

# **PENETRÔMETRO GEO-REFERENCIADO PNT-2000**



# Introdução

Obrigado por ter escolhido nosso Penetrômetro PNT-2000. Para garantir o uso correto e eficiente do PNT-2000, leia este manual completo e atentamente para entender como operar o PNT-2000 antes de colocá-lo em funcionamento.

## Sobre este Manual

- 1 - Este manual deve ser entregue ao usuário final do PNT-2000.
- 2 - O conteúdo deste manual está sujeito à alterações sem aviso prévio.
- 3 - Todos os direitos reservados. Nenhuma parte deste manual pode ser reproduzida, de qualquer forma, sem a permissão por escrito da DLG.
- 4 - As especificações contidas neste manual estão limitadas aos modelos padrão e não abrangem produtos especiais, fabricados sob encomenda.
- 5 - Todo o cuidado foi tomado na preparação deste manual, visando garantir a qualidade das informações.

## **CUIDADO!**

O instrumento descrito por este manual técnico é um equipamento para aplicação em área técnica especializada. O usuário é responsável pela configuração e seleção de valores dos parâmetros do instrumento. O fabricante alerta para os riscos de ocorrências com danos tanto a pessoas quanto a bens, resultantes do uso incorreto do instrumento.

# Índice

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>8</b>
Compactação de Solos.....	8
Penetrômetros de Cone.....	9
<b>ITENS QUE ACOMPANHAM .....</b>	<b>10</b>
<b>APLICAÇÕES TÍPICAS.....</b>	<b>11</b>
<b>ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS .....</b>	<b>12</b>
<b>DIMENSÕES.....</b>	<b>13</b>
<b>FUNCIONAMENTO .....</b>	<b>14</b>
<b>TELAS DE CONFIGURAÇÃO .....</b>	<b>16</b>
Menu Principal.....	17
<b>SUB-MENU AQUISIÇÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>SUB-MENU CONFIGURAÇÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>SUB-MENU VISUALIZAÇÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>SUB-MENU CARGA DA BATERIA .....</b>	<b>27</b>
Procedimento de recarga da bateria.....	27
<b>MONTAGEM.....</b>	<b>28</b>
Colocação da Haste .....	28
Interligação com o GPS.....	29
<b>INÍCIO DE UM ENSAIO .....</b>	<b>30</b>
Sem o GPS.....	30
Com o GPS.....	31
Iniciando a Penetração .....	32
Salvar Dados .....	32
Realização do Ensaio Vertical e Vertical Tempo .....	33
Realização do Ensaio Horizontal .....	35

<b>CARREGAR AS BATERIAS .....</b>	<b>36</b>
<b>TRANSFERÊNCIA E ANÁLISE DE DADOS .....</b>	<b>37</b>
Conectando o PNT-2000 ao PC .....	38
Instalação do Programa.....	39
Executando o Programa .....	39
Menu Arquivo .....	40
<i>Abrir</i> .....	40
<i>Salvar e Salvar Como</i> .....	40
<i>Importar Serial</i> .....	41
<i>Exportar</i> .....	41
<i>Imprimir</i> .....	42
<i>Imprimir Texto</i> .....	42
<i>Configurar Impressora</i> .....	42
<i>Propriedades</i> .....	43
<i>Sair</i> .....	43
Análise .....	44
<b>RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>45</b>
<b>GARANTIA .....</b>	<b>46</b>

# Índice de Telas

Tela 1 - Mensagem inicial .....	17
Tela 2 - Menu principal.....	17
Tela 3 - Profundidade e velocidade de penetração (aquisição vertical por profundidade) ...	19
Tela 4 - Aquisição vertical por tempo .....	19
Tela 5 – Aquisição horizontal .....	19
Tela 6 - Máximo IC x profundidade .....	19
Tela 7 - Latitude .....	19
Tela 8 - Longitude .....	19
Tela 9 - Números de ensaios realizados e capacidade de memória.....	20
Tela 10- Menu configuração .....	21
Tela 11 - Data .....	22
Tela 12 - Habilitação do GPS.....	22
Tela 13 - Tipo de Aquisição .....	22
Tela 14 - Tipo de cone .....	22
Tela 15 - Intervalo de aquisição .....	22
Tela 16 - Tempo entre amostragem.....	23
Tela 17 - Número de amostras .....	23
Tela 18 - Força máxima de penetração .....	23
Tela 19 - Profundidade máxima de penetração .....	23
Tela 20 - Apagamento dos registros dos ensaios .....	23
Tela 21 - Menu de visualização dos ensaios .....	25
Tela 22 - Seleciona o ensaio a ser visualizado .....	26
Tela 23 - Máxima Resistência de Penetração do ensaio selecionado .....	26
Tela 24 – Profundidade onde ocorreu máximo Índice de Cone .....	26
Tela 25 - Latitude do ensaio visualizado .....	26
Tela 26 - Longitude do ensaio selecionado.....	26
Tela 27 - Visualização dos pares Índice de Cone x profundidade do ensaio selecionado .....	26
Tela 28 - Status da Bateria .....	27
Tela 29 - Comunicação com o GPS.....	31
Tela 30 - Erro de Comunicação .....	31
Tela 31 - Ensaio abortado.....	31
Tela 32 - Gravando dados na memória.....	32
Tela 33 - Monitoração da Velocidade de Penetração .....	34
Tela 34 - Teste de Penetração Vertical com tempo como critério de aquisição.....	34
Tela 35 - Indicação de aquisição Horizontal .....	35

# Índice de Figuras

Figura 1	- Cones normalizados pela ASAE S313.3. ....	9
Figura 2	- Maleta do PNT-2000.....	10
Figura 3	- Vista frontal do PNT-2000 .....	14
Figura 4	- Opções do menu principal do PNT-2000.....	17
Figura 5	- Sub-menu de aquisição .....	18
Figura 6	- Sub-menu de configuração.....	21
Figura 7	- Sub-menu de visualização dos ensaios.....	24
Figura 8	- Conexão das Hastes .....	28
Figura 9	- Colocação da Base Refletores e do Cone.....	29
Figura 10	- Interligação do PNT ao GPS .....	29
Figura 11	- Realizando o Ensaio.....	33
Figura 12	- Carregador do PNT-2000 para rede de 100~240 Vca.....	36
Figura 13	- Conectando o PNT-2000 ao computador .....	38
Figura 14	- Tela inicial do programa de transferência e análise de dados.....	39
Figura 15	- Opções do Menu “Arquivo” .....	40
Figura 16	- Janela de comunicação com o PNT-2000 .....	41
Figura 17	- Exemplo de Arquivo impresso a partir de uma coleta com o Penetrômetro. ....	42
Figura 18	- Entrada para propriedades do arquivo baixado.....	43
Figura 19	- Opções do Menu “Análise” .....	44
Figura 20	- Janela para visualização de atributos individuais de cada ponto amostrado.....	44

## Apresentação

### Compactação de Solos

A intensificação do uso de maquinário agrícola no manejo e cultivo do solo agrícola provoca, em seu perfil pedológico, um aumento de sua densidade natural. Tal ocorrência é verificada através da formação de camadas superficiais e sub-superficiais de solo compactado, cuja condição é quase sempre prejudicial ao perfeito desenvolvimento das culturas, principalmente ao sistema radicular e ao processo de infiltração e armazenamento de água em seu perfil, causa principal dos processos de erosão do solo.

O estado do solo, no que diz respeito ao seu adensamento, quer por ocorrência natural ou daquelas provocadas por percolação induzida (precipitação e irrigação), ou ainda pela compactação exercida através da ação e tráfego de máquinas e equipamentos agrícolas, tem sido avaliado com grande ênfase por pesquisadores e administradores rurais.

A determinação da ocorrência de camadas de solo compactado torna-se fundamental para os estudos científicos que necessitam do levantamento do controle local de áreas experimentais e contribui para a determinação do estado físico do solo, tanto nos estudos pedológicos, assim como naqueles que avaliam a relação máquina-solo-planta.

Na administração agrícola, o conhecimento da ocorrência e localização de camadas de solo compactado, principalmente aquelas que se formam em condições sub-superficiais, é de suma importância para o dimensionamento de equipamentos, para mobilização visando o preparo do solo e para o planejamento conservacionista das propriedades agrícolas.

