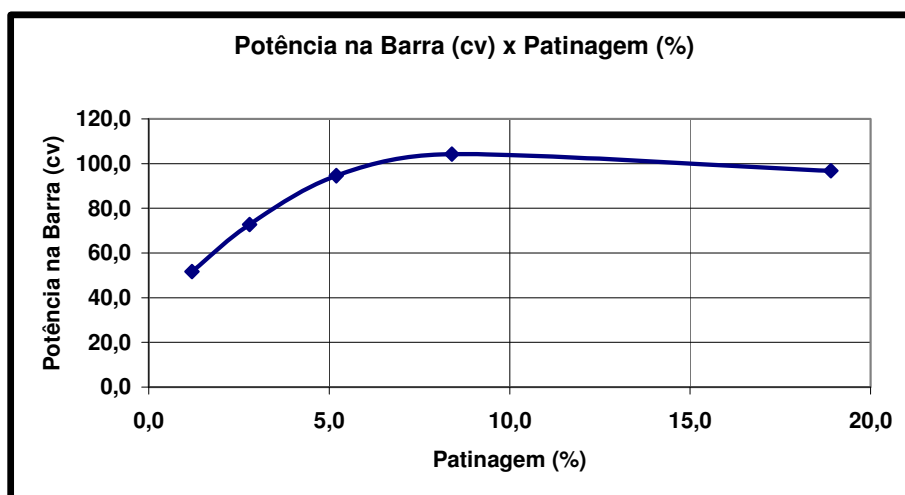


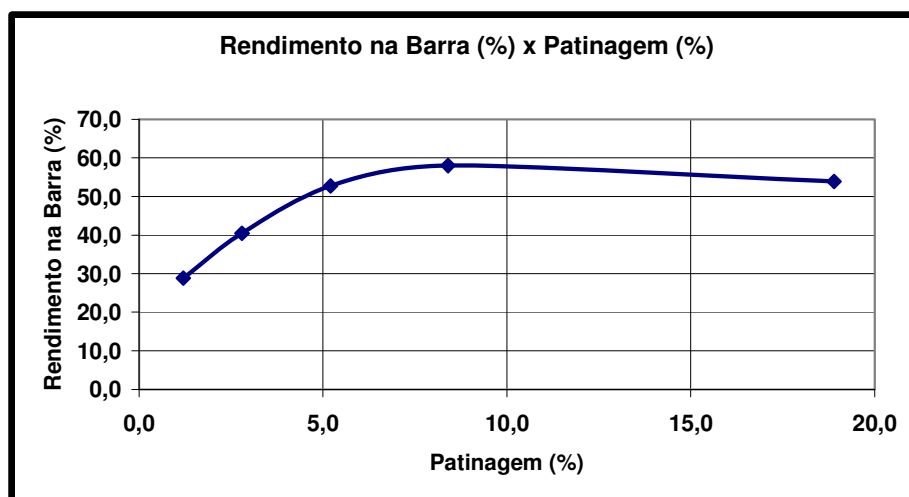
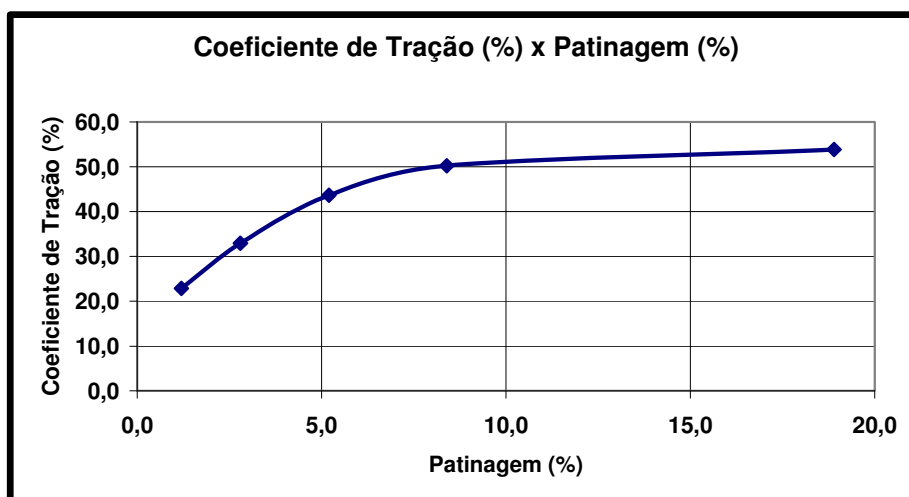
CONSUMO



