DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO DE UM PENETRÓGRAFO ELETRÔNICO

JUAREZ RENÓ AMARAL

Engenheiro Eletricista

Orientador: Prof. Dr. LUIZ ANTONIO BALASTREIRE

**Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título
de Mestre em Agronomia, Área de
concentração: Máquinas Agrícolas**

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Outubro - 1994

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCLQ/USP

Amaral, Juarez Renó
A485d Desenvolvimento e construção de um penetrógrafo
eletrônico. Piracicaba, 1994.
103p. ilus.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Equipamento agrícola 2. Penetrógrafo I. Escola
Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 631.3

DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO DE UM PENETRÓGRAFO ELETRÔNICO

JUAREZ RENÓ AMARAL

Aprovado em: 02-12-94

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. LUIZ ANTONIO BALASTREIRE	ESALQ/USP
Prof. Dr. SÉRGIO HUGO BENEZ	UNESP/BOTUCATU
Prof. Dr. TARLEY ARRIEL BOTREL	ESALQ/USP

Prof. Dr. LUIZ ANTONIO BALASTREIRE
Orientador

Dedico

A minha esposa Luciléa,
aos meus filhos André e
Thiago, e aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Luiz Antonio Balastreire, como orientador, pela oportunidade de poder realizar este trabalho e partilhar do seu conhecimento, podendo contar com seu incentivo, apoio e amizade.

A Luciléa, minha esposa, e a minha família pelo incentivo e apoio durante toda realização deste trabalho.

Aos Professores do Departamento de Engenharia Rural, pelo apoio e incentivo.

Aos demais companheiros de trabalho do setor, pela dedicação e apoio para a realização deste trabalho.

As bibliotecárias Eliana Maria Garcia Sabino e Katia Maria de Andrade Ferraz, pelos serviços prestados ao longo da realização deste trabalho.

A todos aqueles que de uma forma ou de outra colaboraram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

Resumo	v
Summary	vii
1. Introdução	1
2. Revisão de literatura	3
3. Material e métodos	9
4. Resultados e discussão	27
5. Conclusões	31
Referências bibliográficas	32
Apêndices	35

DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO DE UM PENETRÓGRAFO ELETRÔNICO

Autor: JUAREZ RENÓ AMARAL

Orientador: Prof. Dr. LUIZ ANTONIO BALASTREIRE

RESUMO

Os penetrógrafos atuais nacionais são mecânicos, necessitam de leitura visual e anotação manual dos dados, o que além de ser cansativo, pode induzir a erros. O presente trabalho descreve com detalhes o desenvolvimento e construção de um penetrógrafo eletrônico portátil, cuja operação é controlada por um microprocessador Z80.

Este microprocessador controla a leitura dos sensores de força e profundidade, além de controlar uma interface serial, um display de cristal líquido, um teclado e um banco de memórias RAM. O sistema tem possibilidade de armazenar dados em campo referentes a 99 curvas com 200 pares de dados cada, sendo estes posteriormente transferidos à um microcomputador, via interface serial. Através de uma planilha eletrônica estes dados são processados, fornecendo os gráficos e tabelas referentes a cada curva adquirida.

Para os sensores utilizados, a 50% do fundo de escala, o erro absoluto cometido é 0.05%, o que mostra a acurácia do sistema.

DEVELOPMENT AND CONSTRUCTION OF A ELECTRONIC PENETROMETER

Author : JUAREZ RENÓ AMARAL

Adviser : Prof. Dr. LUIZ ANTONIO BALASTREIRE

SUMMARY

The penetrometers available in the Brazilian market are mechanical ones, and need visual reading and manual writing of data, procedures which are tiresome and subjected to systematic errors. This paper describes the development and construction of a portable electronic penetrometer, whose control of operation is made by a Z80 microprocessor.

This microprocessor controls the readings of a force and a displacement transducer, a serial interface, a liquid crystal display, a keyboard, and a RAM memory bank. The system is designed to store up to 99 individual penetration curves, each with 200 pairs of data, which are transferred to a microcomputer through a serial interface. Using an electronic spreadsheet designed to handle the data, the tables and curves are obtained automatically.

For the sensors used, at 50% of full scale,

the observed absolute error is 0.05%, which shows the accuracy of the system.

1. INTRODUÇÃO

Um penetrógrafo consiste em uma ponta padrão que é introduzida no solo, com a finalidade de se medir o esforço à penetração na medida em que esta se desloca ao longo do perfil do solo a uma determinada velocidade.

Define-se índice de cone como sendo a relação entre a força exercida para introduzir o cone no solo e a sua área da base.

O índice de cone obtido através deste procedimento é utilizado em várias aplicações envolvendo máquinas agrícolas, como por exemplo, predição da capacidade de suporte ao tráfego de máquinas em um determinado solo, avaliação da compactação do solo, e predição da força de tração necessária para execução de um determinado trabalho, facilitando a escolha do trator de potência ideal, através das equações de WISMER & LUTH (1974), bem como é também utilizado em outras áreas como por exemplo a avaliação da resistência do solo ao crescimento radicular e emergência de plantas.

Os penetrômetros atuais nacionais necessitam

de leitura visual e anotação manual dos dados, o que além de cansativo, pode induzir erros.

O objetivo deste trabalho é desenvolver técnicas mais aprimoradas para aquisição das informações, utilizando para isso um microprocessador para controle do sistema, um display de cristal líquido para visualização das informações, um teclado para seleção das funções desejadas, um banco de memórias para armazenagem das informações e uma interface serial para comunicação com um micro de maior porte.

Espera-se com este desenvolvimento, maior facilidade de operação, maior velocidade na elaboração dos gráficos e tabelas, maior precisão dos dados adquiridos e eliminação de erros de leitura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Os primeiros penetrógrafos começaram a surgir com o objetivo de reduzir a mão de obra necessária e os erros cometidos na utilização dos penetrômetros. As primeiras modificações foram realizadas, instalando-se registradores das leituras nos penetrômetros (CARTER 1967, HENDRICK 1969, PRATHER et al. 1970).

CARTER (1969) desenvolveu um penetrógrafo do tipo integrado que fornecia a média da resistência do solo. Era constituído de uma célula de carga, um amplificador e um gerador de sinais. Com o registro contínuo do sinal integrado, eliminava o serviço manual de integração, fornecendo a força média de penetração.

WILLIFORD et al. (1972), desenvolveram um sistema montado em um trator, para aquisição de dados de um penetrógrafo acionado pelo sistema hidráulico do trator. Utilizaram um registrador tipo x-y, que registrava as variáveis força exercida através da célula de carga e profundidade da ponta cônica através de um potenciômetro linear.

SMITH & DUMAS (1978), desenvolveram um penetrógrafo operado eletricamente montado em um trator, conseguindo medir o índice de cone em um perfil delimitado por uma largura de 3 metros e uma profundidade de 0.8 metros. Os dados dos transdutores de força e profundidade eram registrados em um registrador do tipo x-y. Este equipamento media o índice de cone de 0 a 14000 kPa.

Wilkerson et al.¹, citados por PERUMPRAL (1987) desenvolveram uma unidade de teste mais elaborada para medir a resistência à penetração no solo, o qual consistia em um penetrógrafo acoplado ao sistema hidráulico do trator, desenvolvido para operar em uma profundidade de 61 [cm]. Uma unidade de controle com microprocessador era usada para ativar todos os movimentos do mecanismo e gravar automaticamente os dados em fita magnética.

PHILLIPS & PERUMPRAL (1983), modificaram um penetrógrafo convencional, adaptando um sistema eletrônico, controlando a leitura de um conversor analógico digital. O sinal analógico era proveniente de uma célula de carga, instalada como sensor de força de penetração. Utilizaram o microprocessador de 8 bits 8085 da Intel para fazer o controle da leitura e armazenagem das informações em uma

¹WILKERSON, J. B., TOMPKINS, F. D., WILHELM, L. R.
Microprocessor based tractor mounted soil cone penetrometer. St. Joseph, ASAE, 1982. (ASAE Paper, 82-5511).

EPROM.

RIETHMULLER et al. (1983), utilizaram um microcomputador versátil de fácil programação e de baixo custo para armazenar informações de um penetrógrafo. O microcomputador utilizado era de 8 bits e utilizava o processador 6502 na unidade central de processamento. As informações dos transdutores eram controladas pelo microcomputador e transformadas de analógica para sinal de frequência e gravadas em fita magnética, posteriormente estes dados eram transferidos e analisados por um programa de análise estatística, fornecendo gráficos dos resultados.

O'SULLIVAN (1983), utilizou um coletor de dados comercial, adaptado à um penetrógrafo, de tal forma à armazenar informações do índice de cone em função da profundidade. O coletor de dados era transportado pelo operador à tiracolo. Possuía capacidade de 64 kb de memória, gravava até 52 pares de dados por curva à uma profundidade máxima de 520 mm, e o intervalo mínimo entre cada leitura era de 10 mm.

MORRISON (1987), utilizou em seu experimento um penetrógrafo manual portátil, interligado e adaptado à um sistema comercial de aquisição de dados. O penetrógrafo possuía uma caixa de alumínio com manoplas nas laterais e uma tampa para fechamento. A caixa continha um potenciômetro de resistência variável como sensor de

profundidade de penetração e uma célula de carga como sensor de resistência à penetração, esta caixa de alumínio era interligada à um sistema eletrônico de aquisição de dados com 32 kb de capacidade de memória via cabo. Estas informações eram posteriormente transferidas via interface serial à um microcomputador, para serem processadas.

Segundo Schemertman², citado por PERUMPRAL (1987), várias versões de penetrômetros começaram a surgir no mercado após tornarem-se populares. Também nesta mesma época vários procedimentos de testes resultaram em variações muito grandes na interpretação dos dados coletados. Estas variações induziram à uma padronização para ambos, penetrômetros e procedimentos para testes.

O mesmo autor, cita que em 1948 a U.S. Army Corps of Engineering, desenvolveu um penetrômetro de cone para predizer a traficabilidade de veículos. Esse penetrômetro era de operação manual, constituído de um cone circular com um ângulo de 30 graus, com área da base de 1.61 [cm²] (0.5 [pol²]), montado em uma haste graduada de 91.4 [cm] (36 [pol]) de comprimento. Um anel de prova com um ponteiro para indicar a resistência à penetração é

²SCHMERTMANN, J. H. Measurement of in situ shear strength. In: CONFERENCE ON IN-SITU MEASUREMENT OF SOIL PROPERTIES, Raleigh, 1975. **Proceedings**. Raleigh, North Carolina State University, 1975. v. 2, p. 57-138.

montado na parte superior da haste. O anel de prova é calibrado de forma que o ponteiro indique a resistência do solo em termos de força por unidade de área ou índice de cone. Quando se inicia os testes, o ponteiro é colocado na escala com valor zero, em seguida, enquanto o penetrômetro é forçado no solo, a leitura é realizada a cada 2.5 [cm] de avanço de penetração.

Woodruff & Lenker³, também citados por PERUMPRAL (1987), desenvolveram um penetrógrafo de operação manual, o qual gravava os dados de resistência à penetração e profundidade com incrementos de 12 [mm], até a profundidade de 100 [mm], em um sistema de aquisição de dados eletrônico. Este sistema podia armazenar de 60 a 70 testes de penetração, sendo realizadas 48 leituras para cada penetração.

A instrumentação utilizada por SIROIS (1988), possuía as mesmas características da instrumentação utilizada por MORRISON (1987), exceto por possuir uma unidade hidráulica para acionamento da haste e ponta cônica que eram introduzidas no solo.

OHMIYA (1993), utilizou um microcomputador para gerenciar a aquisição de dados de um penetrógrafo

³WOODRUFF, D. W. & LENKER, D. H. **A handheld digital penetrometer.** St. Joseph, ASAE, 1984. (ASAE Paper, 84-1038).

montado sobre uma plataforma, gerando um mapa de distribuição dos índices de cone medidos dentro desta área delimitada pela plataforma. O sistema lia informações de profundidade da ponta cônica (eixo z), esforço de penetração da ponta cônica, nas posições x e y pre-estabelecidas, dentro da área da plataforma. Estes dados eram processados pelo microcomputador que fornecia um mapa desta distribuição. O sistema media pontos dentro de uma área de até 3 m² e 0.86 m de profundidade. Toda esta estrutura pesava 2109 N (215 kgf).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho foram previamente definidos alguns requisitos de fundamental importância para a caracterização do equipamento.