Para a mensuração das camadas de solo compactado através do perfil penetrográfico, existem vários tipos e modelos de penetrômetros e penetrógrafos.



### Penetrômetros de Cone

O ideal seria que as medidas para quantificar a resistência do solo, fossem feitas por métodos diretos, ou seja, através do próprio sistema radicular. Porém esses métodos são de difícil aplicação prática.

A Resistência a Penetração (Índice de Cone) é o método mais prático para se mensurar a compactação do solo. Este método consiste em inserir uma ponta cônica e medir a força exercida para penetração. Segundo a norma ASAE S313.3, a Resistência de Penetração é a pressão sobre a área de um cone com ângulo sólido de 30°. Dois padrões de cone são especificados por esta norma (cone tipo 1 e cone tipo 2) o terceiro cone não está especificado por esta norma (cone tipo 3).

Cone	$\phi d$ (mm)	h (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )
Tipo 1	20,27	37,80	323 mm <sup>2</sup>
Tipo 2	12,83	23,90	129 mm <sup>2</sup>
Tipo 3	9,525 (3/8")	17,80	71,25 mm <sup>2</sup>

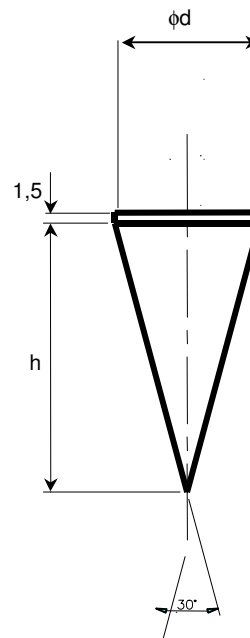


Figura 1 - Cones normalizados pela ASAE S313.3.

Dessa forma, a Resistência a Penetração (RP) pode ser calculada da seguinte forma:

$$RP = \frac{F}{A}$$

Onde:

- RP = Resistência a Penetração (Índice de Cone), em Pa (pascal)
- F = Força exercida no cone, em N (newtons).
- A = Área da seção transversal do cone, em m<sup>2</sup>.

## Itens Que Acompanham

O conjunto completo PNT-2000 constitui de:

- Módulo eletrônico PNT-2000
- Haste e cone grande
- Haste e cone médio
- Haste e cone pequeno
- Base refletora
- Cabo de comunicação com PC
- Cabo adaptador para carregador / RS-232
- Fonte de Alimentação
- Jogo de chaves fixas 7, 8 e 9 mm
- CD-ROM com software Penetrômetro e manual
- Manual de instruções
- Maleta para acondicionamento e transporte



Figura 2 - Maleta do PNT-2000

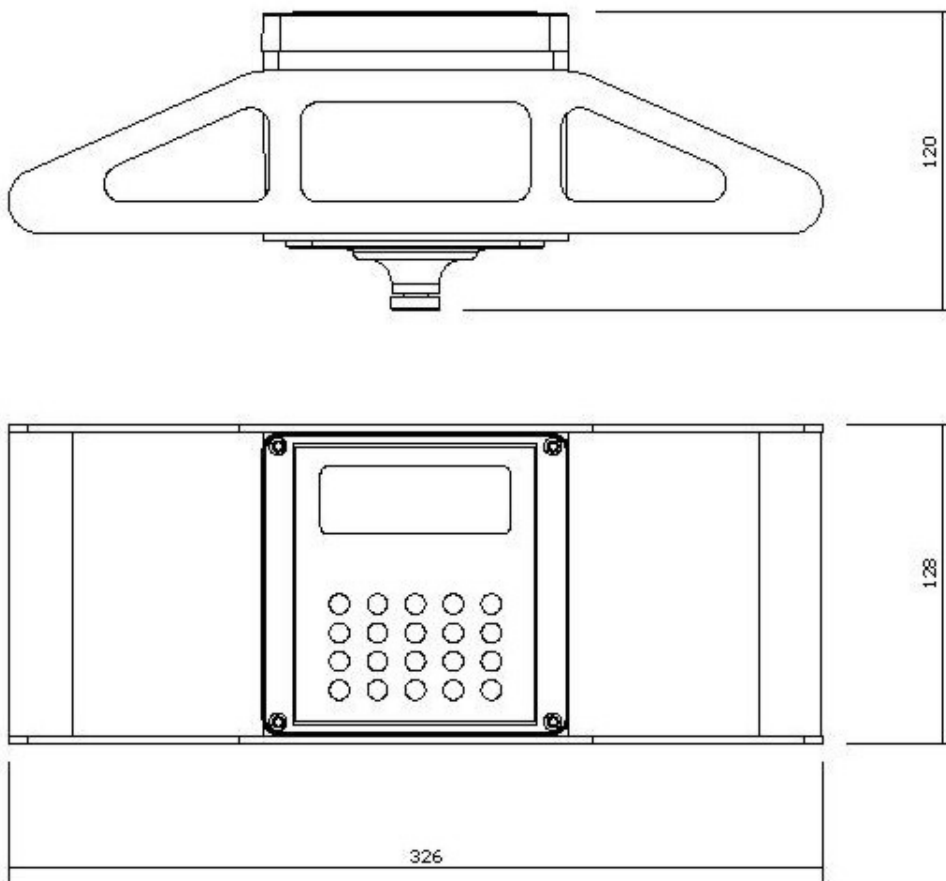
## Aplicações Típicas

- Medição da compactação de solo com uma profundidade máxima de 550 mm.

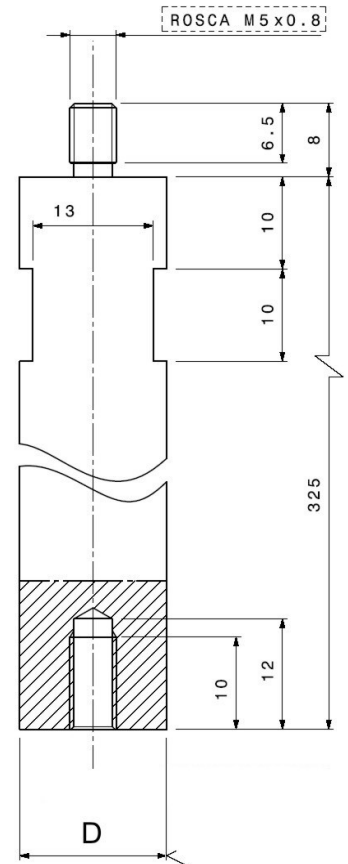
## Especificações Técnicas

Tipo	Parâmetro	
Alimentação	Bateria interna recarregável de 3,6 Vdc Carregador de bateria inteligente em fonte 110/220 Vca	
Tipos de Cones	De acordo com a norma ASAE S313.3: - Cone tipo 1 (grande) : 323 mm <sup>2</sup> - Cone tipo 2 (médio) : 129 mm <sup>2</sup> Não Normalizados - Cone tipo 3 (pequeno) : 71,25 mm <sup>2</sup>	
Profundidade máxima de penetração	600 mm	
Medição de Força	Célula de carga de capacidade máxima de 1500 N	
Medição de Profundidade	Por sensor ultra-sônico, com precisão de 1 mm	
Comunicação com GPS	Protocolo de comunicação NMEA-0183	
Comunicação com o computador	Interface serial RS-232C	
Capacidade de Memória	2048 ensaios	
Hastes de Penetração	Todas as hastes são partidas em duas partes. - Haste tipo 1 (grossa) : 325 mm x (D) Ø 1,587 mm (5/8") - Haste tipo 2 (média) : 325 mm x (D) Ø 0,952 mm (3/8") - Haste tipo 3 (fina) : 325 mm x (D) Ø 0,793 mm (5/16")	
Material de Construção	Hastes e Cones	Aço INOX
	Impugnadora	Aço Carbono Pintado em EPOXI
	Caixa de Instrumentos	Plástico ABS

## Dimensões



Dimensional do PNT-2000



Dimensional da haste de penetração. O valor D está indicado na tabela de Especificações.

## Funcionamento

O Penetrômetro Geo-referenciado PNT-2000 é totalmente operado pelo teclado frontal e possui também um display que permite acompanhar todas as operações realizadas.