VELOCIDADE



POTÊNCIA NA BARRA DE TRAÇÃO

RENDIMENTO NA BARRA**COEFICIENTE DE TRAÇÃO**



unesp

NÚCLEO DE ENSAIO DE MÁQUINAS E PNEUS AGROFLORESTAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL

ENSAIO DE VALIDAÇÃO

domingo, 3 de maio de 2009



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE BOTUCATU

DADOS DO TRATOR

FABRICANTE: XXXXXXXXX	MODELO: XXXXXXXXX	POTÊNCIA: 132
ROTAÇÃO IDEAL (R.P.M): 2000	ROTAÇÃO DO ENSAIO (R.P.M): 2000	
PESO SEM LASTRO (kgf): 7125	PESO MÁXIMO COM LASTRO (kgf): 12000	
PESO DIANTEIRO (%): 5200	PESO TRASEIRO (%): 9500	
PESO DO TRATOR PARA O ENSAIO (kgf): 9500		

CONDIÇÃO Condição 3

TIPO DE SOLO: CONCRETO	MARCHA: B3
LASTRO SÓLIDO DIANTEIRO:	LASTRO SÓLIDO TRASEIRO:
LASTRO LÍQUIDO DIANTEIRO:	LASTRO LÍQUIDO TRASEIRO:
DISTRIB. DE PESO DIANTEIRO: 55,3	DISTRIB. DE PESO TRASEIRO: 44,6

PNEUS

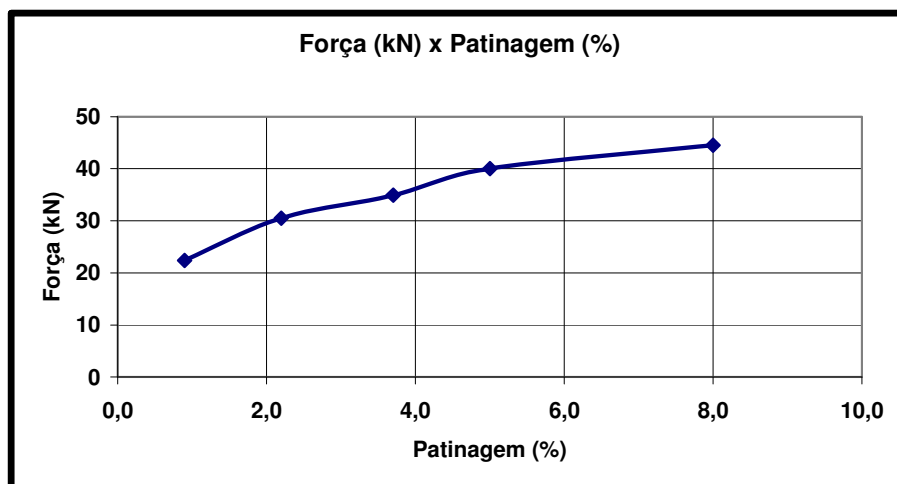
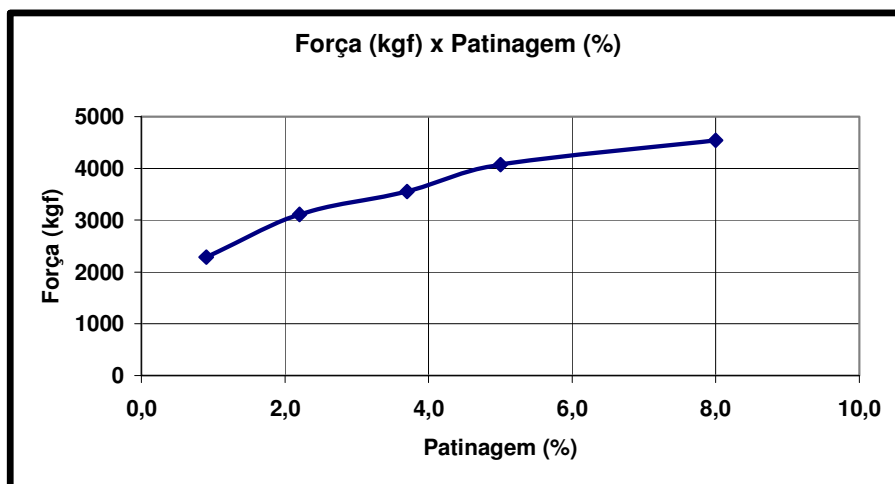
DIANTEIRO MARCA: MICHELIN	TRASEIRO MARCA: MICHELIN
DIANTEIRO MODELO:	TRASEIRO MODELO:
DIANTEIRO DIMENSÃO: 540/65 R28	TRASEIRO DIMENSÃO: 650/65 R38
DIANTEIRO TIPO CONSTR.: RADIAL	TRASEIRO TIPO CONSTR.: RADIAL
DIANTEIRO PRESSÃO (psi): 12	TRASEIRO PRESSÃO (psi): 12