Estes requisitos eram:

O penetrógrafo deveria coletar e armazenar informações analógicas, provenientes de um sensor de deslocamento e de um sensor de força.

Os dados coletados ficariam armazenados no equipamento enquanto permanecessem no campo.

O penetrógrafo deveria proporcionar ao operador possibilidade de visualização dos resultados no próprio local da aquisição.

Deveria ter capacidade, em função da disponibilidade de memória RAM, em armazenar até 99 penetrações distintas com 200 pares de informações de força e deslocamento para cada penetração.

Deveria possuir possibilidade da transferência das informações armazenadas à um microcomputador de maior porte.

. Deveria ter a possibilidade de poder eliminar os dados da última penetração realizada.

. Deveria ter capacidade de registrar informações em até 600 mm de profundidade.

Para atender à estes requisitos, vários componentes foram utilizados e foram dispostos de tal forma à configurarem os seguintes módulos:

. Módulo 1:

- Microprocessador Z80.
- Gerador de clock.
- Controlador serial.
- Teclado matricial com 16 teclas.
- Display de cristal líquido.
- Memória EPROM.

. Módulo 2:

- Buffer para controle das linhas de endereços e dados.
- Buffer para sinais de escrita e leitura.
- Decodificador de endereços de periféricos e memórias.

. Módulo 3:

- Conversor analógico/digital de 8 bits.
- Banco de memória RAM.
- Condicionador de sinais de deslocamento e força.
- Sensor de força e deslocamento.

Módulo 4:

- Fonte de alimentação do sistema.
- Monitor de tensão.

Módulo 5:

- Dispositivo mecânico para suporte da célula de carga, haste com a ponta cônica, sensor de deslocamento, fonte de energia, e placas de circuito impresso.

A figura 1 mostra o diagrama de blocos do sistema, e as figuras 2 e 3 mostram alguns detalhes da parte mecânica do equipamento.

Um programa monitor elaborado em linguagem de máquina foi gravado em uma memória EPROM, e controla todas as funções do penetrógrafo. O Apêndice 1 contém os fluxogramas da lógica de funcionamento e uma listagem do programa em linguagem assembly.

O banco de RAM é formado por 5 memórias do tipo 6264, com um total de 40 kb de memória. A memória EPROM utilizada para gravação do programa monitor é a 2732 com capacidade de 4 kb.

A interface serial é composta de um elemento de comunicação assíncrono (8250) de fácil interfaceamento com microprocessadores populares, possui gerador de taxas de transmissão programável e baixo consumo.

O buffer funciona como fornecedor de

Figura 1. Esquema simplificado do penetrógrafo eletrônico.

corrente da CPU, aos demais pontos de interligação do sistema, desta forma não sobrecarrega o barramento da CPU. É constituído pelos componentes 74LS367 com seis buffers tri-state não inversor cada componente.

Para a geração do clock da CPU foi utilizado um cristal de 3.6 MHz, que está interligado a CPU através do flip-flop 74LS74.

Para a decodificação dos endereços dos vários periféricos e memórias do sistema, foram utilizados dois decodificadores de 3 para 8 linhas, o 74LS138, sendo um utilizado para endereçamento de memórias e outro para os periféricos.

O conversor analógico/digital utilizado é de

oito bits, possui 8 entradas, sendo que cada canal é

Figura 2. Célula de carga acoplada à haste e ponta cônica.

Figura 3. Placas com o circuito eletrônico.

endereçado pelos três bits menos significativos do barramento de dados. Estão sendo utilizados para o penetrógrafo, dois destes oito canais, sendo um para o sensor de profundidade e o outro para o sensor de esforço de penetração.

Para a interligação do teclado matricial à CPU, foi utilizado o codificador de teclado 74C922 para 16 teclas.

Um amplificador fornecerá o sinal analógico para uma das entradas do conversor A/D proveniente da célula de carga, utilizada como sensor de força. Um potenciômetro linear de precisão, com dez voltas é utilizado como sensor de deslocamento, sendo alimentado com 5 volts e fornecerá o sinal analógico para a outra entrada do conversor A/D. Este potenciômetro é tracionado constantemente por um dispositivo de tração próprio que utiliza uma mola helicoidal e um carretel guia acoplados em seu eixo, um cordão e uma base de referência. Quando o carretel guia estiver totalmente desenrolado, é o instante em que se tem o referencial inicial zero, ou seja a ponta cônica está na superfície do solo junto com a base de referência e a tensão nos terminais do potenciômetro é zero volts. A partir do momento em que a ponta começa a penetrar

no solo o carretel começa a ser enrolado pois está sendo tracionado constantemente pela mola helicoidal, como todo conjunto está solidário ao eixo do potenciômetro, o mesmo começa a se movimentar, traduzindo uma relação linear entre a tensão nos seus terminais e a profundidade da ponta cônica. A figura 4 mostra com mais clareza este conjunto mecânico compondo o transdutor de profundidade.

A célula de carga é constituída de uma ponte extensiométrica completa, formada por 4 "strain gages" de 120 ohms, com compensação de temperatura, alimentada com 4 volts DC (± 2 volts).

Para a verificação da linearidade dos transdutores utilizados, realizou-se a calibração dos mesmos.

As tensões elétricas fornecidas pelos sensores são colocadas nas entradas do conversor A/D, portanto são convertidas de sinais analógicos para digitais.

Na parte inferior da célula de carga foi colocada uma haste com ponta cônica confeccionada em aço inox, conforme norma ASAE (1984), e em sua parte superior uma adaptação em forma de " T ", servirá como encaixe de duas manoplas, onde o operador se apoiará para a introdução da sonda no solo.

Uma caixa metálica é utilizada para acomodar

as placas de circuito impresso, sendo colocada em sua parte superior um teclado com 16 teclas e um display de cristal líquido com duas linhas de 20 caracteres, em uma das laterais é colocada uma chave liga/desliga, um conector

Figura 4 - Conjunto mecânico do sensor de profundidade

tipo DB 25 para interligação do cabo da interface serial e dois "push-button" colocados em série para "reset" do microprocessador.

As 16 teclas estão distribuídas em forma matricial sendo 10 para os números decimais (teclas 0 até

9), e as demais para "START" do sistema (tecla F), para transmissão de dados via serial (tecla A), para cancelar a última curva adquirida (tecla C), para selecionar uma determinada curva para visualização no display (tecla D), para confirmar dado digitado ("ENTER") (tecla E) e para retornar ao sistema monitor ("ESC") (tecla B). A figura 5 mostra a distribuição das teclas.

O display de cristal líquido utilizado é um módulo inteligente, programável, possui características de

1	2	3	C
4	5	6	D
7	8	9	E
A	0	B	F

Figura 5 - Teclado matricial com sua distribuição de teclas.

um periférico de leitura e escrita para a CPU, oferecendo boa flexibilidade de utilização. Possui geração interna de caracteres permitindo definição de caracteres especiais, como vogais acentuadas e cedilha. Apresenta boa

visibilidade em condições usuais de luminosidade e de distância até o operador.

Uma bateria de 12 volts fornecerá energia ao sistema através dos reguladores de tensão fornecendo uma corrente de aproximadamente 600 miliamperes.

Um programa em linguagem PASCAL, foi desenvolvido para gerenciar o recebimento das informações do penetrógrafo via interface serial, sendo também responsável pela criação do arquivo texto. O Apêndice 2 mostra uma listagem deste programa.

Os dados transmitidos via serial do penetrógrafo ao microcomputador, são recebidos e organizados de tal forma a gerarem um arquivo texto. Este arquivo texto contém todos os pares de dados adquiridos pelo penetrógrafo, escritos em números hexadecimais tal como foram armazenados na memória RAM, organizados em linhas e colunas com subdivisões distintas entre cada curva adquirida. Os dados da primeira coluna referem-se aos dados de força exercida na célula de carga e os dados da segunda coluna aos de profundidade da ponta cônica e assim alternadamente até o final das colunas, a tabela 1 mostra a organização deste arquivo texto.

Programas comerciais para tratamento de planilhas podem ser utilizados para processamento das informações adquiridas. No projeto foi utilizado o LOTUS

123 para esse processamento. Através da utilização de macros as curvas e tabelas foram elaboradas automaticamente.

Para uma maior facilidade na elaboração das macros a serem executadas pelo LOTUS 123, dividiu-se o arquivo original, podendo possuir até 99 curvas, em vários outros arquivos textos menores, compostos de no máximo 10 curvas com uma outra organização. Estes novos arquivos são compostos por duas colunas, com os números hexadecimais convertidos em números decimais, sendo a primeira coluna composta pelos dados correspondentes ao esforço exercido na célula de carga e a outra pela profundidade da ponta cônica no solo.

Para uma redução no tempo de processamento dos dados, os pares que compõem estes novos arquivos foram reduzidos de 200 para 40, utilizando sempre o primeiro e o quinto par de dados de cada linha, conforme a organização mostrada na tabela 1, sem prejuízo na obtenção do gráfico final.

Desta forma estes novos arquivos estão prontos para serem carregados pelo LOTUS 123, onde serão processados, para a elaboração dos gráficos e tabelas. O Apêndice 3 contém a listagem deste programa que controla a criação destes novos arquivos.

Uma das macros elaborada, aqui denominada

Tabela 1- Organização do arquivo texto, com os dados em
números hexadecimais.

Curva numero 1

```

00 02 00 03 00 04 00 05 00 06 00 07 00 08 00 09 00 0A 00 0B
00 0C 00 0D 00 0E 00 0F 01 10 02 11 0B 12 11 13 14 14 15 15
18 16 19 17 1A 18 1B 19 1B 1A 1C 1B 1D 1C 1E 1D 1F 1E 20 1F
20 20 21 21 22 22 23 23 23 24 24 25 25 26 26 27 27 28 28 29
28 2A 28 2B 2A 2C 2A 2D 2C 2E 2C 2F 2C 30 2D 31 2E 32 2E 33
2F 34 2F 35 2E 36 2F 37 2F 38 2E 39 2D 3A 2D 3B 2D 3C 2D 3D
2D 3E 2D 3F 2D 40 2D 41 2F 42 2F 43 2F 45 2E 46 2F 47 2F 48
2E 4A 2D 4B 2D 4C 2C 4E 2B 4F 2B 51 29 52 29 54 29 56 28 57
27 59 26 5B 25 5C 23 5E 21 60 1F 62 1B 65 16 68 05 6D 03 75
05 7E 0F 84 15 89 18 8C 17 8E 16 90 17 91 19 92 19 93 19 94
1A 96 1B 98 1C 99 1B 9B 1A 9D 1B 9E 1C A0 1C A1 1C A3 1C A5
1C A7 1D A8 1D A9 1D AA 1C AC 1C AD 1C AE 1C AF 1B B0 1B B1
1B B2 1A B3 1A B5 18 B7 15 B8 15 BB 13 BC 13 BD 12 C0 11 C1
11 C2 13 C4 13 C5 12 C6 11 C7 11 C8 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

```

Curva numero 2

```

00 04 00 05 00 06 00 07 00 08 00 09 00 0A 00 0B 00 0C 01 0D
07 0E 0B 0F 0E 10 10 11 14 12 15 13 16 14 18 15 19 16 19 17
19 18 1A 19 1A 1A 1B 1B 1C 1C 1C 1D 1C 1E 1C 1F 1C 20 1C 21
1B 23 1B 25 1B 26 1C 27 1C 28 1D 29 1C 2A 1E 2B 1F 2C 1F 2D
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

```

de \m, mostrada no Apêndice 4, pede ao operador dar o nome de um dos arquivos de interesse para ser processado, que será importado para a planilha do LOTUS 123. Uma vez

carregado, solicita do operador responder qual a área da base do cone utilizado, se 1.3 cm^2 (0.2 pol^2) ou 3.2 cm^2 (0.5 pol^2). Uma vez atendida à esta solicitação, prossegue a execução com a transformação dos dados originais em valores reais do índice de cone em kPa, e profundidade em metros, através das equações de conversão. Nesse momento é solicitado ao operador dar um nome à este arquivo gerado, para ser salvo, uma vez que este será utilizado para a elaboração das tabelas pela outra macro.