A Figura 3 mostra o frontal do equipamento. Nesta figura pode-se observar o display para visualização das operações, o teclado numérico, a manopla para apoio das mãos do operador que deve ser utilizada durante o ensaio de penetração, o conector multifunção para se interligar o PNT-2000 ao computador (serial RS-232) ou ao GPS (Padrão NMEA) e também a fonte de alimentação ou bateria 12 Vcc(consultar).



Figura 3 - Vista frontal do PNT-2000

Cada tecla do PNT-2000 possui somente uma função conforme mostrado no Quadro 1. A operação e a configuração do PNT-2000 se dividem em cinco menus principais:

Aquisição









Configuração

Visualização de registros

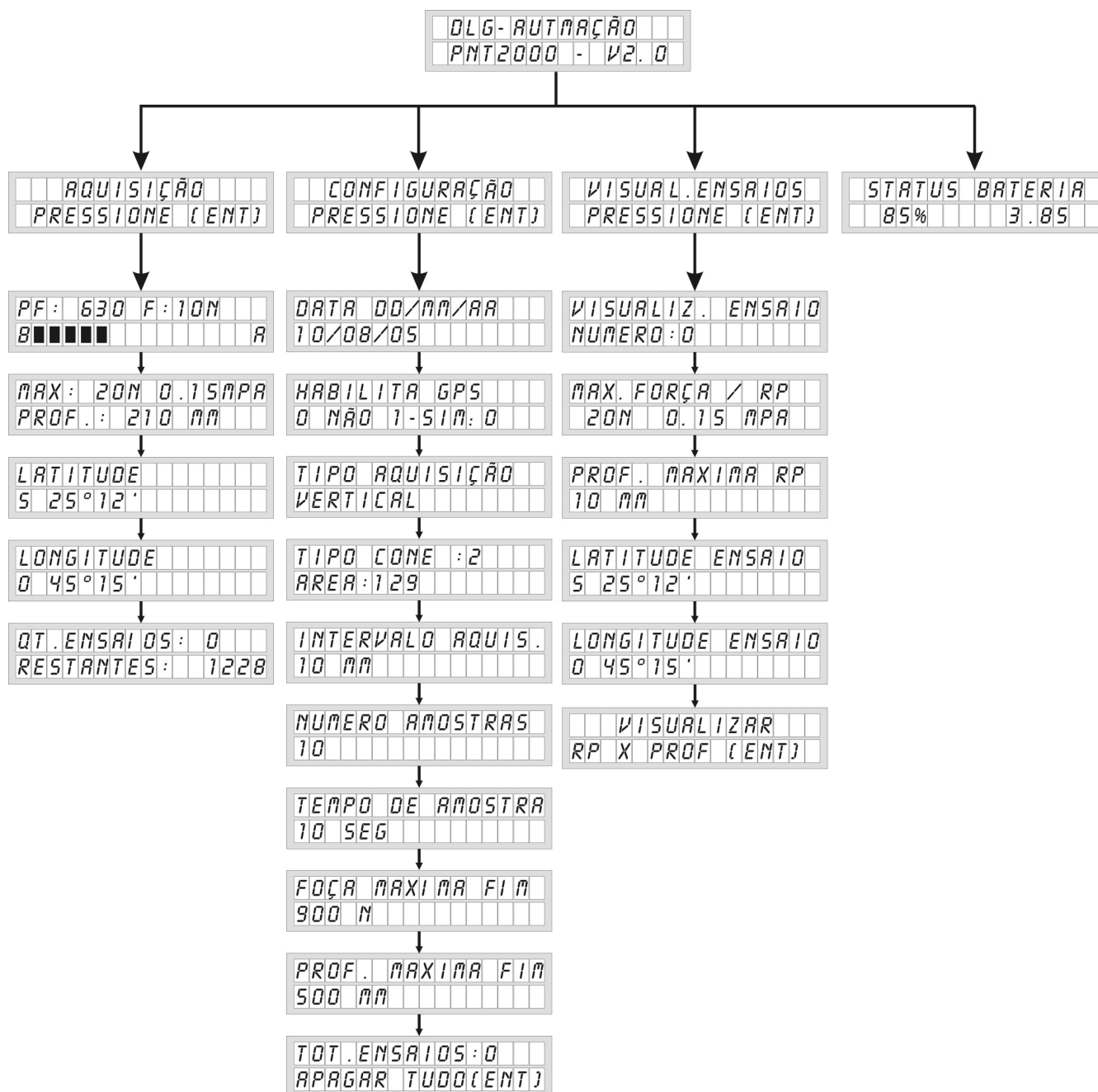
Estado da bateria

Set-up

Tabela 1 - Teclas do PNT-2000

Teclas	Função
	Tecla On: Ao ser pressionada liga o PNT-2000. Quando pressionada por 2 segundos ou mais desliga o PNT-2000.
	Teclas Numéricas: Utilizadas para a entrada de parâmetros na operação do PNT-2000.
	Tecla Delete: Apaga um caractere à esquerda nos modos de digitação de dados
	Tecla Escape: No modo de configuração abandona o item atual e retorna ao anterior, ou ainda, retorna do sub-menu para o menu principal. Durante a realização do ensaio abandona a aquisição de dados.
	Tecla Próximo: Apresenta o menu ou sub-menu posterior.
	Tecla Anterior: Apresenta o menu ou sub-menu anterior.
	Tecla Enter: Passa do menu principal para os seus sub-menus correspondentes. Confirma um valor digitado.
	Tecla Iniciar: Inicia um ensaio. É habilitada somente no modo de aquisição.

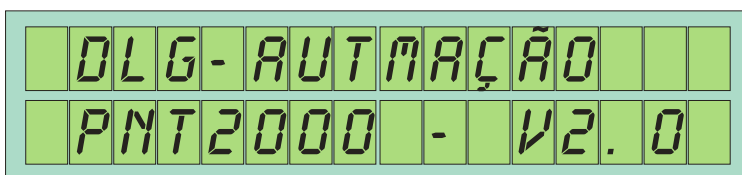
## Telas de Configuração





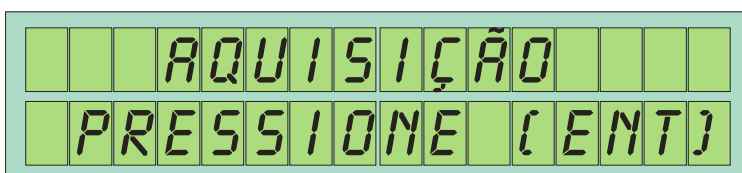
## Menu Principal

Pressionando a Tecla **ON** por pelo menos um segundo, o PNT-2000 será ligado e o display mostrará a seguinte mensagem:



Tela 1 - Mensagem inicial

Após a inicialização do equipamento, aparecerá a seguinte mensagem no display:



Tela 2 - Menu principal

Esta mensagem indica que o equipamento se encontra no menu principal, e portanto, os outros menus podem ser acessados através das teclas **▼** ou **▲**. Pode-se acessar os sub-menus desejados pressionando-se **ENT**. A Figura 4 mostra as opções do menu principal.

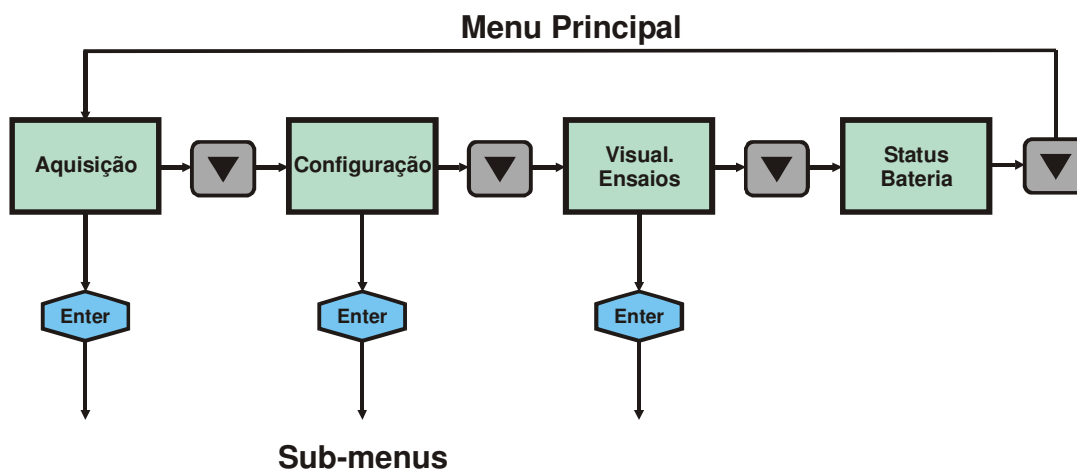


Figura 4 - Opções do menu principal do PNT-2000

### Sub-Menu Aquisição

O Sub-menu “Aquisição” conduz o usuário ao procedimento para a realização de ensaios de penetração para determinação da Resistência de Penetração - RP (Índice de Cone – IC) em função da profundidade. Pressionando-se **ENT** o usuário irá acessar o sub-menu de aquisição, conforme mostra a Figura 5.