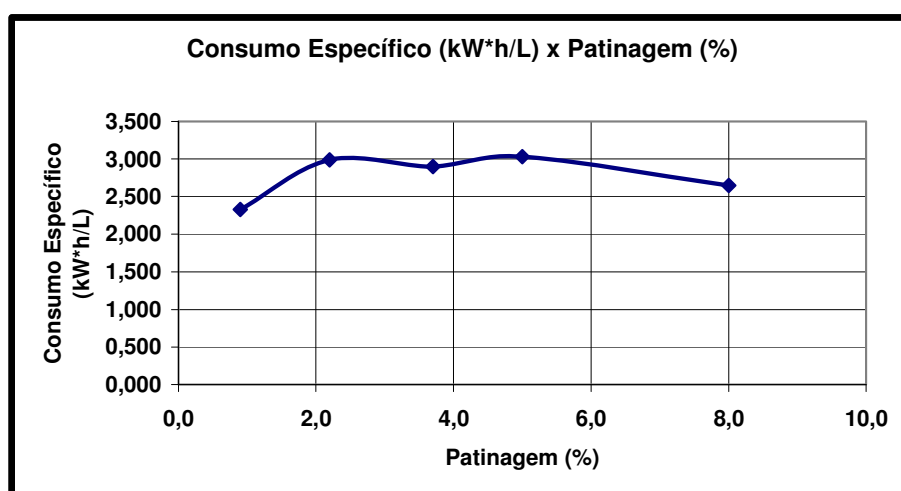
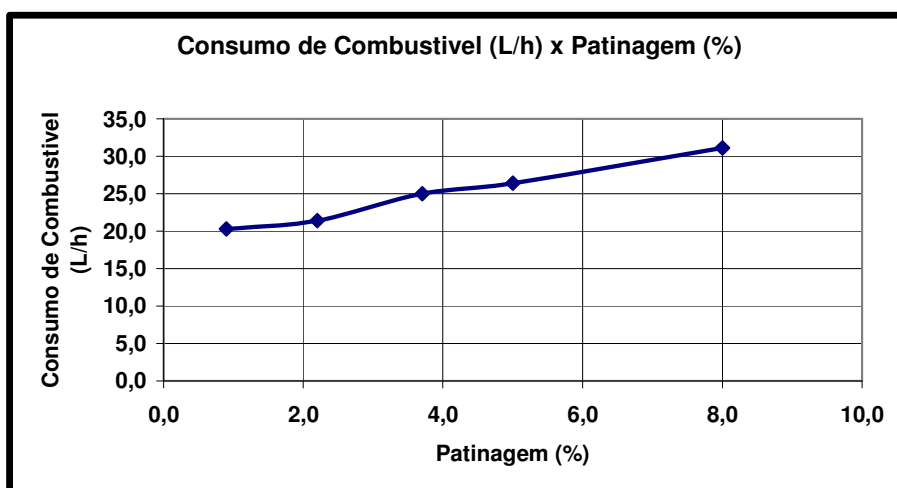
RESULTADOS

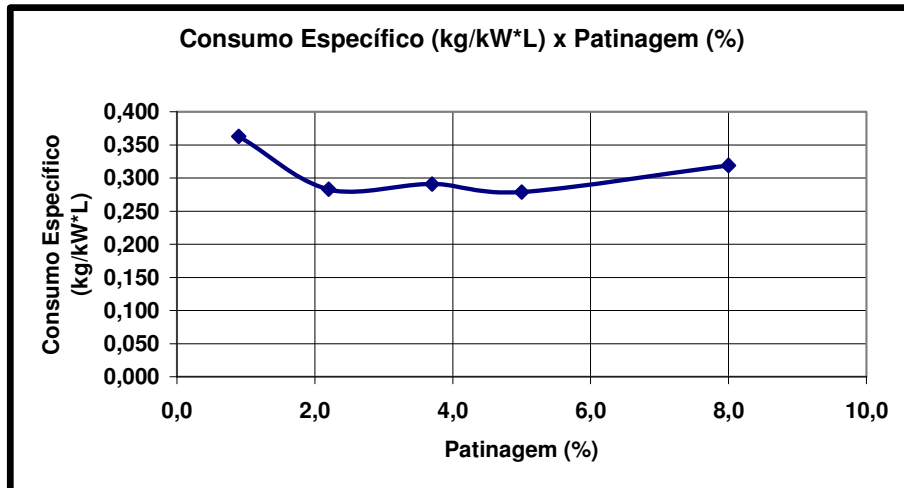
Rep.	Força		Consumo de Combustível			Veloc.	Patinagem	Avanço	Potência na Barra		Rend. Barra	Coef. Tração
	(kgf)	(kN)	(L/h)	(kW*h/L)	(kg/kW*h)	(km/h)	(%)	(%)	(cv)	(kN)	(%)	(%)
1	2283	22,4	20,3	2,330	0,363	7,6	0,9	1,2	64,3	47,3	35,8	24,0
2	3111	30,5	21,4	2,990	0,283	7,6	2,2	1,1	87,0	64,0	48,5	32,7
3	3556	34,9	25	2,900	0,291	7,5	3,7	0,9	98,8	72,6	55,0	37,4
4	4075	40	26,4	3,030	0,279	7,2	5,0	0,7	108,7	79,9	60,5	42,9
5	4541	44,5	31,1	2,650	0,319	6,7	8,0	1,1	112,1	82,4	62,4	47,8
Média	3513	34,5	24,84	2,780	0,307	7,3	4,0	1	94,2	69,2	52,4	37,0