Os passos seguintes referem-se as solicitações feitas ao operador, para dar nomes distintos aos gráficos de cada curva, que serão salvos. Os gráficos serão elaborados, tendo como eixo das abscissas a profundidade em metros e eixo das ordenadas, o índice de cone em kPa.

A outra macro aqui denominada de \p reorganiza as colunas transformadas, agora contendo os valores do índice de cone em kPa e profundidade em metros, em linhas e colunas na ordem crescente em profundidade separadas em grupos distintos de curvas. Solicita ao operador ligar a impressora, seleciona o grupo de células que contem os dados de interesse e aciona o comando de impressão, neste momento começam a ser impressos os dados adquiridos de cada curva, finalizando o processo.

Um protótipo do penetrógrafo eletrônico foi

montado e testado em laboratório e em campo, conforme condições pre-estabelecidas. As figuras 6 e 7 mostram vistas gerais do equipamento protótipo.

Na primeira etapa para a obtenção dos resultados, foram simulados em laboratório situações semelhantes às do campo, para possibilitar os testes de todas as funções programadas para funcionamento do penetrógrafo.

Em uma segunda etapa para a obtenção dos resultados de funcionamento do sistema como um todo, foram adquiridas em campo várias curvas. A área utilizada está situada na fazenda Areão nas dependências da ESALQ/USP, reservada especialmente para pesquisas.

Esta área experimental possuía solo do tipo PE - podzólico vermelho escuro eutrófico, com declividade classe C de 5 a 10%, possui granulometria média, com 40.54% de argila, 28.68% de silte e 30.78% de areia. A densidade do solo era de 1.41 g/cm^3 para profundidades entre 0 e 7.5 cm e de 1.55 g/cm^3 para profundidades entre 7.5 e 15 cm, com umidade média de 12.2%.

As curvas adquiridas nesta área foram obtidas nas linhas e nas entrelinhas, após a passagem de uma máquina de plantio direto utilizada em experimentos anteriores.

Foram verificadas no display de cristal

líquido todos os pares de dados de cada curva adquirida, estes foram transferidos ao microcomputador PC através da interface serial, gerando o arquivo texto para processamento.

Este arquivo texto com os dados originais em hexadecimal foi subdividido em vários outros menores, compostos de 10 curvas cada um. Através da execução das macros obteve-se as curvas e tabelas dos respectivos dados.

Figura 6. Vista geral do protótipo

Figura 7. vista geral do penetrógrafo em utilização.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a calibração dos sensores de profundidade e força de penetração encontrou-se coeficientes de correlação iguais a 1 (um), mostrando uma linearidade perfeita.

A relação encontrada na calibração, que expressa o valor da profundidade em função da tensão nos terminais do potenciômetro linear é:

$$y = 16.1185x + 0.0986$$

onde:

y: profundidade em cm;

x: tensão nos terminais do potenciômetro em volts.

Uma das possíveis formas de análise dos erros seria a análise dos desvios máximos ponto a ponto através das derivadas parciais, no caso :

$$\Delta y / \Delta x = \Delta (16.1185x + 0.0986) / \Delta x = 16.1185 \text{ cm/volt.}$$

Para um erro de leitura de de 0.001 volts o erro absoluto é:

$$E_a = 16.1185 \times 0.001 = 0.016 \text{ cm.}$$

Para uma leitura de 30 cm, o erro percentual será:

$$y = 30 \text{ cm} \pm 0.0161 \text{ cm, ou}$$

$$y = 30 \text{ cm} \pm 0.05\%$$

A equação encontrada para expressar a força exercida na célula de carga no momento da introdução da ponta cônica no solo, na calibração é:

$$y = 323.77x + 1.78$$

onde:

y: força em N;

x: tensão nos terminais de saída do amplificador da célula de carga em volts.

Da mesma forma, para a análise dos erros, tem-se:

$$\Delta y / \Delta x = \Delta (323.77x + 1.78) / \Delta x = 323.77 \text{ N/volt}$$

Para uma resolução de leitura de 0.001 volts, o erro absoluto vale:

$$E_a = 323.77 \times 0.001 = 0.3237 \text{ N.}$$

Para uma leitura de 588 N, o erro percentual será:

$$y = 588 \pm 0.3237 \text{ ou}$$

$$y = 588 \pm 0.05\%$$

Da área citada anteriormente foram adquiridas 99 curvas, que foram transferidos ao microcomputador através da interface serial com uma taxa de transmissão de 1200 bauds, gastando para isso um tempo de 20 minutos.

Gastou-se 50 minutos para processamento das

99 curvas adquiridas através da utilização das macros no LOTUS 123, este tempo de processamento dependerá do tipo de microcomputador utilizado, no caso utilizou-se um IBM PC 386.

Estes dados transferidos e processados, estão armazenados em um arquivo padrão, contendo para cada profundidade em metros o valor do índice de cone em kPa.

A utilização final destes dados, dependerá do interesse do usuário, o qual deverá desenvolver suas rotinas específicas, para o necessário processamento dos dados, para atingir os seus objetivos.

O Apêndice 5 mostra o resultado dos dados adquiridos devidamente processados, referentes as 20 primeiras curvas coletadas. Observa-se nitidamente que as 10 primeiras curvas são correspondentes das posições das entrelinhas, onde o solo não foi mobilizado, e as 10 últimas são das posições das linhas, onde o solo foi mobilizado, devido a ação do sulcador da máquina.

Pela norma ASAE S313.1 (1984), a velocidade padrão de penetração é de 1829 mm/min, o que equivale aproximadamente 30 mm/seg, ou 600 mm em 20 segundos. Embora o equipamento não tenha meios de controle dessa velocidade, o operador pode e deve ser treinado para realizar as penetrações, dentro do padrão.

Uma das formas de resolver este problema é o

desenvolvimento de um sistema hidráulico de acionamento,
para penetração da haste.

5. CONCLUSÕES

A análise e discussão dos resultados obtidos para o penetrógrafo eletrônico permitem concluir que o sistema:

- Apresenta um erro absoluto muito pequeno para leituras de força e profundidade, o que confirma a sua acurácia.
- Possibilita grande economia de tempo no processamento das informações, quando comparado com os penetrômetros.
- Não está sujeito a erros de leitura das informações pelo processo visual.
- Proporciona ao usuário possibilidade de reorganizar os resultados finais em função de seus objetivos, uma vez que os dados originais não são alterados.
- Atende plenamente aos requisitos inicialmente estabelecidos de maneira satisfatória.
- Representa uma grande evolução tecnológica em relação aos métodos de determinação do índice de cone utilizados no Brasil, em equipamentos nacionais.
- Sugere o desenvolvimento de um sistema hidráulico para acionamento da haste ao longo do perfil do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Soil cone penetrometer - ASAE S313.1. In: ----- **ASAE standards - 1984**. St. Joseph, 1984. p. 456.

CARTER, L. M. Portable recording penetrometer measures soil strength profiles. **Agricultural Engineering**, St. Joseph, **46(6)**:348-9, 1967.

CARTER, L. M. Integrating penetrometer provides average soil strength. **Agricultural Engineering**, St. Joseph, **50(10)**: 618-9, 1969.

HENDRICK, J. G. Recording soil penetrometer. **Journal of Agricultural Engineering Research**, Silsoe, **14(2)**: 183-6, 1969.

MORRISON Jr, E. M. & BARTEK, L. A. Design and field evaluation of a hand-pushed digital soil penetrometer with two cone materials. **Transactions of the ASAE**.

St. Joseph, 30(3): 646-51, May/June 1987.

OHMIYA, K.; NOGUCHI, N.; TERAQ, H. Cone resistance measuring system for generating cone resistance distribution map. In: EUROPEAN CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR TERRAIN VEHICLE SYSTEMS, 5., Budapest, 1991. *Journal of Terramechanics*, Oxford, 30(3): 181-90, 1993.

O'SULLIVAN, M. F.; DICKSON, J. W.; HENSHALL, J. K.; ANDERSON, G. Electronic collection and storage of data from a hand-held recording soil penetrometer. *Journal of Agricultural Engineering Research*, London, 28: 175-8, 1983.

PERUMPRAL, J. V. Cone penetrometer applications . A review. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, 30(4):939-44, 1987.

PHILLIPS, J. & PERUMPRAL, J. V. Designing a microcomputer data logger for a soil cone penetrometer. *Agricultural Engineering*, St. Joseph, 64(6):13-4, 1983.

PRATHER, D. C.; HENRICK, J. G.; SCHAFER R. L. An electronic hand-operated recording penetrometer.

Transactions of the ASAE, St. Joseph, 13(1):385-6,390,
1970.

RIETHMULLER, G. P.; BATCHELDER, D. G.; BLOOME, P. D. A
microcomputer system for cone index measurement.

Transactions of the ASAE, St. Joseph, 26(4):996-8,1005,
July/Aug. 1983.

SIROIS, D. L. & STOKES, B. J. Design of a hydraulically
operated recording soil cone penetrometer. In: 1988
SUMMER MEETING OF THE AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL
ENGINEERS, Rapid City, 1988. St. Joseph, ASAE, 1988.
15p. (ASAE Paper, 88-5033).

SMITH, L. A. & DUMAS, W. T. A recording soil
penetrometer. Transactions of the ASAE, St. Joseph,
21(1):12-4,19, 1978.

WILLIFORD, J. R.; WOOTEN O. B.; FULGHAM, F. E. Tractor
mounted field penetrometer. Transactions of the ASAE,
St. Joseph, 15(2):226-7, 1972.

WISMER, R. D. & LUTH, H. J. Off-road traction prediction
for wheeled vehicles. Transactions of the ASAE, St.
Joseph, 17(1):8-10,14, 1974.

Apêndice 1. Fluxograma da lógica de funcionamento e
listagem do programa monitor em assembly.

```

;PROGRAMA PARA PENETROGRAFO ELETRONICO
;AUTOR:JUAREZ RENO AMARAL
;INICIO DO PROJETO:JANEIRO DE 1991
;LABORATORIO DE INSTRUMENTACAO-DER

```

```

;ENDERECOS DOS PERIFERICOS:
;   SERIAL: 20H
;   TECLADO ACIONADO: 40H
;   LEITURA DO TECLADO ENDereco: 60H
;   DISPLAY: 80H
;   CONV. A/D: C0H

```

```

;ENDERECOS DAS MEMORIAS:
;   0000-07FF: EPROM
;   2000-3FFF: RAM 1
;   4000-5FFF: RAM 2
;   6000-7FFF: RAM 3
;   8000-9FFF: RAM 4
;   A000-BFFF: RAM 5

```

```

;DECODIFICACAO DO TECLADO:
;   0E: DECIMAL ZERO
;   03: DECIMAL UM
;   02: DECIMAL DOIS
;   01: DECIMAL TRES
;   07: DECIMAL QUATRO
;   06: DECIMAL CINCO
;   05: DECIMAL SEIS
;   0B: DECIMAL SETE
;   0A: DECIMAL OITO
;   09: DECIMAL NOVE
;   0C: START(NO TECLADO LETRA F)
;   0F: TX_DADOS(NO TECLADO LETRA A)
;   00: CANCELA ULTIMA CURVA(NO TECLADO LETRA C)
;   04: SELECAO DA CURVA DESEJADA(NO TECLADO LETRA D)
;   08: ENTER(NO TECLADO LETRA E)
;   0D: ESC(NO TECLADO LETRA B)

```

```

0000      CPU "Z80.TBL"      ;TABELA CPU
0000      HOF "INT8"        ;FORMATO HEX

```

```

0000      ORG 0000H          ;ORIGEM
0000 31FFBF      LD SP,0BFFFH
0003 3A3E20      LD A,(203EH)      ;VERIFICA SE EXISTE CURVA AQUISITADA
0006 FE01      CP 01H