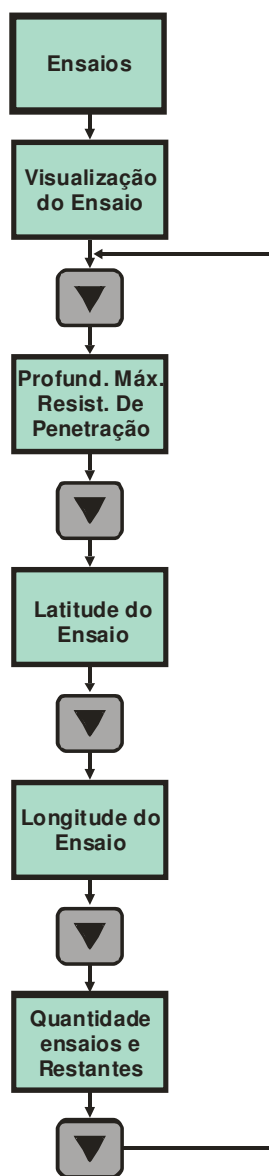



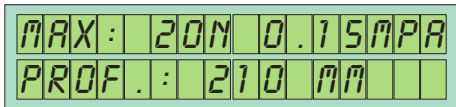
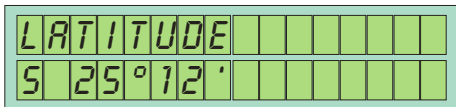
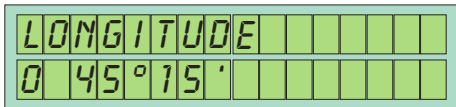
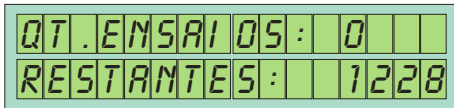


Figura 5 - Sub-menu de aquisição

Pressionando-se as teclas  ou  navega-se por cada um dos itens deste sub-menu. As telas deste sub-menu são as mostradas na Tela 2:

Tabela 2 - Sub-menu de Aquisição

Itens	Descrição
 <p>Tela 3 - Profundidade e velocidade de penetração (aquisição vertical por profundidade)</p>	<p>Esta tela indica na primeira linha a profundidade instantânea (P:) com valores em milímetros e a força instantânea (F:) em newtons Na segunda linha tem-se uma indicação do tipo gráfico de barras da velocidade de penetração. Uma barra gráfica totalmente apagada indica uma velocidade zero, enquanto que uma barra totalmente preenchida indica uma velocidade de penetração igual ao dobro recomendada. Assim, o usuário deve procurar manter a barra gráfica na metade do valor máximo.</p>
 <p>Tela 4 - Aquisição vertical por tempo</p>	<p>Nesta tela temos as indicações para um teste horizontal. TMP é apenas a indicação do tempo configurado, F é a força medida no instante do teste, AMOSTRA é o valor capturado para aquela amostra.</p>
 <p>Tela 5 - Aquisição horizontal</p>	<p>Nesta tela temos as indicações para um teste horizontal. PF é apenas a indicação da profundidade configurada, F é a força medida no instante do teste, AM é o numero de amostras capturadas, até o momento, para um teste este numero é configurado inicialmente e MD é a media das amostras capturadas no teste</p>
 <p>Tela 6 - Máximo IC x profundidade</p>	<p>Esta tela indica na primeira linha o máximo Índice de Cone (IC) em quilopascal (kPa) ocorrido durante o ensaio de penetração. Na segunda linha é indicada a profundidade em que o máximo Índice de Cone ocorreu.</p>
 <p>Tela 7 - Latitude</p>	<p>Visualiza a atitude local, em valores nominais (graus<sup>o</sup> minutos') lida do receptor de GPS ou a latitude informada pelo usuário caso não esteja sendo usado um GPS. A letra antes do valor numérico indica o hemisfério, sendo N para Hemisfério Norte e S para Hemisfério Sul.</p>
 <p>Tela 8 - Longitude</p>	<p>Visualiza a longitude local, em valores em valores nominais (graus<sup>o</sup> minutos'), lida do receptor de GPS ou a longitude informada pelo usuário caso não esteja sendo usado um GPS. A letra antes do valor numérico indica a posição em relação ao Meridiano de Greenwich, sendo L para Leste e O para Oeste do Meridiano de Greenwich.</p>





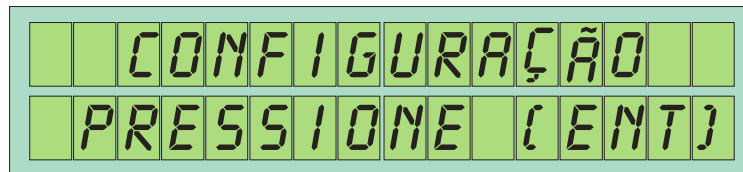
QT. ENSAIOS: 0  
RESTANTES: 1228

Tela 9 - Números de ensaios realizados e capacidade de memória


Esta tela indica na primeira linha a quantidade de ensaios realizados e na segunda linha capacidade de ensaios restantes na memória do PNT-2000. A capacidade do equipamento é de até 1228 ensaios.

## Sub-Menu Configuração

Neste item do menu principal podem ser configuradas algumas opções de ensaio, de acordo com as necessidades. Para o acesso deste item deve-se utilizar as teclas  ou  até aparecer a seguinte tela:



Tela 10- Menu configuração

A Figura 6 mostra a estrutura do sub-menu de configuração. Pressionando  o usuário terá acesso aos Sub-Menus deste item. A Tabela 3 mostra as telas do sub-menu de configuração.

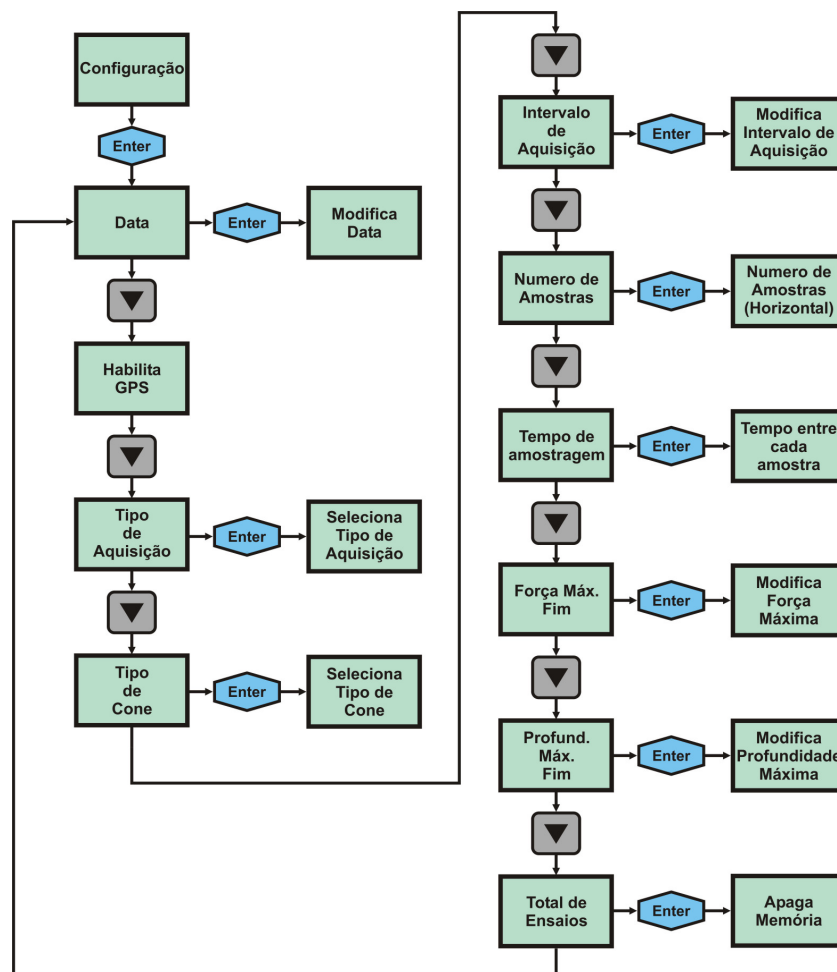
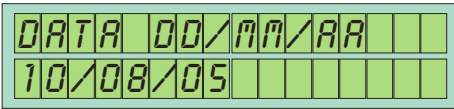
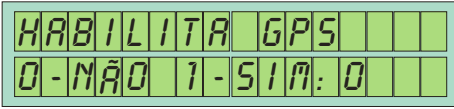
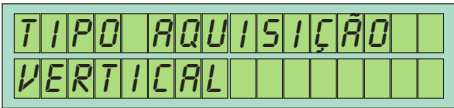