GRÁFICOS

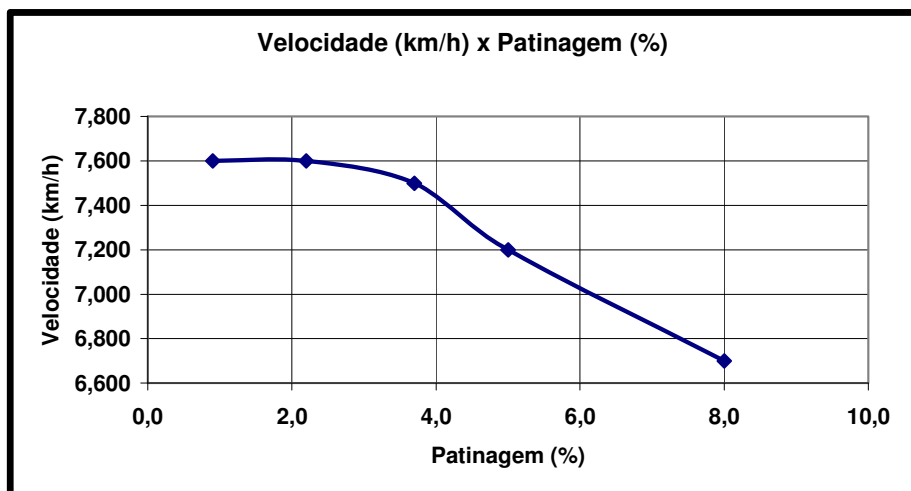
FORÇA

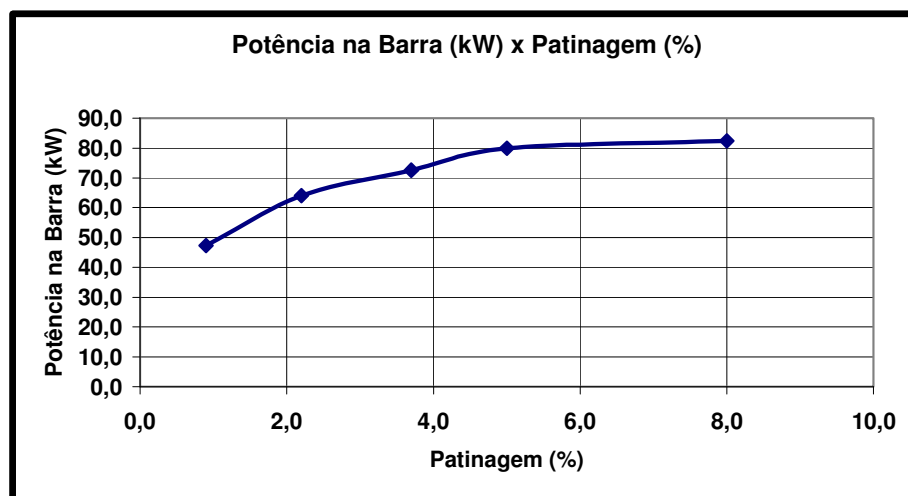
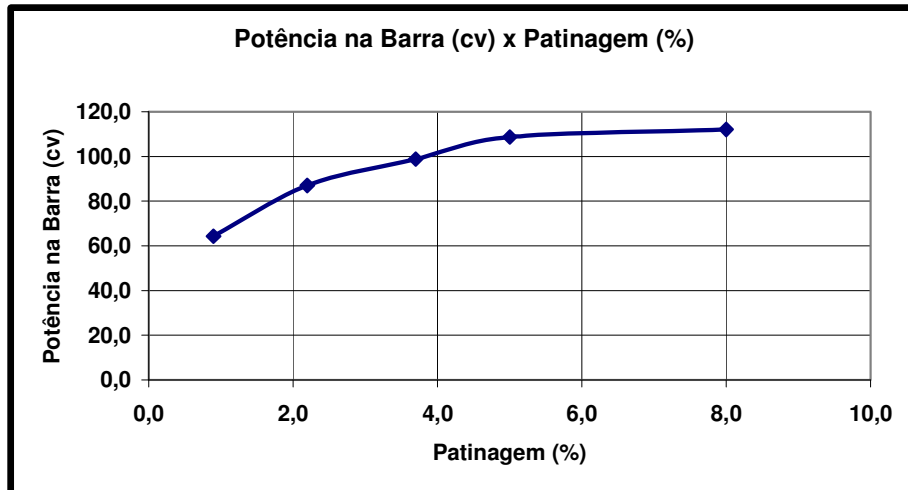