```

```

0008 CA1700      JP Z,A19
000B CDC004      CALL ZERA_MEM      ;ZERA TODAS AS MEM. DE DADOS
000E CD2005      CALL CAR_TAB      ;CARREGA CARACTERES NA RAM
0011 0600        LD B,00H          ;INICIALIZA CONTADOR DE CURVAS
0013 78          LD A,B
0014 323F20      LD(203FH),A
0017 00          A19: NOP
0018 CDC303      CALL IMP_MENS      ;MENSAGEM DE IDENTIFICACAO
001B DB40        REP: IN A,(40H)
001D E601        AND 01H
001F CA1B00      JP Z,REP          ;NENHUMA TECLA ACIONADA
0022 DB60        IN A,(60H)
0024 E60F        AND 0FH
0026 FE0C        CP 0CH            ;START
0028 CA5100      JP Z,START
002B FE0F        CP 0FH            ;TX DADOS
002D CA1504      JP Z,TX_DADOS
0030 FE00        CP 00H            ;CANCELA ULTIMA CURVA(CUC)
0032 CA3D00      JP Z,C_U_C
0035 FE04        CP 04H            ;SELECAO DA CURVA DESEJADA
0037 CA4A01      JP Z,SEL_C_D
003A C31B00      JP REP
003D            C_U_C:
003D 3A3F20      LD A,(203FH)
0040 47          LD B,A
0041 05          DEC B
0042 78          LD A,B
0043 323F20      LD (203FH),A
0046 CDC303      CALL IMP_MENS
0049 C5          PUSH BC
004A CDD906      CALL DELAY_4
004D C1          POP BC
004E C31700      JP A19
0051 00          START: NOP
0052 CD1205      CALL MOD_ESTAB
0055 0E04        LD C,04H
0057 216407      LD HL,TAB_1
005A 00          A1: NOP
005B 7E          LD A,(HL)
005C D380        OUT(80H),A
005E CD1205      CALL MOD_ESTAB
0061 23          INC HL
0062 0D          DEC C
0063 C25A00      JP NZ,A1
0066 0E13        LD C,13H
0068 216807      LD HL,TAB_2
006B 00          A2: NOP

```

006C 7E		LD A,(HL)
006D D381		OUT(81H),A
006F CD1205		CALL MOD_ESTAB
0072 23		INC HL
0073 0D		DEC C
0074 C26B00		JP NZ, A2
0077 CD1905		CALL DELAY_1
007A 00		NOP
007B 3A3F20		LD A,(203FH)
007E 47		LD B,A
007F FE63		CP 63H
0081 CA1700		JP Z,A19
0084 CD5405		CALL SEL_END
0087 0E00		LD C,00H
0089 00	A5:	NOP
008A CD6B05		CALL DELAY_2
008D 00		NOP
008E CD1905		CALL DELAY_1
0091 DBC0		IN A,(0C0H)
0093 57		LD D,A
0094 3E01		LD A,01H
0096 D3C0		OUT(0C0H),A
0098 CD1905		CALL DELAY_1
009B DBC0		IN A,(0C0H)
009D 5F		LD E,A
009E 3E00		LD A,00H
00A0 BA		CP D
00A1 C89000		JP Z,A5
00A4 3E00		LD A,00H
00A6 B9		CP C
00A7 C8B400		JP Z,A6
00AA 2B		DEC HL
00AB 7A		LD A,D
00AC BE		CP (HL)
00AD 23		INC HL
00AE C89000		JP Z,A5
00B1 FACA00		JP M,A7
00B4 73	A6:	LD (HL),E
00B5 23		INC HL
00B6 72		LD (HL),D
00B7 23		INC HL
00B8 0C		INC C
00B9 79		LD A,C
00BA FED8		CP 0C8H
00BC CAC200		JP Z,A8
00BF C38900		JP A5
00C2 04	A8:	INC B

00C3 78		LD A,B
00C4 323F20		LD (203FH),A
00C7 C3EA00		JP CONTIN
00CA 2B	A7:	DEC HL
00CB 7E		LD A,(HL)
00CC 92		SUB D
00CD 23		INC HL
00CE FE01		CP 01H
00D0 CA8900		JP Z,A5
00D3 FE02		CP 02H
00D5 CA8900		JP Z,A5
00D8 FE03		CP 03H
00DA CA8900		JP Z,A5
00DD FE04		CP 04H
00DF CA8900		JP Z,A5
00E2 FE05		CP 05H
00E4 CA8900		JP Z,A5
00E7 C3C200		JP A8
00EA 00	CONTIN:	NOP
00EB CD8E05		CALL SEL_F_C
00EE D9		EXX
00EF 00		NOP
00F0 CD8005		CALL DELAY
00F3 0E04		LD C,04H
00F5 217B07		LD HL,TAB_3
00F8 00	A12:	NOP
00F9 7E		LD A,(HL)
00FA D380		OUT(80H),A
00FC CD8005		CALL DELAY
00FF 23		INC HL
0100 0D		DEC C
0101 C2F800		JP NZ,A12
0104 0E14		LD C,14H
0106 217F07		LD HL,TAB_4
0109 00	A13:	NOP
010A 7E		LD A,(HL)
010B D381		OUT(81H),A
010D CD8005		CALL DELAY
0110 23		INC HL
0111 0D		DEC C
0112 C20901		JP NZ,A13
0115 CD8705		CALL DELAY_3
0118 00		NOP
0119 CD8005		CALL DELAY
011C 0E01		LD C,01H
011E 21A707		LD HL,TAB_6
0121 00	A17:	NOP

0122 7E		LD A, (HL)
0123 D380		OUT(80H), A
0125 CD8005		CALL DELAY
0128 23		INC HL
0129 0D		DEC C
012A C22101		JP NZ, A17
012D 0E14		LD C, 14H
012F 210020		LD HL, 2000H
0132 00	A18:	NOP
0133 7E		LD A, (HL)
0134 D381		OUT(81H), A
0136 CD8005		CALL DELAY
0139 23		INC HL
013A 0D		DEC C
013B C23201		JP NZ, A18
013E CD8705		CALL DELAY_3
0141 D9		EXX
0142 3E01		LD A, 01H
0144 323E20		LD (203EH), A
0147 C31B00		JP REP
014A	SEL_C_D:	
014A 1E3F		LD E, 3FH
014C 163F		LD D, 3FH
014E 3A3F20		LD A, (203FH)
0151 47		LD B, A
0152 ED532420		LD (2024H), DE
0156 C5		PUSH BC
0157 0600		LD B, 00H
0159 CDBE05		CALL IMP_C_D
015C DB40	A22:	IN A, (40H)
015E E601		AND 01H
0160 CA5C01		JP Z, A22
0163 DB60		IN A, (60H)
0165 E60F		AND 0FH
0167 FE0E		CP 0EH
0169 CA9C01		JP Z, A23
016C FE03		CP 03H
016E CAAB01		JP Z, A24
0171 FE02		CP 02H
0173 CAB401		JP Z, A25
0176 FE01		CP 01H
0178 CAC001		JP Z, A26
017B FE07		CP 07H
017D CACC01		JP Z, A27
0180 FE06		CP 06H
0182 CAD801		JP Z, A28
0185 FE05		CP 05H

0187 CAE401		JP Z,A29
018A FE0B		CP 0BH
018C CAF001		JP Z,A30
018F FE0A		CP 0AH
0191 CAF001		JP Z,A31
0194 FE09		CP 09H
0196 CA0802		JP Z,A32
0199 C35C01		JP A22
019C 1E30	A23:	LD E,30H
019E 163F		LD D,3FH
01A0 0600		LD B,00H
01A2 CDF005		CALL IMPRIM
01A5 C31102		JP LER_2_D
01AB 1E31	A24:	LD E,31H
01AA 163F		LD D,3FH
01AC 060A		LD B,0AH
01AE CDF005		CALL IMPRIM
01B1 C31102		JP LER_2_D
01B4 1E32	A25:	LD E,32H
01B6 163F		LD D,3FH
01B8 0614		LD B,14H
01BA CDF005		CALL IMPRIM
01BD C31102		JP LER_2_D
01C0 1E33	A26:	LD E,33H
01C2 163F		LD D,3FH
01C4 061E		LD B,1EH
01C6 CDF005		CALL IMPRIM
01C9 C31102		JP LER_2_D
01CC 1E34	A27:	LD E,34H
01CE 163F		LD D,3FH
01D0 0620		LD B,20H
01D2 CDF005		CALL IMPRIM
01D5 C31102		JP LER_2_D
01D8 1E35	A28:	LD E,35H
01DA 163F		LD D,3FH
01DC 0632		LD B,32H
01DE CDF005		CALL IMPRIM
01E1 C31102		JP LER_2_D
01E4 1E36	A29:	LD E,36H
01E6 163F		LD D,3FH
01E8 063C		LD B,3CH
01EA CDF005		CALL IMPRIM
01ED C31102		JP LER_2_D
01F0 1E37	A30:	LD E,37H
01F2 163F		LD D,3FH
01F4 0646		LD B,46H
01F6 CDF005		CALL IMPRIM

01F9 C31102		JP LER_2_D
01FC 1E38	A31:	LD E,38H
01FE 163F		LD D,3FH
0200 0650		LD B,50H
0202 CDF005		CALL IMPRIM
0205 C31102		JP LER_2_D
0208 1E39	A32:	LD E,39H
020A 163F		LD D,3FH
020C 065A		LD B,5AH
020E CDF005		CALL IMPRIM
0211	LER_2_D:	
0211 DB40		IN A,(40H)
0213 E601		AND 01H
0215 CA1102		JP Z,LER_2_D
0218 DB60		IN A,(60H)
021A E60F		AND 0FH
021C FE0A		CP 0AH
021E CA6102		JP Z,A33
0221 FE09		CP 09H
0223 CA7102		JP Z,A34
0226 1630		LD D,30H
0228 FE0E		CP 0EH
022A CA6A02		JP Z,A35
022D 04		INC B
022E 14		INC D
022F FE03		CP 03H
0231 CA6A02		JP Z,A35
0234 04		INC B
0235 14		INC D
0236 FE02		CP 02H
0238 CA6A02		JP Z,A35
023B 04		INC B
023C 14		INC D
023D FE01		CP 01H
023F CA6A02		JP Z,A35
0242 04		INC B
0243 14		INC D
0244 FE07		CP 07H
0246 CA6A02		JP Z,A35
0249 04		INC B
024A 14		INC D
024B FE06		CP 06H
024D CA6A02		JP Z,A35
0250 04		INC B
0251 14		INC D
0252 FE05		CP 05H
0254 CA6A02		JP Z,A35

0257 04		INC B
0258 14		INC D
0259 FE0B		CP 0BH
025B CA6A02		JP Z,A35
025E C31102		JP LER_2_D
0261 00	A33:	NOP
0262 F5		PUSH AF
0263 78		LD A,B
0264 C608		ADD A,08H
0266 47		LD B,A
0267 1638		LD D,38H
0269 F1		POP AF
026A 00	A35:	NOP
026B CDF005		CALL IMPRIM
026E C37D02		JP S_C_D
0271 00	A34:	NOP
0272 F5		PUSH AF
0273 78		LD A,B
0274 C609		ADD A,09H
0276 47		LD B,A
0277 1639		LD D,39H
0279 F1		POP AF
027A CDF005		CALL IMPRIM
027D	S_C_D:	
027D DB40		IN A,(40H)
027F E601		AND 01H
0281 CA7D02		JP Z,S_C_D
0284 DB60		IN A,(60H)
0286 E60F		AND 0FH
0288 FE0D		CP 0DH
028A CA9502		JP Z,A43
028D FE08		CP 08H
028F CA9E02		JP Z,A44
0292 C37D02		JP S_C_D
0295 00	A43:	NOP
0296 CD6B05		CALL DELAY_2
0299 C1		POP BC
029A C31700		JP A35
029D 00		NOP
029E 00	A44:	DEC B
029F CD5405		CALL SEL_END
02A2 D9		EXX
02A3 CDE706		CALL CONE_U
02A6 DB40	A47:	IN A,(40H)
02A8 E601		AND 01H
02AA CAA602		JP Z,A47
02AD DB60		IN A,(60H)