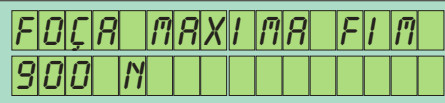
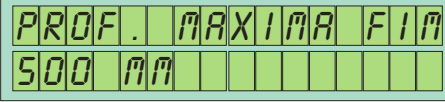
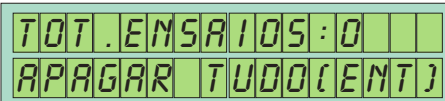


Figura 6 - Sub-menu de configuração

Tabela 3 - Sub-menu de configuração

Sub-Menu Configuração	Descrição
 <p>Tela 11 - Data</p>	<p>Esta opção mostra a data atual do sistema. Para se alterar pressiona-se <b>ENT</b> e em seguida o PNT-2000 irá solicitar data no formato 'dd/mm/aa', onde o valor 'dd' representa o dia do mês (0 à 31), 'mm' representa o mês do ano (0 à 12) e 'aa' representa o ano (01 significa 2001, 02 significa 2002 e assim sucessivamente). Em ensaios onde o GPS estiver acoplado ao equipamento, esta data será desconsiderada e será utilizada a data fornecida pelo GPS.</p>
 <p>Tela 12 - Habilitação do GPS</p>	<p>Esta opção habilita ou desabilita a aquisição das coordenadas do GPS. Para se alterar pressiona-se <b>ENT</b> e em seguida a opção 1 ou 0.</p>
 <p>Tela 13 - Tipo de Aquisição</p>	<p>Esta opção escolhe como será coletada as amostra de dureza, se de um local horizontal ou um vertical. Para se alterar pressiona-se <b>ENT</b> e em seguida a opção 0, 1 ou 2 .</p> <p>0 – Horizontal: Para aquisições com o penetrômetro na posição horizontal e apenas um valor (médio) por penetração.</p> <p>1 – Vertical: Para aquisições com o penetrômetro na posição vertical, com intervalo de amostragem definido por profundidade e apenas um valor (médio) por penetração.</p> <p>2 – Vertical Tempo: Para aquisições com o penetrômetro na posição vertical, com intervalo de amostragem definido por tempo e com numero de amostras definido por “NUMERO AMOSTRAS” (Tela 17).</p>
 <p>Tela 14 - Tipo de cone</p>	<p>Mostra e permite a seleção do tipo de cone. É possível seleccionar três tipos de cone normalizados pela norma ASAE S313.3. Para modificar a seleção pressiona-se <b>ENT</b>, seleciona-se o tipo de cone pressionando-se as teclas <b>1</b>, <b>2</b> ou <b>3</b>.</p>
 <p>Tela 15 - Intervalo de aquisição</p>	<p>Permite definir o intervalo de profundidade entre cada ponto no ensaio. É definido em milímetros (mm), podendo variar de 10 a 50 mm. Por exemplo, se o usuário definir um intervalo de 10 mm, o PNT-2000 irá coletar valores de força de penetração a cada 10 mm de profundidade, até se atingir o final do ensaio.</p> <p>Para se alterar este valor deve-se pressionar a tecla <b>ENT</b> e em seguida digitar o valor utilizando as teclas numéricas <b>0</b> à <b>9</b>. Para a entrada da profundidade deve-se pressionar <b>ENT</b> novamente.</p>

 <p>Tela 16 - Tempo entre amostragem</p>	<p>O Tempo de amostragem determina de quanto em quanto tempo uma amostra vai ser feita durante um teste de penetração. Apenas para as aquisições <b>HORIZONTAL</b> e <b>VERTICAL TEMPO</b>.</p> <p>Para se alterar este valor deve-se pressionar a tecla <b>ENT</b> e em seguida digitar o valor utilizando as teclas numéricas <b>0</b> à <b>9</b>. Para a entrada da profundidade deve-se pressionar <b>ENT</b> novamente.</p>
 <p>Tela 17 - Número de amostras</p>	<p>O Numero de amostras determina a quantidade de amostras feitas em um teste de penetração. Apenas para as aquisições <b>HORIZONTAL</b> e <b>VERTICAL TEMPO</b>.</p> <p>Para se alterar este valor deve-se pressionar a tecla <b>ENT</b> e em seguida digitar o valor utilizando as teclas numéricas <b>0</b> à <b>9</b>. Para a entrada da profundidade deve-se pressionar <b>ENT</b> novamente.</p>
 <p>Tela 18 - Força máxima de penetração</p>	<p>Permite definir o máximo valor de força de penetração, em Newtons (N), que poderá ser aplicado ao equipamento durante o ensaio. Pode ser configurado com valores de 0 a 1500 N, que é o máximo suportado pela célula de carga. Este valor é parâmetro utilizado terminar um ensaio por ultrapassagem da força máxima.</p>
 <p>Tela 19 - Profundidade máxima de penetração</p>	<p>Permite definir a profundidade máxima do ensaio, em milímetros (mm). Pode ser selecionado de 100 a 600 mm. Este valor é parâmetro utilizado para terminar um ensaio ao se atingir a profundidade máxima de penetração.</p>
 <p>Tela 20 - Apagamento dos registros dos ensaios</p>	<p>Esta tela mostra o total de ensaios realizados e armazenados na memória. Para se apagar da memória todos os ensaios realizados, pressiona-se <b>ENT</b>. O PNT-2000 solicitará confirmação. Para confirmar o apagamento pressiona-se <b>1</b> ou, caso contrário, pressiona-se <b>ESC</b>. Obs.: O apagamento dos registros dos ensaios é uma operação irreversível.</p>

## Sub-Menu Visualização

Este item do menu principal permite visualizar cada registro dos ensaios armazenados na memória. A mostra a estrutura deste sub-menu.