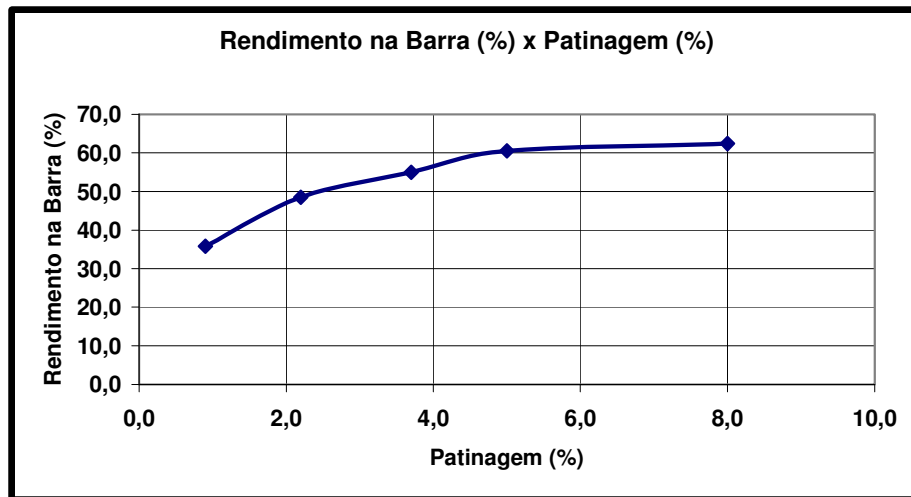
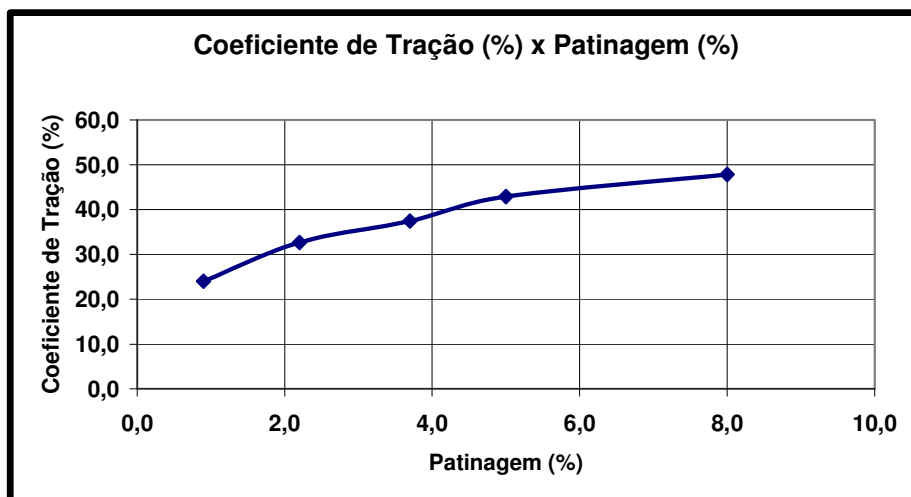
CONSUMO

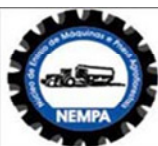


VELOCIDADE



POTÊNCIA NA BARRA DE TRAÇÃO

RENDIMENTO NA BARRA**COEFICIENTE DE TRAÇÃO**



unesp

NÚCLEO DE ENSAIO DE MÁQUINAS E PNEUS AGROFLORESTAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL

ENSAIO DE VALIDAÇÃO

domingo, 3 de maio de 2009



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE BOTUCATU

DADOS DO TRATOR

FABRICANTE: XXXXXXXXXX)	MODELO: XXXXXXXXXX	POTÊNCIA: 132
ROTAÇÃO IDEAL (R.P.M): 2000	ROTAÇÃO DO ENSAIO (R.P.M): 2000	
PESO SEM LASTRO (kgf): 7125	PESO MÁXIMO COM LASTRO (kgf): 12000	
PESO DIANTEIRO (%): 5200	PESO TRASEIRO (%): 9500	
PESO DO TRATOR PARA O ENSAIO (kgf): 9500		