02AF E60F		AND 0FH
02B1 FE03		CP 03H
02B3 CADE02		JP Z,A45
02B6 FE02		CP 02H
02B8 CA3D03		JP Z,A46
02BB C3A602		JP A47
02BE 00	A45:	NOP
02BF D9		EXX
02C0 3E00	A56:	LD A,00H
02C2 5E		LD E,(HL)
02C3 CB3B		SRL E
02C5 8B		ADC A,E
02C6 5F		LD E,A
02C7 00		NOP
02C8 3E00		LD A,00H
02CA 0630		LD B,30H
02CC 0E30		LD C,30H
02CE 1630		LD D,30H
02D0 00	A50:	NOP
02D1 BB		CP E
02D2 CA0A03		JP Z,A48
02D5 04		INC B
02D6 F5		PUSH AF
02D7 78		LD A,B
02D8 FE3A		CP 3AH
02DA CAE202		JP Z,A49
02DD F1		POP AF
02DE 3C		INC A
02DF C3D002		JP A50
02E2 00	A49:	NOP
02E3 F1		POP AF
02E4 0C		INC C
02E5 0630		LD B,30H
02E7 F5		PUSH AF
02E8 79		LD A,C
02E9 FE3A		CP 3AH
02EB CAF302		JP Z,A51
02EE F1		POP AF
02EF 3C		INC A
02F0 C3D002		JP A50
02F3 00	A51:	NOP
02F4 F1		POP AF
02F5 14		INC D
02F6 0E30		LD C,30H
02F8 F5		PUSH AF
02F9 7A		LD A,D
02FA FE3A		CP 3AH

02FC CA0403		JP Z,A52
02FF F1		POP AF
0300 3C		INC A
0301 C3D002		JP A50
0304 00	A52:	NOP
0305 F1		POP AF
0306 3C		INC A
0307 C3D002		JP A50
030A 7A	A48:	LD A,D
030B 322A20		LD (202AH),A
030E 79		LD A,C
030F 322B20		LD(202BH),A
0312 78		LD A,B
0313 322C20		LD(202CH),A
0316 CD1106		CALL DESL
0319 DB40	A53:	IN A,(40H)
031B E601		AND 01H
031D CA1903		JP Z,A53
0320 DB60		IN A,(60H)
0322 E60F		AND 0FH
0324 FE0D		CP 0DH
0326 CA3103		JP Z,A54
0329 FE08		CP 08H
032B CA3903		JP Z,A55
032E C31903		JP A53
0331 00	A54:	NOP
0332 CD6B05		CALL DELAY_2
0335 C1		POP BC
0336 C31700		JP A19
0339 23	A55:	INC HL
033A C3C002		JP A56
033D 00	A46:	NOP
033E D9		EXX
033F 3E00	A77:	LD A,00H
0341 5E		LD E,(HL)
0342 CB3B		SRL E
0344 CB3B		SRL E
0346 CB3B		SRL E
0348 8B		ADC A,E
0349 CB3B		SRL E
034B 8B		ADC A,E
034C CB3B		SRL E
034E 8B		ADC A,E
034F 5F		LD E,A
0350 00		NOP
0351 3E00		LD A,00H
0353 0630		LD B,30H

0355 0E30		LD C,30H
0357 1630		LD D,30H
0359 00	A71:	NOP
035A BB		CP E
035B CA9303		JP Z,A69
035E 04		INC B
035F F5		PUSH AF
0360 78		LD A,B
0361 FE3A		CP 3AH
0363 CA6B03		JP Z,A70
0366 F1		POP AF
0367 3C		INC A
0368 C35903		JP A71
036B 00	A70:	NOP
036C F1		POP AF
036D 0C		INC C
036E 0630		LD B,30H
0370 F5		PUSH AF
0371 79		LD A,C
0372 FE3A		CP 3AH
0374 CA7C03		JP Z,A72
0377 F1		POP AF
0378 3C		INC A
0379 C35903		JP A71
037C 00	A72:	NOP
037D F1		POP AF
037E 14		INC D
037F 0E30		LD C,30H
0381 F5		PUSH AF
0382 7A		LD A,D
0383 FE3A		CP 3AH
0385 CABD03		JP Z,A73
0388 F1		POP AF
0389 3C		INC A
038A C35903		JP A71
038D 00	A73:	NOP
038E F1		POP AF
038F 3C		INC A
0390 C35903		JP A71
0393 7A	A69:	LD A,D
0394 322A20		LD (202AH),A
0397 79		LD A,C
0398 322B20		LD (202BH),A
039B 78		LD A,B
039C 322C20		LD (202CH),A
039F CD1106		CALL DESL
03A2 DB40	A74:	IN A,(40H)

03A4 E601		AND 01H
03A6 CAA203		JP Z,A74
03A9 DB60		IN A,(60H)
03AB E60F		AND 0FH
03AD FE0D		CP 0DH
03AF CABA03		JP Z,A75
03B2 FE08		CP 08H
03B4 CABF03		JP Z,A76
03B7 C3A203		JP A74
03BA 00	A75:	NOP
03BB C1		POP BC
03BC C31700		JP A19
03BF 23	A76:	INC HL
03C0 C33F03		JP A77
03C3 00	IMF_MENS:	NOP
03C4 CD8005		CALL DELAY
03C7 0E04		LD C,04H
03C9 210208		LD HL,TAB_15
03CC 00	A83:	NOP
03CD 7E		LD A,(HL)
03CE D380		OUT(80H),A
03D0 CD8005		CALL DELAY
03D3 23		INC HL
03D4 0D		DEC C
03D5 C2CC03		JP NZ,A83
03D8 0E14		LD C,14H
03DA 210608		LD HL,TAB_16
03DD 00	A84:	NOP
03DE 7E		LD A,(HL)
03DF D381		OUT(81H),A
03E1 CD8005		CALL DELAY
03E4 23		INC HL
03E5 0D		DEC C
03E6 C2DD03		JP NZ,A84
03E9 CD8705		CALL DELAY_3
03EC CD8005		CALL DELAY
03EF 0E01		LD C,01H
03F1 210108		LD HL,TAB_14
03F4 00	A86:	NOP
03F5 7E		LD A,(HL)
03F6 D380		OUT(80H),A
03FB CD8005		CALL DELAY
03FB 22		INC HL
03FC 0D		DEC C
03FD C2F403		JP NZ,A86
0400 0E14		LD C,14H
0402 211A08		LD HL,TAB_17


```

0405 00      A87:    NOP
0406 7E      LD A,(HL)
0407 D381    OUT(81H),A
0409 CD8005  CALL DELAY
040C 23      INC HL
040D 0D      DEC C
040E C20504  JP NZ,A87
0411 CD8705  CALL DELAY_3
0414 C9      RET
0415 00      TX_DADOS: NOP
0416 CD3A07  CALL IMP_TX
0419 3E80    LD A,80H      ;ACESSAR DLAB
041B D323    OUT(23H),A
041D 3E60    LD A,60H      ;PROGRAMACAO PARA TRANSMITIR
041F D320    OUT(20H),A    ;COM 1200 BAUDS
0421 3E00    LD A,00H
0423 D321    OUT(21H),A
0425 3E07    LD A,07H      ;CONFIGURACAO: 8 BITS
0427 D323    OUT(23H),A    ;      2 STOP BITS
0429 3E00    LD A,00H      ; DESABILITAR:
042B D321    OUT(21H),A    ; -INTERRUPCOES
042D 3E00    LD A,00H
042F D324    OUT(24H),A    ; -LOOP BECK
0431 214020  LD HL,2040H
0434 119001  LD DE,0190H
0437 0630    A98:    LD B,30H
0439 0E00    LD C,00H
043B 7E      LD A,(HL)
043C E6F0    AND 0F0H
043E CB3F    SRL A
0440 CB3F    SRL A
0442 CB3F    SRL A
0444 CB3F    SRL A
0446 00      A90:    NOP
0447 B9      CP C
0448 CA6604  JP Z,A88
044B 04      INC B
044C F5      PUSH AF
044D 78      LD A,B
044E FE3A    CP 3AH
0450 CA5804  JP Z,A89
0453 0C      INC C
0454 F1      POP AF
0455 C34604  JP A90
0458 0C      A89:    INC C
0459 F1      POP AF
045A 0641    LD B,41H

```

045C 00	A91:	NOP
045D B9		CP C
045E CA6604		JP Z,A88
0461 04		INC B
0462 0C		INC C
0463 C35C04		JP A91
0466 DB25	A88:	IN A,(25H)
0468 E620		AND 20H
046A CA6604		JP Z,A88
046D 78		LD A,B
046E D320		OUT(20H),A
0470 7E		LD A,(HL)
0471 E60F		AND 0FH
0473 0630		LD B,30H
0475 0E00		LD C,00H
0477 00	A94:	NOP
0478 B9		CP C
0479 CA9704		JP Z,A92
047C 04		INC B
047D F5		PUSH AF
047E 78		LD A,B
047F FE3A		CP 3AH
0481 CA8904		JP Z,A93
0484 0C		INC C
0485 F1		POP AF
0486 C37704		JP A94
0489 0C	A93:	INC C
048A F1		POP AF
048B 0641		LD B,41H
048D 00	A95:	NOP
048E B9		CP C
048F CA9704		JP Z,A92
0492 04		INC B
0493 0C		INC C
0494 C38D04		JP A95
0497 DB25	A92:	IN A,(25H)
0499 E620		AND 20H
049B CA9704		JP Z,A92
049E 78		LD A,B
049F D320		OUT(20H),A
04A1 3EBB		LD A,0BBH
04A3 BC		CP H
04A4 CAD004		JP Z,A96
04A7 DB25	A97:	IN A,(25H)
04A9 E620		AND 20H
04AB CAA704		JP Z,A97
04AE 3E20		LD A,20H

04B0 D320		OUT(20H),A
04B2 23		INC HL
04B3 1B		DEC DE
04B4 7A		LD A,D
04B5 FE00		CP 00H
04B7 C23704		JP NZ,A98
04BA 7B		LD A,E
04BB FE00		CP 00H
04BD C23704		JP NZ,A98
04C0 00	K1:	NOP
04C1 DB25		IN A,(25H)
04C3 E601		AND 01H
04C5 CAC004		JP Z,K1
04CB DB20		IN A,(20H)
04CA 119001		LD DE,0190H
04CD C33704		JP A98
04D0 00	A96:	NOP
04D1 CD8005		CALL DELAY
04D4 0E04		LD C,04H
04D6 212E08		LD HL,TAB_18
04D9 00	A101:	NOP
04DA 7E		LD A,(HL)
04DB D380		OUT(80H),A
04DD CD8005		CALL DELAY
04E0 23		INC HL
04E1 0D		DEC C
04E2 C2D904		JP NZ,A101
04E5 0E14		LD C,14H
04E7 214608		LD HL,TAB_20
04EA 00	A102:	NOP
04EB 7E		LD A,(HL)
04EC D381		OUT(81H),A
04EE CD8005		CALL DELAY
04F1 23		INC HL
04F2 0D		DEC C
04F3 C2EA04		JP NZ,A102
04F6 CD8705		CALL DELAY_3
04F9 C31B00		JP REP
04FC	ZERA_MEM:	
04FC 3E00		LD A,00H
04FE 214020		LD HL,2040H
0501 00	LOOP_1:	NOP
0502 77		LD (HL),A
0503 23		INC HL
0504 F5		PUSH AF
0505 7C		LD A,H
0506 FEBB		CP 0BBH

```

0508 CA0F05      JP Z, FIM_MEM
050B F1          POP AF
050C C30105      JP LOOP_1
050F 00          FIM_MEM: NOP
0510 F1          POP AF
0511 C9          RET
0512            MOD_ESTAB:
0512 DB80        IN A, (80H)
0514 07          RLC A
0515 DA1205      JP C, MOD_ESTAB
0518 C9          RET
0519            DELAY_1:
0519 3EFF        LD A, 0FFH
051B 3D          A4: DEC A
051C C21B05      JP NZ, A4
051F C9          RET
0520            CAR_TAB:
0520 0E14        LD C, 14H
0522 219307      LD HL, TAB_5
0525 110020      LD DE, 2000H
0528 00          C1: NOP
0529 7E          LD A, (HL)
052A 12          LD (DE), A
052B 23          INC HL
052C 13          INC DE
052D 0D          DEC C
052E C22805      JP NZ, C1
0531 0E14        LD C, 14H
0533 21AC07      LD HL, TAB_8
0536 111420      LD DE, 2014H
0539 00          C2: NOP
053A 7E          LD A, (HL)
053B 12          LD (DE), A
053C 23          INC HL
053D 13          INC DE
053E 0D          DEC C
053F C23905      JP NZ, C2
0542 0E14        LD C, 14H
0544 21C107      LD HL, TAB_10
0547 112820      LD DE, 2028H
054A 00          C3: NOP
054B 7E          LD A, (HL)
054C 12          LD (DE), A
054D 23          INC HL
054E 13          INC DE
054F 0D          DEC C
0550 C24A05      JP NZ, C3