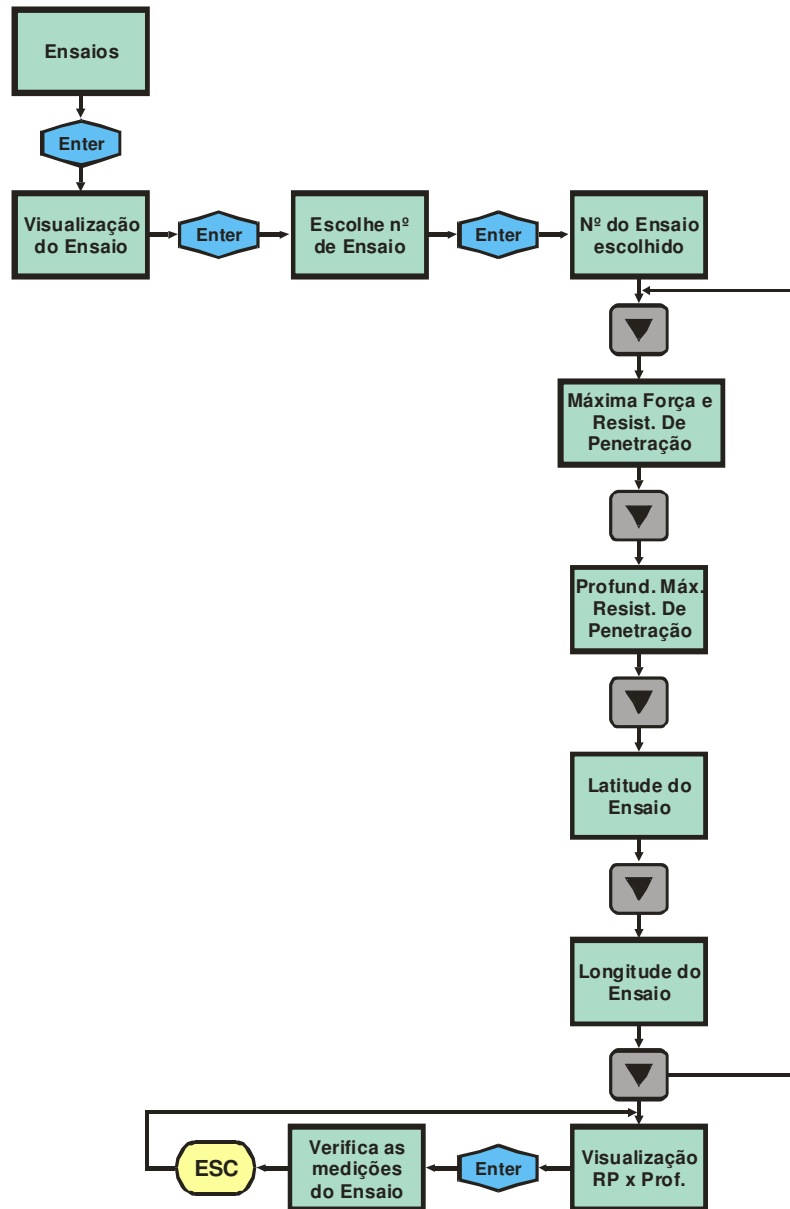


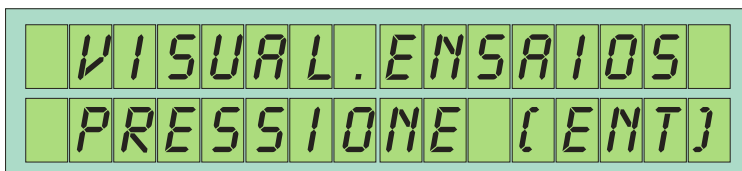


Figura 7 - Sub-menu de visualização dos ensaios



Para acessar o sub-menu de visualização de ensaio deve-se utilizar as teclas  ou  até aparecer a seguinte tela:



Tela 21 - Menu de visualização dos ensaios


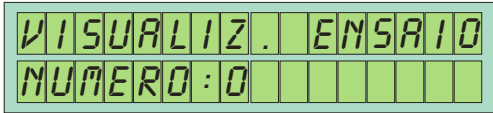
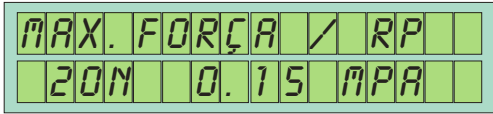
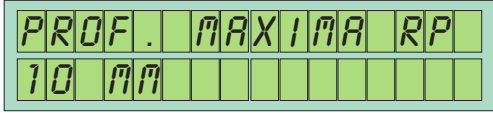
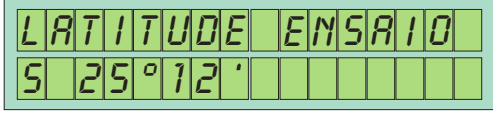




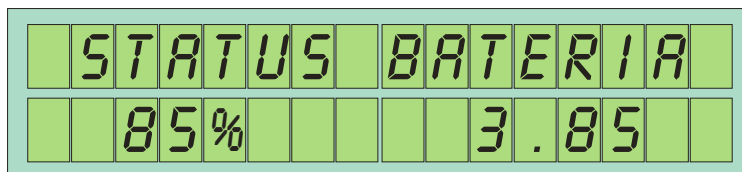
Pressionando-se  o usuário terá acesso aos sub-menus deste item conforme mostra a Tabela 4 .

Tabela 4 - Visualização dos ensaios

Sub-Menu de Visualização	Descrição
 <p>Tela 22 - Seleciona o ensaio a ser visualizado</p>	<p>Nesta tela o usuário seleciona o ensaio que se deseja visualizar. Pressionando-se <b>ENT</b> o PNT-2000 solicita o número do ensaio. Para a confirmação deve-se pressionar <b>ENT</b> novamente.</p>
 <p>Tela 23 - Máxima Resistência de Penetração</p>	<p>Nesta tela é mostrado o valor da maior Força e Resistência de Penetração – Força é dada em Newtons e RP (Índice de Cone) (em MPa) obtido no ensaio selecionado.</p>
 <p>Tela 24 – Profundidade onde ocorreu máximo</p>	<p>Nesta tela é mostrada a profundidade em milímetros (mm) onde ocorreu o máximo Índice de Cone no ensaio selecionado.</p>
 <p>Tela 25 - Latitude do ensaio selecionado</p>	<p>Nesta tela é mostrada a latitude do ensaio selecionado.</p>
 <p>Tela 26 - Longitude do ensaio selecionado</p>	<p>Nesta tela é mostrada a longitude do ensaio selecionado.</p>
 <p>Tela 27 - Visualização dos pares Índice de Cone x profundidade do ensaio selecionado</p>	<p>Esta opção permite ao usuário a visualização de todo o conteúdo de um registro de um ensaio, podendo-se obter os índices de cone (em MPa) e a profundidade em que ocorreram. Pressionando-se <b>ENT</b> é mostrada uma nova tela em que na primeira linha é exibida a profundidade em milímetros (mm) e na segunda é exibido o correspondente Índice de Cone (em MPa).</p> <p>Para se visualizar a próxima profundidade deve-se pressionar  ou para ver a profundidade anterior deve-se pressionar . A tecla <b>ESC</b> retorna sub-menu anterior.</p>

## Sub-Menu Carga da Bateria

Este Sub-Menu não possui itens. Apenas mostra o estado atual da bateria. É importante que o usuário verifique sempre o estado da bateria durante o ciclo de ensaios.



Tela 28 - Status da Bateria

Neste menu temos a indicação em porcentagem da carga da bateria “85%” e a indicação em volts “3,85”, no qual é possível se basear para saber quando recarregar a bateria.

Quando a abateria chega a 5% de sua capacidade um alarme de bateria fraca é dado, sendo aconselhável recarregar a bateria.

## Procedimento de recarga da bateria.

Quando for necessário fazer a recarga da bateria proceda da seguinte maneira:

Ligue o Penetrômetro

Conecte o cabo serial a saída do penetrômetro

Conecte a fonte ao cabo serial

Posicione o menu de funções na tela “Status Bateria”

A indicação de “carregando bateria” aparecerá

Aguarde até a mensagem “Carregando Bateria” saia e fique apenas o valor “100% 4.1V” na tela “status bateria”

Pronto, ao final deste processo a bateria está carregada e pronta para uso.

## Montagem

O PNT-2000 vem acondicionado em uma maleta com todos os itens necessários para seu funcionamento.

### Colocação da Haste

São fornecidas três hastes para três cones distintos.

O cone maior (tipo 1), com  $323 \text{ mm}^2$ , deve ser utilizado em terrenos com menor Resistência de Penetração;

O cone médio (tipo 2), com  $129 \text{ mm}^2$ , em terrenos de média Resistência de Penetração e

O cone menor (tipo 3), com  $49 \text{ mm}^2$ , deve ser utilizado em terrenos com maior resistência de penetração.

Isso irá, portanto, depender do solo em que irão ser realizados os ensaios. Definido o cone, deve-se montar a haste correspondente. Repare que as hastes fornecidas são bipartidas e devem ser conectadas através da rosca. Depois, é necessário que se aperte utilizando as chaves fornecidas. Utilize a chave de 7 mm para a haste fina, a de 8 mm para a haste média e a de 9 mm para a haste grossa.



Figura 8 - Conexão das Hastes

Não deve-se deixar de configurar o cone que irá se utilizar (0 na página 22). Em seguida, passe a haste pela base refletora e encaixe o cone correspondente.