CONDIÇÃO **Condição 4**

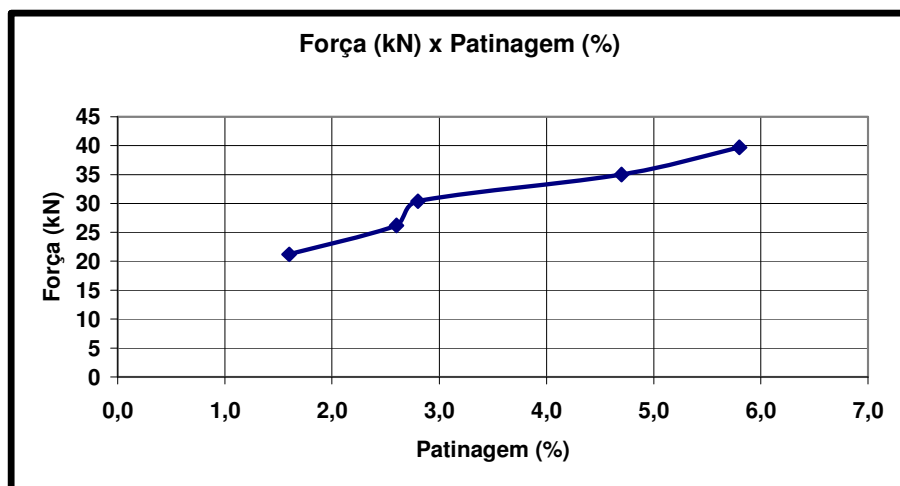
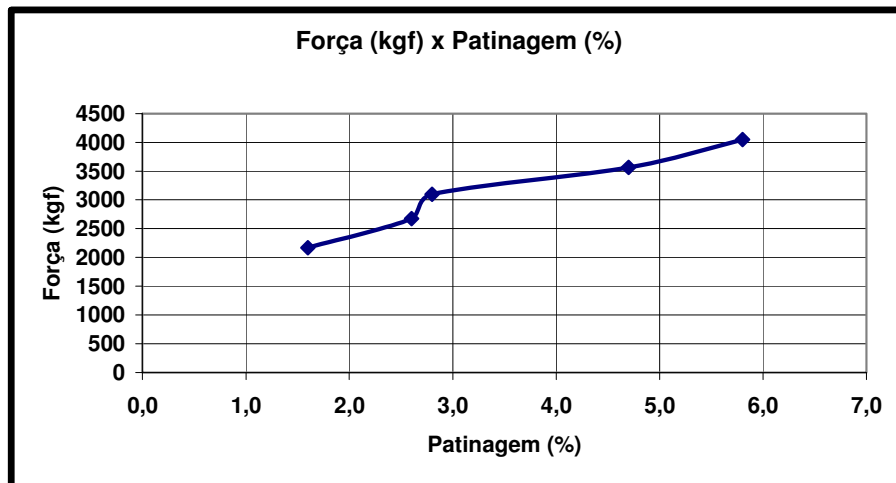
TIPO DE SOLO: CONCRETO	MARCHA: B4
LASTRO SÓLIDO DIANTEIRO:	LASTRO SÓLIDO TRASEIRO:
LASTRO LÍQUIDO DIANTEIRO:	LASTRO LÍQUIDO TRASEIRO:
DISTRIB. DE PESO DIANTEIRO: 55,3	DISTRIB. DE PESO TRASEIRO: 44,6

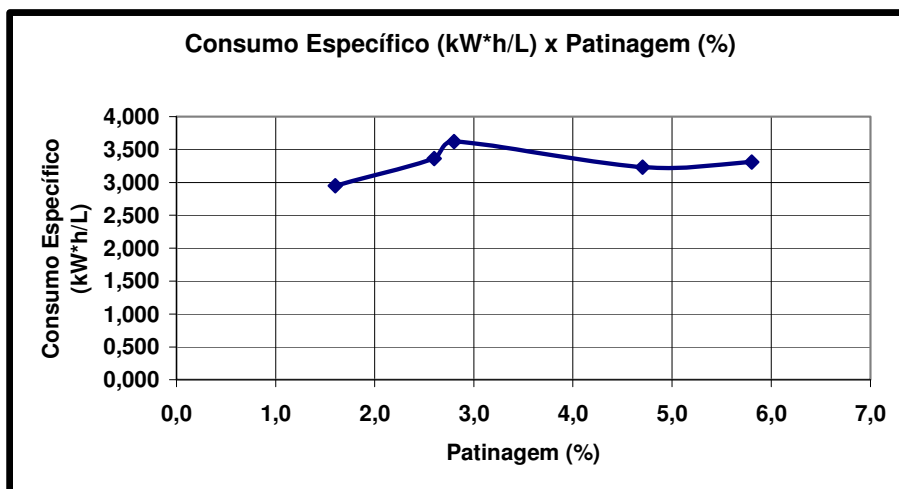
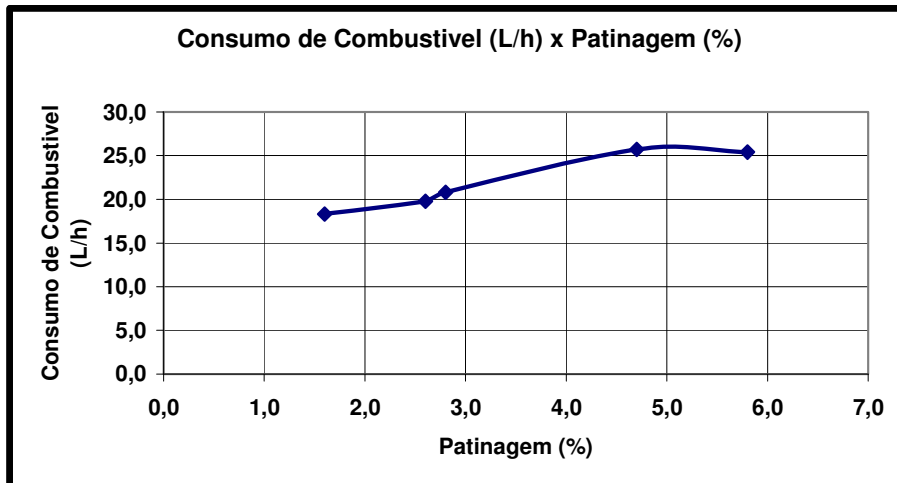
PNEUS