```

0553 C9		RET
0554	SEL_END:	
0554 3E00		LD A,00H
0556 214020		LD HL,2040H
0559 D5		PUSH DE
055A 1601		LD D,01H
055C 1E90		LD E,90H
055E 00	A10:	NOP
055F B8		CP B
0560 CA6805		JP Z,A9
0563 3C		INC A
0564 19		ADD HL,DE
0565 C35E05		JP A10
0568 00	A9:	NOP
0569 D1		POP DE
056A C9		RET
056B 00	DELAY_2:	NOP
056C C5		PUSH BC
056D 0EFF		LD C,0FFH
056F 060A		LD B,0AH
0571 00	A11:	NOP
0572 0D		DEC C
0573 C27105		JP NZ,A11
0576 05		DEC B
0577 C27105		JP NZ,A11
057A C1		POP BC
057B 3E00		LD A,00H
057D D3C0		OUT(0C0H),A
057F C9		RET
0580	DELAY:	
0580 DB80		IN A,(80H)
0582 07		RLC A
0583 DA8005		JP C,DELAY
0586 C9		RET
0587	DELAY_3:	
0587 3EFF		LD A,0FFH
0589 3D	A16:	DEC A
058A C28905		JP NZ,A16
058D C9		RET
058E	SEL_F_C:	
058E 1630		LD D,30H
0590 1E31		LD E,31H
0592 3A3F20		LD A,(203FH)
0595 47		LD B,A
0596 3E01		LD A,01H
0598 00	A21:	NOP
0599 B8		CP B

059A CAB505		JP Z,B19
059D 3C		INC A
059E 1C		INC E
059F D5		PUSH DE
05A0 F5		PUSH AF
05A1 7B		LD A,E
05A2 FE3A		CP 3AH
05A4 CAAC05		JP Z,A20
05A7 F1		POP AF
05A8 D1		POP DE
05A9 C39805		JP A21
05AC 00	A20:	NOP
05AD F1		POP AF
05AE D1		POP DE
05AF 14		INC D
05B0 1E30		LD E,30H
05B2 C39805		JP A21
05B5 7A	B19:	LD A,D
05B6 320C20		LD (200CH),A
05B9 7B		LD A,E
05BA 320D20		LD (200DH),A
05BD C9		RET
05BE 00	IMP_C_D:	NOP
05BF F5		PUSH AF
05C0 E5		PUSH HL
05C1 D5		PUSH DE
05C2 C5		PUSH BC
05C3 CD8005		CALL DELAY
05C6 0E04		LD C,04H
05C8 21A807		LD HL,TAB_7
05CB 00	A38:	NOP
05CC 7E		LD A,(HL)
05CD D380		OUT(80H),A
05CF CD8005		CALL DELAY
05D2 23		INC HL
05D3 0D		DEC C
05D4 C2CB05		JP NZ,A38
05D7 0E14		LD C,14H
05D9 211420		LD HL,2014H
05DC 00	A39:	NOP
05DD 7E		LD A,(HL)
05DE D381		OUT(81H),A
05E0 CD8005		CALL DELAY
05E3 23		INC HL
05E4 0D		DEC C
05E5 C2DC05		JP NZ,A39
05E8 CD8705		CALL DELAY_3

05EB C1		POP BC
05EC D1		POP DE
05ED E1		POP HL
05EE F1		POP AF
05EF C9		RET
05F0	IMPRM:	
05F0 ED532420		LD(2024H),DE
05F4 CDBE05		CALL IMP_C_D
05F7 C5		PUSH BC
05F8 0EFF		LD C,0FFH
05FA 06F0		LD B,0F0H
05FC 00	A40:	NOP
05FD 0D		DEC C
05FE C2FC05		JP NZ,A40
0601 05		DEC B
0602 C2FC05		JP NZ,A40
0605 C1		POP BC
0606 DB40	A42:	IN A,(40H)
0608 E601		AND 01H
060A CA1006		JP Z,A41
060D C30606		JP A42
0610 C9	A41:	RET
0611 00	DESL:	NOP
0612 23		INC HL
0613 3E00		LD A,00H
0615 5E		LD E,(HL)
0616 CB23		SLA E
0618 8F		ADC A,A
0619 57		LD D,A
061A 00		NOP
061B 46		LD B,(HL)
061C CB38		SRL B
061E CB38		SRL B
0620 3E00		LD A,00H
0622 88		ADC A,B
0623 47		LD B,A
0624 4E		LD C,(HL)
0625 CB3F		SRL C
0627 CB3F		SRL C
0629 CB3F		SRL C
062B 3E00		LD A,00H
062D 89		ADC A,C
062E 88		ADC A,B
062F 8B		ADC A,E
0630 5F		LD E,A
0631 3E00		LD A,00H
0633 8F		ADC A,A

0634 8A		ADC A,D
0635 57		LD D,A
0636 3E00		LD A,00H
0638 BA		CP D
0639 CA4606		JP Z,A57
063C 3C		INC A
063D BA		CP D
063E CA4F06		JP Z,A58
0641 3C		INC A
0642 BA		CP D
0643 CA5806		JP Z,A59
0646 0630	A57:	LD B,30H
0648 0E30		LD C,30H
064A 1630		LD D,30H
064C C35E06		JP A60
064F 0636	A58:	LD B,36H
0651 0E35		LD C,35H
0653 1632		LD D,32H
0655 C35E06		JP A60
0658 0632	A59:	LD B,32H
065A 0E31		LD C,31H
065C 1635		LD D,35H
065E 3E00	A60:	LD A,00H
0660 00	A63:	NOP
0661 BB		CP E
0662 CA9A06		JP Z,A61
0665 04		INC B
0666 F5		PUSH AF
0667 78		LD A,B
0668 FE3A		CP 3AH
066A CA7206		JP Z,A62
066D F1		POP AF
066E 3C		INC A
066F C36006		JP A63
0672 00	A62:	NOP
0673 F1		POP AF
0674 0C		INC C
067E 0630		LD B,30H
0677 F5		PUSH AF
0678 79		LD A,C
0679 FE3A		CP 3AH
067B CA8306		JP Z,A64
067E F1		POP AF
067F 3C		INC A
0680 C36006		JP A63
0683 00	A64:	NOP
0684 F1		POP AF

0685 14		INC D
0686 0E30		LD C,30H
0688 F5		PUSH AF
0689 7A		LD A,D
068A FE3A		CP 3AH
068C CA9406		JP Z,A65
068F F1		POP AF
0690 3C		INC A
0691 C36006		JP A63
0694 00	A65:	NOP
0695 F1		POP AF
0696 3C		INC A
0697 C36006		JP A63
069A 7A	A61:	LD A,D
069B 323720		LD (2037H),A
069E 79		LD A,C
069F 323820		LD (2038H),A
06A2 78		LD A,B
06A3 323920		LD (2039H),A
06A6 CDBE05		CALL IMP_C_D
06A9 CDAD06		CALL IMP_RES
06AC C9		RET
06AD 00	IMP_RES:	NOP
06AE D9		EXX
06AF CD8005		CALL DELAY
06B2 0E01		LD C,01H
06B4 21C007		LD HL,TAB_9
06B7 00	A66:	NOP
06B8 7E		LD A,(HL)
06B9 D380		OUT(80H),A
06BB CD8005		CALL DELAY
06BE 23		INC HL
06BF 0D		DEC C
06C0 C2B706		JP NZ,A66
06C3 0E14		LD C,14H
06C5 212020		LD HL, 2020H
06C8 00	A67:	NOP
06C9 7E		LD A,(HL)
06CA D381		OUT(81H),A
06CC CD8005		CALL DELAY
06CF 23		INC HL
06D0 0D		DEC C
06D1 C2C806		JP NZ,A67
06D4 CDD906		CALL DELAY_4
06D7 D9		EXX
06D8 C9		RET
06D9 0EFF	DELAY_4:	LD C,0FFH

06DB 06FF		LD B,0FFH
06DD 00	A68:	NOP
06DE 0D		DEC C
06DF C2DD06		JP NZ,A68
06E2 05		DEC B
06E3 C2DD06		JP NZ,A68
06F6 C9		RET
06E7 00	CONE_U:	NOP
06E8 CD8005		CALL DELAY
06EB 0E04		LD C,04H
06ED 21D507		LD HL,TAB_11
06F0 00	A78:	NOP
06F1 7E		LD A,(HL)
06F2 D380		OUT(80H),A
06F4 CD8005		CALL DELAY
06F7 23		INC HL
06F8 0D		DEC C
06F9 C2F006		JP NZ,A78
06FC 0E14		LD C,14H
06FE 21D907		LD HL,TAB_12
0701 00	A79:	NOP
0702 7E		LD A,(HL)
0703 D381		OUT(81H),A
0705 CD8005		CALL DELAY
0708 23		INC HL
0709 0D		DEC C
070A C20107		JP NZ,A79
070D CD8705		CALL DELAY_3
0710 CD8005		CALL DELAY
0713 0E01		LD C,01H
0715 210108		LD HL,TAB_14
0718 00	A81:	NOP
0719 7E		LD A,(HL)
071A D380		OUT(80H),A
071C CD8005		CALL DELAY
071F 23		INC HL
0720 0D		DEC C
0721 C21807		JP NZ,A81
0724 0E14		LD C,14H
0726 21ED07		LD HL,TAB_13
0729 00	A82:	NOP
072A 7E		LD A,(HL)
072B D381		OUT(81H),A
072D CD8005		CALL DELAY
0730 23		INC HL
0731 0D		DEC C
0732 C22907		JP NZ,A82

0735 CD8705		CALL DELAY_3	
0738 00		NOP	
0739 C9		RET	
073A 00	IMP_TX:	NOP	
073B CD8005		CALL DELAY	
073E 0E04		LD C,04H	
0740 212E08		LD HL,TAB_18	
0743 00	A99:	NOP	
0744 7E		LD A,(HL)	
0745 D380		OUT(80H),A	
0747 CD8005		CALL DELAY	
074A 23		INC HL	
074B 0D		DEC C	
074C C24307		JP NZ,A99	
074F 0E14		LD C,14H	
0751 213208		LD HL,TAB_19	
0754 00	A100:	NOP	
0755 7E		LD A,(HL)	
0756 D381		OUT(81H),A	
0758 CD8005		CALL DELAY	
075B 23		INC HL	
075C 0D		DEC C	
075D C25407		JP NZ,A100	
0760 CD8705		CALL DELAY_3	
0763 C9		RET	
0764 01	TAB_1:	DFB 01H	;LIMPA DISPLAY E RETORNA O CURSOR
0765 38		DFB 38H	;2 LINHAS 5X7 (8 BITS)
0766 0C		DFB 0CH	;DISPLAY ACESO SEM O CURSOR
0767 06		DFB 06H	;ESCREVE DESLOCANDO O CURSOR A DIREITA
0768 49	TAB_2:	DFB 49H	;1
0769 6E		DFB 6EH	;0
076A 69		DFB 69H	;1
076B 63		DFB 63H	;0
076C 69		DFB 69H	;1
076D 6F		DFB 6FH	;0
076E 20		DFB 20H	;1
076F 64		DFB 64H	;d
0770 65		DFB 65H	;e
0771 20		DFB 20H	;1
0772 41		DFB 41H	;A
0773 71		DFB 71H	;9
0774 75		DFB 75H	;0
0775 69		DFB 69H	;1
0776 73		DFB 73H	;5
0777 69		DFB 69H	;1
0778 63		DFB 63H	;0
0779 61		DFB 61H	;8