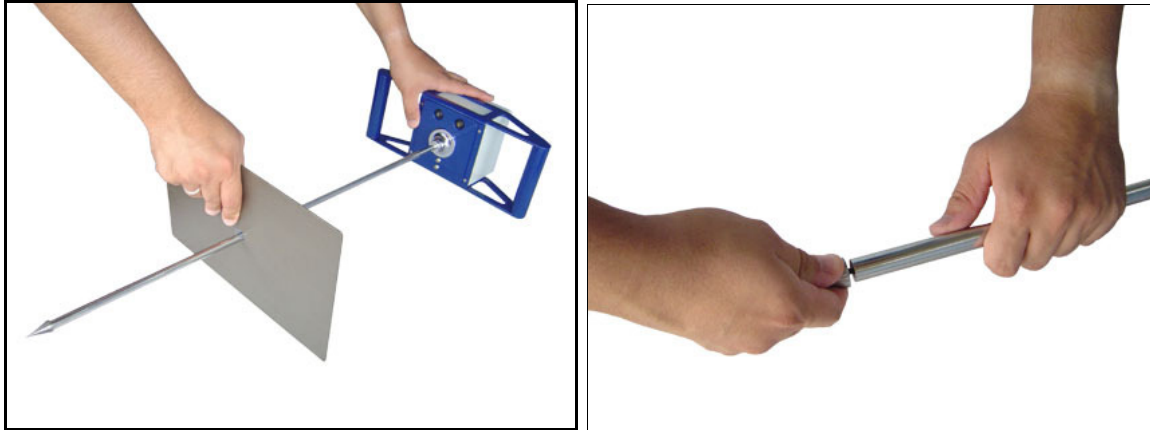


Figura 9 - Colocação da Base Refletora e do Cone

## Interligação com o GPS

Todo GPS com padrão NMEA pode ser utilizado com o PNT-2000. O cabo que conecta o GPS ao PNT-2000 deve vir acompanhado do GPS. Este cabo deve ter um dos lados com um conector tipo DB-9 que deverá ser conectado ao Cabo de Multifunção, fornecido junto com o GPS. Faça a conexão do cabo do GPS ao Cabo Multifunção e este ao PNT-2000 conforme a figura a seguir



Figura 10 - Interligação do PNT ao GPS

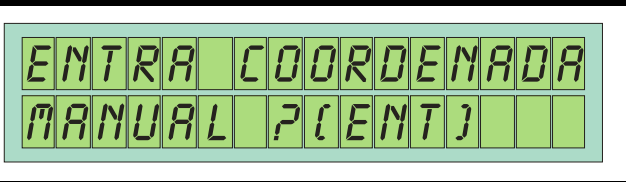
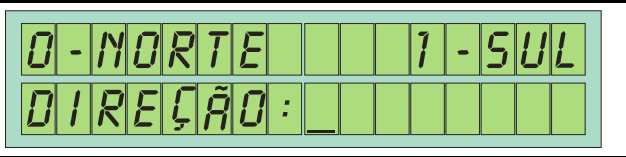

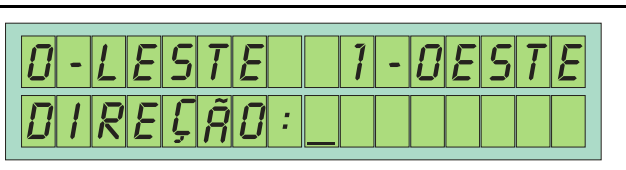
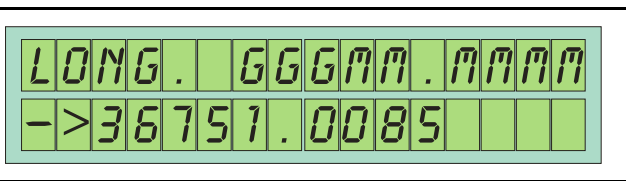
Não esquecer de habilitar o GPS quando este for utilizado (ver Tela 12 na página 22.)

### Início de um Ensaio

A tecla **INI** é responsável pelo início de um ensaio e somente poderá ser acionada no menu de aquisição, sendo que nos outros menus ela não tem função.

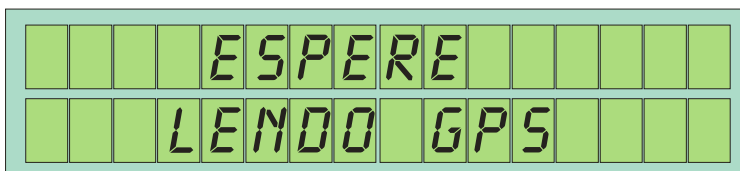
### Sem o GPS

Caso o Penetrômetro seja utilizado sem que o equipamento GPS seja conectado, as coordenadas poderão ser inseridas manualmente.

<p>Pressione <b>ENT</b> após entrara no menu de entrada de coordenadas para digitá-las manualmente ou <b>ESC</b> para ignorar.</p>	
<p>Pedido de entra do hemisfério Norte ou Sul a partir do Equipamento de GPS. Digite a opção desejada e pressione enter, após mude com a seta para baixo para mudar de coordenada.</p>	
<p>Pedido para entrada das coordenadas indicadas pelo GPS.</p>	
<p>Pedido de entra do hemisfério Leste ou Oeste a partir do Equipamento de GPS. Digite a opção desejada e pressione enter, após mude com a seta para baixo para mudar de coordenada.</p>	
<p>Pedido para entrada das coordenadas indicadas pelo GPS.</p>	

### Com o GPS

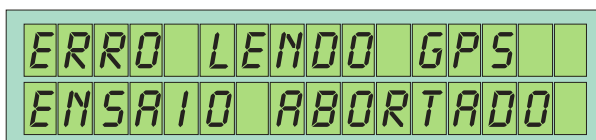
Quando o GPS estiver conectado e corretamente instalado (ver Tela 12 na página 22) após ser pressionada a tecla de início de aquisição, o PNT-2000 irá fazer a leitura das coordenadas no GPS e a seguinte mensagem irá aparecer:



Tela 29 - Comunicação com o GPS

Caso a comunicação com o GPS falhe uma mensagem irá aparecer e o ensaio será abortado. Caso contrário o ensaio irá se iniciar após o "beep".


Caso haja uma falha de comunicação com o GPS, o PNT-2000 irá apresentar a seguinte mensagem no display:

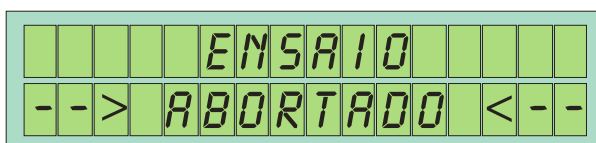


Tela 30 - Erro de Comunicação

Esta falha ocorrer devido a uma conexão incorreta do GPS que pode ser ocasionada pela ausência do GPS, má conexão dos cabos, ou ainda, por uma configuração incorreta nos parâmetros do GPS.

Caso o usuário não deseje utilizar o GPS para as coordenadas, então devesse desabilitar PNT-2000 para não se comunicar com esse equipamento (ver Tela 12 na página 22).

O usuário poderá interromper um ensaio a qualquer momento pressionando a tecla , e o PNT-2000 irá mostrar a seguinte mensagem:



Tela 31 - Ensaio abortado

Um ensaio poderá terminar somente por dois motivos:

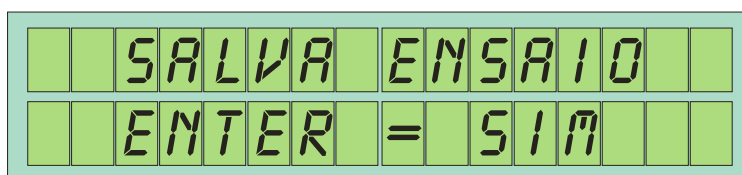
A força aplicada excedeu a máxima suportada pelo PNT-2000 ou aquela configurada (ver Tela 18 página 23).

O ensaio atingiu a profundidade máxima configurada (ver Tela 19 página 43).

## Iniciando a Penetração

Após configurar as coordenadas pressione **ENT** e a mensagem “Iniciar Após o Beep” aparecerá. Assim quando soar o Beep longo o Penetrômetro está pronto para ser inserido na terra.