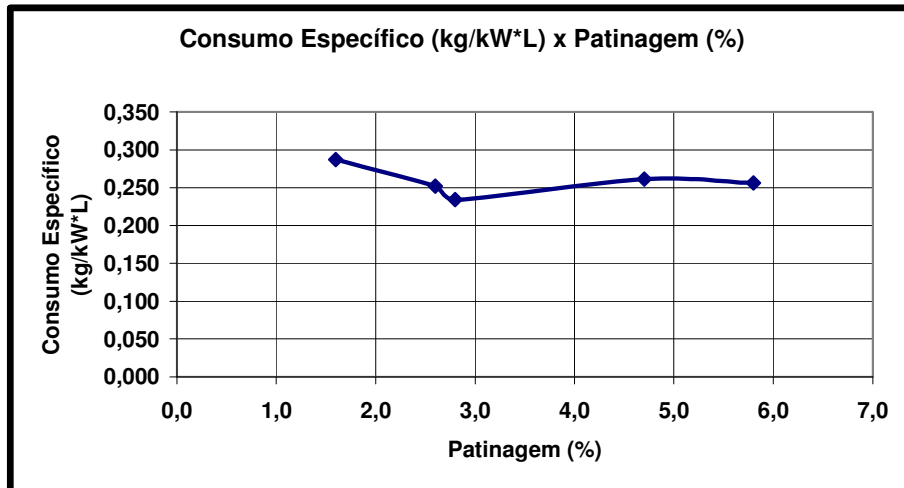
DIANTEIRO MARCA: MICHELIN	TRASEIRO MARCA: MICHELIN
DIANTEIRO MODELO:	TRASEIRO MODELO:
DIANTEIRO DIMENSÃO: 540/65 R28	TRASEIRO DIMENSÃO: 650/65 R38
DIANTEIRO TIPO CONSTR.: RADIAL	TRASEIRO TIPO CONSTR.: RADIAL
DIANTEIRO PRESSÃO (psi): 12	TRASEIRO PRESSÃO (psi): 12

RESULTADOS

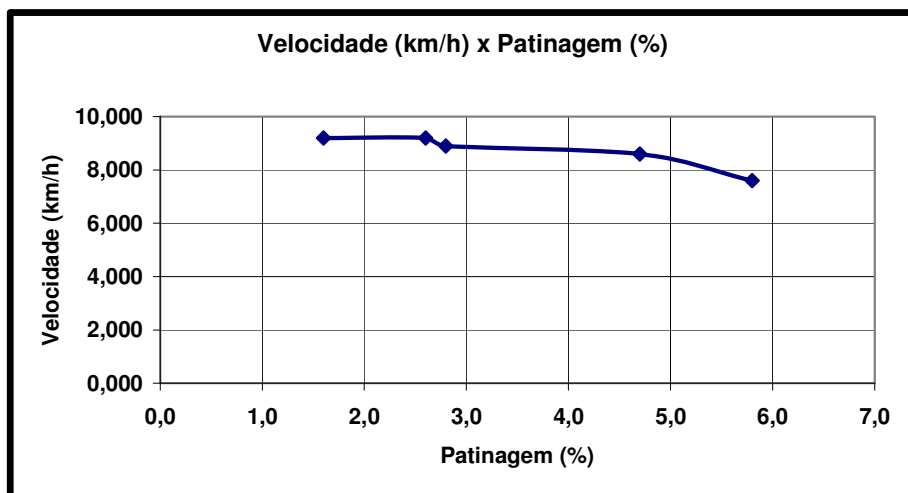
Rep.	Força		Consumo de Combustível			Veloc.	Patinagem	Avanço	Potência na Barra		Rend. Barra	Coef. Tração
	(kgf)	(kN)	(L/h)	(kW*h/L)	(kg/kW*h)	(km/h)	(%)	(%)	(cv)	(kN)	(%)	(%)
1	2166	21,2	18,3	2,950	0,287	9,2	1,6	-0,3	73,4	54,0	40,9	22,8
2	2673	26,2	19,8	3,360	0,252	9,2	2,6	0,3	90,6	66,6	50,5	28,1
3	3099	30,4	20,8	3,620	0,234	8,9	2,8	0,1	102,4	75,3	57,0	32,6
4	3565	35	25,7	3,230	0,261	8,6	4,7	0	113,2	83,2	63,0	37,5
5	4049	39,7	25,4	3,310	0,256	7,6	5,8	-0,1	114,1	83,8	63,5	42,6
Média	3110	30,5	22	3,294	0,258	8,7	3,5	0	98,7	72,6	55,0	32,7