077A 6F		DFB 6FH	;O
077B 01	TAB_3:	DFB 01H	
077C 38		DFB 38H	
077D 0F		DFB 0FH	
077E 06		DFB 06H	
077F 20	TAB_4:	DFB 20H	;
0780 20		DFB 20H	;
0781 20		DFB 20H	;
0782 46		DFB 46H	;F
0783 69		DFB 69H	;i
0784 6E		DFB 6EH	;n
0785 61		DFB 61H	;a
0786 6C		DFB 6CH	;l
0787 20		DFB 20H	;
0788 64		DFB 64H	;d
0789 61		DFB 61H	;a
078A 20		DFB 20H	;
078B 43		DFB 43H	;C
078C 75		DFB 75H	;u
078D 72		DFB 72H	;r
078E 76		DFB 76H	;v
078F 61		DFB 61H	;a
0790 20		DFB 20H	;
0791 20		DFB 20H	;
0792 20		DFB 20H	;
0793 20	TAB_5:	DFB 20H	;
0794 20		DFB 20H	;
0795 20		DFB 20H	;
0796 20		DFB 20H	;
0797 20		DFB 20H	;
0798 4E		DFB 4EH	;N
0799 75		DFB 75H	;u
079A 6D		DFB 6DH	;m
079B 65		DFB 65H	;e
079C 72		DFB 72H	;r
079D 6F		DFB 6FH	;O
079E 3D		DFB 3DH	;=
079F 30		DFB 30H	;0
07A0 30		DFB 30H	;0
07A1 20		DFB 20H	;
07A2 20		DFB 20H	;
07A3 20		DFB 20H	;
07A4 20		DFB 20H	;
07A5 20		DFB 20H	;
07A6 20		DFB 20H	;
07A7 C0	TAB_6:	DFB 0C0H	;MUDAR DE LINHA
07A8 01	TAB_7:	DFB 01H	

07A9 38		DFB 38H	
07AA 0C		DFB 0CH	
07AB 06		DFB 06H	
07AC 20	TAB_8:	DFB 20H	;
07AD 43		DFB 43H	;C
07AE 75		DFB 75H	;u
07AF 72		DFB 72H	;r
07B0 76		DFB 76H	;v
07B1 61		DFB 61H	;a
07B2 20		DFB 20H	;
07B3 44		DFB 44H	;D
07B4 65		DFB 65H	;e
07B5 73		DFB 73H	;s
07B6 65		DFB 65H	;e
07B7 6A		DFB 6AH	;j
07B8 61		DFB 61H	;a
07B9 64		DFB 64H	;d
07BA 61		DFB 61H	;a
07BB 3D		DFB 3DH	;=
07BC 3F		DFB 3FH	;?
07BD 3F		DFB 3FH	;?
07BE 20		DFB 20H	;
07BF 20		DFB 20H	;
07C0 C0	TAB_9:	DFB 0C0H	;MUDAR DE LINHA
07C1 50	TAB_10:	DFB 50H	;P
07C2 3D		DFB 3DH	;=
07C3 20		DFB 20H	;
07C4 20		DFB 20H	;
07C5 20		DFB 20H	;
07C6 6B		DFB 6BH	;K
07C7 67		DFB 67H	;9
07C8 66		DFB 66H	;f
07C9 2F		DFB 2FH	;/
07CA 63		DFB 63H	;c
07CB 6D		DFB 6DH	;m
07CC 32		DFB 32H	;2
07CD 20		DFB 20H	;
07CE 44		DFB 44H	;D
07CF 3D		DFB 3DH	;=
07D0 20		DFB 20H	;
07D1 20		DFB 20H	;
07D2 20		DFB 20H	;
07D3 6D		DFB 6DH	;m
07D4 6D		DFB 6DH	;m
07D5 01	TAB_11:	DFB 01H	
07D6 38		DFB 38H	
07D7 0F		DFB 0FH	

07D8 06		DFB 06H	
07D9 20	TAB_12:	DFB 20H	;
07DA 20		DFB 20H	;
07DB 20		DFB 20H	;
07DC 43		DFB 43H	;C
07DD 6F		DFB 6FH	;0
07DE 6E		DFB 6EH	;n
07DF 65		DFB 65H	;e
07E0 20		DFB 20H	;
07E1 55		DFB 55H	;U
07E2 74		DFB 74H	;t
07E3 69		DFB 69H	;i
07E4 6C		DFB 6CH	;l
07E5 69		DFB 69H	;i
07E6 7A		DFB 7AH	;z
07E7 61		DFB 61H	;a
07E8 64		DFB 64H	;d
07E9 6F		DFB 6FH	;0
07EA 20		DFB 20H	;
07EB 3F		DFB 3FH	;?
07EC 20		DFB 20H	;
07ED 20	TAB_13:	DFB 20H	;
07EE 20		DFB 20H	;
07EF 20		DFB 20H	;
07F0 20		DFB 20H	;
07F1 20		DFB 20H	;
07F2 20		DFB 20H	;
07F3 20		DFB 20H	;
07F4 31		DFB 31H	;1
07F5 20		DFB 20H	;
07F6 6F		DFB 6FH	;0
07F7 75		DFB 75H	;u
07F8 20		DFB 20H	;
07F9 32		DFB 32H	;2
07FA 20		DFB 20H	;
07FB 20		DFB 20H	;
07FC 20		DFB 20H	;
07FD 20		DFB 20H	;
07FE 20		DFB 20H	;
07FF 20		DFB 20H	;
0800 20		DFB 20H	;
0801 C0	TAB_14:	DFB 0C0H	;MUDAR DE LINHA
0802 01	TAB_15:	DFB 01H	
0803 38		DFB 38H	
0804 0F		DFB 0FH	
0805 06		DFB 06H	
0806 20	TAB_16:	DFB 20H	;

0807 50	DFB 50H	;P
0808 65	DFB 65H	;e
0809 6E	DFB 6EH	;n
080A 65	DFB 65H	;e
080B 74	DFB 74H	;t
080C 72	DFB 72H	;r
080D 2E	DFB 2EH	;.
080E 20	DFB 20H	;
080F 45	DFB 45H	;E
0810 6C	DFB 6CH	;l
0811 65	DFB 65H	;e
0812 74	DFB 74H	;t
0813 72	DFB 72H	;r
0814 6F	DFB 6FH	;o
0815 6E	DFB 6EH	;n
0816 69	DFB 69H	;i
0817 63	DFB 63H	;c
0818 6F	DFB 6FH	;o
0819 20	DFB 20H	;
081A 45	TAB_17: DFB 45H	;E
081B 6E	DFB 6EH	;n
081C 67	DFB 67H	;g
081D 2E	DFB 2EH	;.
081E 20	DFB 20H	;
081F 52	DFB 52H	;R
0820 75	DFB 75H	;u
0821 72	DFB 72H	;r
0822 61	DFB 61H	;a
0823 6C	DFB 6CH	;l
0824 2D	DFB 2DH	;-
0825 4C	DFB 4CH	;L
0826 61	DFB 61H	;a
0827 62	DFB 62H	;b
0828 2E	DFB 2EH	;.
0829 49	DFB 49H	;I
082A 6E	DFB 6EH	;n
082B 73	DFB 73H	;s
082C 74	DFB 74H	;t
082D 2E	DFB 2EH	;.
082E 01	TAB_18: DFB 01H	
082F 38	DFB 38H	
0830 0F	DFB 0FH	
0831 06	DFB 06H	
0832 20	TAB_19: DFB 20H	;
0833 54	DFB 54H	;T
0834 72	DFB 72H	;r
0835 61	DFB 61H	;a

0836 6E	DFB 6EH	;n
0837 73	DFB 73H	;s
0838 6D	DFB 6DH	;m
0839 69	DFB 69H	;i
083A 74	DFB 74H	;t
083B 69	DFB 69H	;i
083C 6E	DFB 6EH	;n
083D 64	DFB 64H	;d
083E 6F	DFB 6FH	;o
083F 20	DFB 20H	;
0840 44	DFB 44H	;D
0841 61	DFB 61H	;a
0842 64	DFB 64H	;d
0843 6F	DFB 6FH	;o
0844 73	DFB 73H	;s
0845 20	DFB 20H	;
0846 46	TAB_20: DFB 46H	;F
0847 69	DFB 69H	;i
0848 6E	DFB 6EH	;n
0849 61	DFB 61H	;a
084A 6C	DFB 6CH	;l
084B 20	DFB 20H	;
084C 64	DFB 64H	;d
084D 61	DFB 61H	;a
084E 20	DFB 20H	;
084F 54	DFB 54H	;T
0850 72	DFB 72H	;r
0851 61	DFB 61H	;a
0852 6E	DFB 6EH	;n
0853 73	DFB 73H	;s
0854 6D	DFB 6DH	;m
0855 69	DFB 69H	;i
0856 73	DFB 73H	;s
0857 73	DFB 73H	;s
0858 61	DFB 61H	;a
0859 6F	DFB 6FH	;o

Apêndice 2. Listagem do programa que controla a comunicação serial.

```
PROGRAM SERIAL;
```

```
USES DOS,CRT,PRINTER;
```

```
CONST  STX      = #$2;    ( CARACTERES QUE CONTROLAM RECEPCAO DE DADOS )
       ETX      = #$3;
       NUL      = #$0;
       CR       = #$0D;
       LF       = #$0A;
       NroDados = 1200;
```

```
Type Recebe = Array[1..NroDados] of Char;
```

```
VAR    A,CONTADOR : INTEGER;
       DADO       : CHAR;
       Result      : text;
       I,J,K,M     : integer;
       Cadeia      : Recebe;
       ArqSaida    : String[40];
```

```
PROCEDURE AUXINIT (PORT:WORD);
```

```
  INLINE(
    $58/      ( POP AX  )
    $5A/      ( POP DX  )
    $B4/$00/  ( MOV AH,0 )
    $CD/$14); ( INT 14H )
```

```
FUNCTION AUXINCHAR (PORT:WORD):CHAR;
```

```
  INLINE(
    $5A/      ( POP DX  )
    $B4/$02/  ( MOV AH,2 )
    $CD/$14); ( INT 14H )
```

```
PROCEDURE AUXOUTCHAR (PORT:WORD;CH:CHAR);
```

```
  INLINE(
    $58/      ( POP AX  )
    $5A/      ( POP DX  )
    $B4/$01/  ( MOV AH,1 )
    $CD/$14); ( INT 14H )
```

```
FUNCTION AUXINREADY (PORT:WORD):BOOLEAN;
```

```
  INLINE(
    $5A/      ( POP DX  )
    $B4/$03/  ( MOV AH,3 )
    $CD/$14/  ( INT 14H )
    $88/$E0/  ( MOV AL,AH)
```

```

$24/$01); ( AND AL,1 )

BEGIN
  ClrScr;
  GotoXY(10,10);
  Write('Entre com o nome do arquivo de saida : ');
  ReadLn(ArqSaida);
  Assign(Result,ArqSaida);
  Rewrite(Result);

  I:=0;
  J:=0;
  K:=1;

  AUXINIT(0,135); ( INICIALIZA PORTA COM1=0,COM2=1 )
                  ( 1200 BAUD,SEM PARIDADE ,2 STOP BITS,PALAVRA 8 BITS )

  CLRSCR;
  WRITELN('      Sistema de Recepcao de Dados');
  WRITELN;
  WRITELN('      Aperte uma tecla para iniciar');
  WRITELN;
  ReadLn;
  ClrScr;
  GotoXY(10,10);
  WriteLn('Pronto para receber dados pela com1');
  GotoXY(10,12);
  WriteLn('Aperte uma tecla para abortar');
  repeat
    Repeat
      REPEAT
        UNTIL (AUXINREADY(0)OR KEYPRESSED); ( ESPERA POR INFORMACAO )
        Inc(I);
        Cadeia[I]:=AUXINCHAR(0);
      UNTIL (KEYPRESSED) or (I=NroDados);
      GotoXY(10,14);
      WriteLn('  Aguarde - gravando dados');
      Writeln(Result);
      Writeln(Result);
      Write(Result,'Curva numero ');
      Write(Result,K);
      Writeln(Result);
      Writeln(Result);
      K:=I;
    For I:=1 to K Do
      Begin
        Inc(J);

```

```

Write(Result,Cadeia[I]);
If J=60
  Then Begin
    J:=0;
    WriteLn(Result);
  End;
End;
gotoxy(14,20);
writeln('Curva numero = ',M);
Inc(M);
I:=0;
J:=0;
AUXOUTCHAR(0,CR);
until (M=100) or (KEYPRESSED);
AUXOUTCHAR(0,CR);
Close(Result);
ClrScr;
WriteLn('Operacao feita com sucesso !');
END.