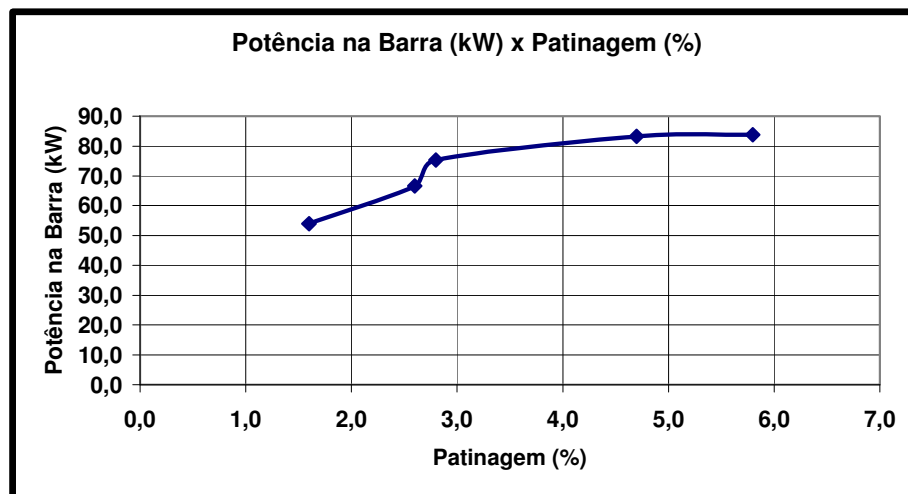
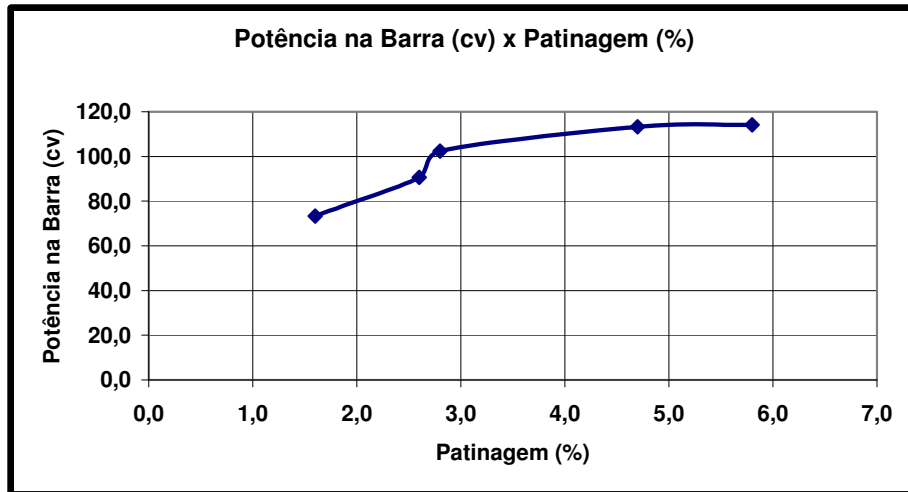
GRÁFICOS**FORÇA**

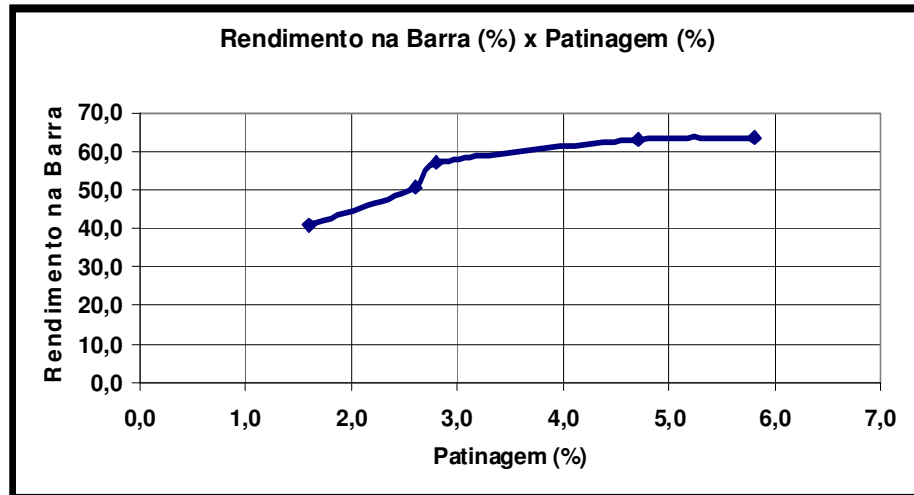
CONSUMO



VELOCIDADE



POTÊNCIA NA BARRA DE TRAÇÃO

RENDIMENTO NA BARRA**COEFICIENTE DE TRAÇÃO**