```

ATENCAO PARA A INFORMACAO

0 0 0 1 1 1 1 1 = 31

BIT 7 6 5 4 3 2 1 0

X X X BAUD RATE
 X X PARITY
 X STOP BITS
 X X WORD LENGTH

BAUD RATE	PARITY	STOP	WORD LENGTH
000 110	00 NO	0 = 1 STOP	10 = 7 BITS
001 150	01 ODD	1 = 2 STOP	11 = 8 BITS
010 300	10 NO		
011 600	11 EVEN		
100 1200			
101 2400			
110 4800			
111 9600			

Apêndice 3. Listagem do programa que subdivide o arquivo principal em outros menores compostos de 10 curvas.

```
Program Conversao;
```

```
Uses Dos,Crt,Printer;
```

```
Const Coluna=1;
```

```
Var ArqLeitura,
    ArqSaida   :Text;
    Fonte,
    Destino    :String[80];
    Linha      :String[60];
    OpCode     :String;
    I,J,X,C,L,k :Integer;
```

```
Function Decimal(Var OpCode:String):Integer;
    ( Esta funcao retorna o valor em decimal correspondente ao OpCode )
    Var HB, LB:Integer;
```

```
Begin
    HB:=Ord(OpCode[1]);
    IF HB <=57
        Then HB:=HB - 48 (F0)
        Else HB:=HB - 55;
    LB:=Ord(OpCode[2]);
    IF LB <=57
        Then LB:=LB - 48 (F0)
        Else LB:=LB - 55;
    Decimal:=(HB*16+LB)
End;
```

```
Begin      (comeco do programa principal)
    ClrScr;
    WriteLn('          Programa de Conversao de Arquivos');
    WriteLn;
```

```
Write('Entre com nome do Arquivo Fonte      :');
ReadLn(Fonte);
Write('Entre com nome do lo Arquivo Destino :');
ReadLn(Destino);
```

```
Assign(ArqLeitura,Fonte);
Assign(ArqSaida ,Destino);
Rewrite(ArqSaida);
Reset(ArqLeitura);
```

```
ReadLn(ArqLeitura,Linha); (comeco da transformacao)
ClrScr;
```

```

X:=1;
J:=Coluna;
OpCode:='';
While (Not(Eof(ArqLeitura)) and Not (KeyPressed) and (x<100)) do
Begin
  ClrScr;
  Gotoxy(10,14);
  Writeln('Convertendo a Curva Numero ',x);
  Readln(ArqLeitura,linha);
  Readln(ArqLeitura,linha);
  Readln(ArqLeitura,linha);
  Readln(ArqLeitura,linha);
  Writeln(ArqSaida,'      Curva numero ',x);
  Writeln(ArqSaida);
  Writeln(ArqSaida);
  For L:=1 to 20 do      (for numero 3)
  Begin
    For k:=1 to 2 do
    Begin
      For C:=1 to 6 do      (for numero 2)
      Begin
        For I:=1 to 2 do      (for numero 1)
        Begin
          OpCode[I]:=Linha[CJ];
          Inc(J);
        End;
        End;      (final do 1)
        Write(ArqSaida,decimal(OpCode));
        Write(ArqSaida,' ');
        Inc(J);
        C:=C+2;
        case J of
          7: Begin
              J:=31;
            End;
          end;
        End;      (final 2)
        Writeln(ArqSaida);
        End;
        Readln(ArqLeitura,linha);
        J:=Coluna;
        End;      (final 3)
        Inc(X);
        Writeln(ArqSaida);
        Writeln(ArqSaida);
        Writeln(ArqSaida);
        J:=coluna;
        Case x of

```

```
11: Begin
    Close(ArqSaida);
    ClrScr;
    Write('Entre com o nome do 2o Arquivo Destino :');
    Readln(Destino);
    Assign(ArqSaida, Destino);
    Rewrite(ArqSaida);
End;
21: Begin
    Close(ArqSaida);
    ClrScr;
    Write('Entre com o nome do 3o Arquivo Destino :');
    Readln(Destino);
    Assign(ArqSaida, Destino);
    Rewrite(ArqSaida);
End;
31: Begin
    Close(ArqSaida);
    ClrScr;
    Write('Entre com o nome do 4o Arquivo Destino :');
    Readln(Destino);
    Assign(ArqSaida, Destino);
    Rewrite(ArqSaida);
End;
41: Begin
    Close(ArqSaida);
    ClrScr;
    Write('Entre com o nome do 5o Arquivo Destino :');
    Readln(Destino);
    Assign(ArqSaida, Destino);
    Rewrite(ArqSaida);
End;
51: Begin
    Close(ArqSaida);
    ClrScr;
    Write('Entre com o nome do 6o Arquivo Destino :');
    Readln(Destino);
    Assign(ArqSaida, Destino);
    Rewrite(ArqSaida);
End;
61: Begin
    Close(ArqSaida);
    ClrScr;
    Write('Entre com o nome do 7o Arquivo Destino :');
    Readln(Destino);
    Assign(ArqSaida, Destino);
    Rewrite(ArqSaida);
```



```

End;
71: Begin
    Close(ArqSaida);
    ClrScr;
    Write('Entre com o nome do 8o Arquivo Destino :');
    Readln(Destino);
    Assign(ArqSaida, Destino);
    Rewrite(ArqSaida);
End;
81: Begin
    Close(ArqSaida);
    ClrScr;
    Write('Entre com o nome do 9o Arquivo Destino :');
    Readln(Destino);
    Assign(ArqSaida, Destino);
    Rewrite(ArqSaida);
End;
91: Begin
    Close(ArqSaida);
    ClrScr;
    Write('Entre com o nome do 10o Arquivo Destino :');
    Readln(Destino);
    Assign(ArqSaida, Destino);
    Rewrite(ArqSaida);
End;
end;
End;
Close(ArqSaida);
Close(ArqLeitura);
ClrScr;
Gotoxy(10,14);
Writeln('OPERACAO FEITA COM SUCESSO !!!');
Writeln;
Writeln;
Writeln;
Writeln;
Writeln;
Writeln;
end.

```

Apêndice 4. Listagem das macros que processam os dados no
LOTUS 123.

```

\m (Home){Beep} \fin(?)~{Beep} /xnGua1 Cone utilizado: .2 ou .5 pol2 ??cone~{goto}inicio~
+((.10041A4)/%cone)*98.039216~ /cinicio~D5..D457~{goto}E4~ +((3.04141B4))*$.001~/ce4~e5..e457~
/grg{esc}{esc} /fs{esc}{esc}{?}~ /reD47~ /reD93~ /reD139~ /reD185~ /reD231~ /reD277~ /reD323~
/reD369~ /reD415~ {goto}D4~
(for count,1,457-@cellpointer("row")+1,1,fill){goto}E4~
(for count,1,457-@cellpointer("row")+1,1,fill){goto}A1~ /gofglqsxa10~u0.6~ {esc}s1~~ ym10~u10000~ q~s100~qq
{goto}d3~0~{left} {down} {for count,1,7,1,loop} /gtxxE3..E43~ aD3..D43~ ofINDICE DE CONE~ tsCURVA No {?}~
txProfundidade em [m]~ tyIndice de cone - IC [KPa]~ q{Beep}s {esc}{?}~ rxaqq {goto}A47~ {goto}d49~0~ {right}0~
{down}{left} {for count,1,7,1,loop} /qxe49..e89~aD49..d89~ ots {esc}Curva No {?}~ q{Beep}s{esc}{?}~ rxaqq
{goto}A93~
{goto}95~0~ {right}0~ {down}{left} {for count,1,7,1,loop} /qxe95..e135~aD95..D135~ ots {esc}Curva No {?}~
q{Beep}s{esc}{?}~ rxaqq{goto}A139~
{goto}d141~0~ {right}0~ {down}{left} {for count,1,7,1,loop} /qxe141..e181~aD141..D181~ ots {esc}Curva No {?}~
q{Beep}s{esc}{?}~ rxaqq{goto}A185~
{goto}d187~0~ {right}0~ {down}{left} {for count,1,7,1,loop} /qxe187..e227~aD187..D227~ ots {esc}Curva No {?}~
q{Beep}s{esc}{?}~ rxaqq{goto}A231~
{goto}d233~0~ {right}0~ {down}{left} {for count,1,7,1,loop} /qxe233..e273~aD233..D273~ ots {esc}Curva No {?}~
q{Beep}s{esc}{?}~ rxaqq{goto}A277~
{goto}d279~0~ {right}0~ {down}{left} {for count,1,7,1,loop} /qxe279..e319~aD279..D319~ ots {esc}Curva No {?}~
q{Beep}s{esc}{?}~ rxaqq{goto}A323~
{goto}d325~0~ {right}0~ {down}{left} {for count,1,7,1,loop} /qxe325..e365~aD325..D365~ ots {esc}Curva No {?}~
q{Beep}s{esc}{?}~ rxaqq{goto}A369~
{goto}d371~0~ {right}0~ {down}{left} {for count,1,7,1,loop} /qxe371..e411~aD371..D411~ ots {esc}Curva No {?}~
q{Beep}s{esc}{?}~ rxaqq{goto}A415~
{goto}d417~0~ {right}0~ {down}{left} {for count,1,7,1,loop} /qxe417..e457~aD417..D457~ ots {esc}Curva No {?}~
q{Beep}s{esc}{?}~ rxaqq/qy

```

cone

inicio

count

```

fill {if @cellpointer("contents")<0}{Down}{return}
/re~{down}

```

```

loop {if @cellpointer("type")="b"}0~{down}{return}
{down}

```

```

\p {goto}g1~Curva 1~ {goto}g3~IC(kPa)~{goto}i3~Prof.(m)~
/md4..d43~g4..g43~ /me4..e43~ i4..i43~
{goto}k1~Curva 2~ {goto}k3~IC(kPa)~{goto}m3~Prof.(m)~
/md50..d89~k4..k43~ /me50..e89~ m4..m43~
{goto}g57~Curva 3~ {goto}g59~IC(kPa)~{goto}i59~Prof.(m)~
/md96..d135~g60..g99~ /me96..e135~ i60..i99~
{goto}k57~Curva 4~ {goto}k59~IC(kPa)~{goto}m59~Prof.(m)~
/md142..d181~k60..k99~ /me142..e181~ m60..m99~
{goto}g113~Curva 5~ {goto}g115~IC(kPa)~{goto}i115~Prof.(m)~
/md188..d227~g116..g155~ /me188..e227~ i116..i155~
{goto}k113~Curva 6~ {goto}k115~IC(kPa)~{goto}m155~Prof.(m)~
/md234..d273~k116..k155~ /me234..e273~ m116..m155~
{goto}g169~Curva 7~ {goto}g171~IC(kPa)~{goto}i171~Prof.(m)~
/md280..d319~g172..g211~ /me280..e319~ i172..i211~
{goto}k169~Curva 8~ {goto}k271~IC(kPa)~{goto}m171~Prof.(m)~
/md326..d365~k172..k211~ /me326..e365~ m172..m211~
{goto}g225~Curva 9~ {goto}g227~IC(kPa)~{goto}i227~Prof.(m)~
/md372..d411~g228..g267~ /me372..e411~ i228..i267~
{goto}k225~Curva 10~ {goto}k227~IC(kPa)~{goto}m227~Prof.(m)~
/md418..d457~k228..k267~ /me418..e457~ m228..m267~
{goto}c1~Ligue a impressora!{?}~
/pprg1..m267~gq
/qy

```

Apêndice 5. Curvas dos dados adquiridos em campo.

INDICE DE CONE

Curva No 1

INDICE DE CONE

Curva No 2

INDICE DE CONE

Curva No 3

INDICE DE CONE

Curva No 4

INDICE DE CONE

Curva No 5

INDICE DE CONE

Curva No 6

INDICE DE CONE

Curva No 7

INDICE DE CONE

Cura Nº 8

INDICE DE CONE

Curva No 9

INDICE DE CONE

Curva Nº 10

INDICE DE CONE

Curva Nº 1

INDICE DE CONE

Curva Nº 2

INDICE DE CONE

CURVA Nº 3

INDICE DE CONE

Curva No 4

INDICE DE CONE

Curva No 5

INDICE DE CONE

Curva No 6

INDICE DE CONE

Curva No 7

INDICE DE CONE

Curva No 8

INDICE DE CONE

Curva No 9

INDICE DE CONE

Curva No 10