Após o término uma mensagem irá surgir indicando o final do ensaio e o motivo (força máxima ou profundidade máxima). Logo em seguida a seguinte tela irá solicitar do usuário se deseja ou não salvar este ensaio na memória do PNT-2000



Tela 32 - Gravando dados na memória

## Salvar Dados

Se desejar salvar o ensaio deve-se pressionar **ENT** caso contrário pressiona-se **ESC**. Após um salvamento ou descarte dos dados, o PNT-2000 mostrará a última tela selecionada e estará preparado para realizar um novo ensaio.



## Realização do Ensaio Vertical e Vertical Tempo

A aquisição Vertical é entendida como a aquisição da compactação do solo com o penetrômetro entrando na terra na posição vertical.

**Aquisição Vertical:** É feita a aquisição dos pontos de resistência do solo durante uma penetração, o intervalo de amostragem é determinado por profundidade de penetração e o valor apresentado é uma média da dureza do solo naquele ponto.

**Aquisição Vertical Tempo:** É feita a aquisição dos pontos de resistência do solo durante uma penetração, o intervalo de amostragem é determinado por um tempo configurado na Tela 16 e o número de amostras a serem tomadas é configurado na Tela 17, os valores registrados são armazenados conforme foram coletados e não é feita média.

Após termos o PNT-2000 devidamente montado, deve-se configurar o equipamento conforme mostra o Sub-Menu Configuração, na página 21.

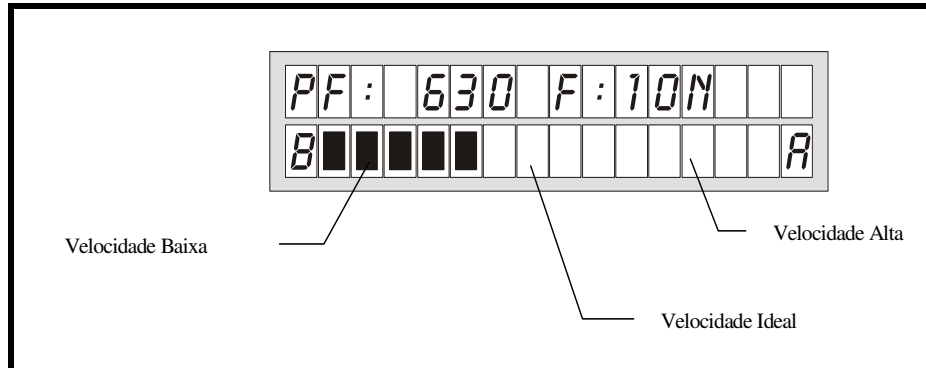
Passa-se então a realização do ensaio, conforme mostra o Sub-Menu Aquisição, na página 18.

Posicione o PNT-2000, de forma que o cone esteja sobre a área a ser verificada. Depois de teclado **INI** o ensaio se iniciará. O operador deve, com as duas mãos, aplicar força gradativamente sobre as manoplas.

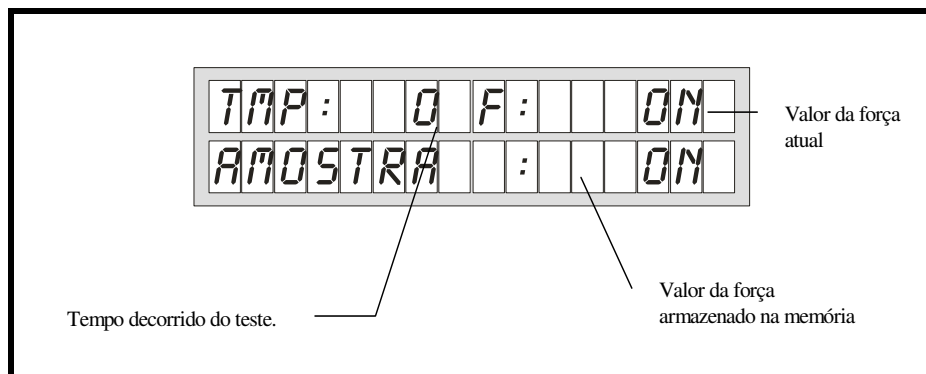


Figura 11 - Realizando o Ensaio

Jamais aplique força sobre a caixa do PNT-2000, pois ela poderá se quebrar. A força aplicada sobre a manopla deve ser constante e não se pode dar solavancos. Isto inutiliza o ensaio. Procure manter uma velocidade de penetração constante. O "Bargraph" (Tela 33) de velocidade pode ajudar nessa etapa. Procure mantê-lo ao centro.



Tela 33 - Monitoração da Velocidade de Penetração



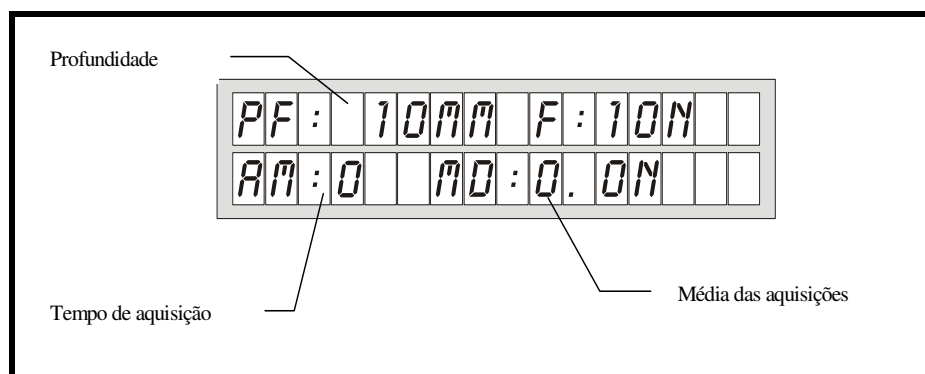
Tela 34 - Teste de Penetração Vertical com tempo como critério de aquisição.

## Realização do Ensaio Horizontal

A aquisição horizontal é entendida como a aquisição da compactação do solo com o penetrômetro entrando na terra na posição horizontal. Esta medida é útil para verificar compactação de barrancos ou outras partes de solo que possuam perfil vertical.

As configurações são muito parecidas com o ensaio vertical, a diferença está na forma de aquisição dos dados no qual na aquisição vertical esta é dada através da variação da profundidade de penetração, do topo até o final da haste. Na aquisição horizontal a quantidade de amostras a serem adquiridas e o tempo desta aquisição são configurados, pois neste tipo de aquisição as amostras são tomadas ao passo de tempo e não de profundidade, e ao final de cada tomada é feita uma média com todos os valores registrados, sendo apenas este o valor armazenado na memória.

O parâmetro "PF", indicado na tela, corresponde a distancia que o penetrômetro deve ser inserido abaixo do topo do barranco, e o passo de distancia de cada aquisição também é configurado pelo usuário a fim de ter uma amostragem mais uniforme da compactação ao longo da altura do barranco.



Tela 35 - Indicação de aquisição Horizontal

## Carregar as Baterias

Ao final de cada ciclo de ensaios ou quando o estado da bateria estiver baixo deve-se proceder ao seu carregamento.

O Cabo Multifunção pode estar conectado ao GPS ou ao PC que mesmo assim o PNT-2000 pode ser carregado. O PNT-2000 pode ser carregado utilizando-se o Conversor Fonte PNT-2000, que utiliza a rede de 100~240 Vca (fonte chaveada) de forma eficiente, utilizando um sistema inteligente para carregar a bateria.



Figura 12 - Carregador do PNT-2000 para rede de 100~240 Vca

## Transferência e Análise de Dados

O Penetrômetro Geo-referenciado PNT-2000 é fornecido em conjunto com o software Penetrômetro.

Neste software é possível:

Transferir todos os ensaios coletados pelo PNT-2000 para o computador.

Visualizar e analisar os ensaios

Alterar valores dos ensaios

Transferir os dados para outros softwares no formato texto (.txt) ou (html).

Este software tem a função de coletar dados do PNT-2000 para o computador. Também é uma ferramenta para auxiliar o engenheiro agrônomo na análise das condições do solo.

## Conectando o PNT-2000 ao PC

O seu computador, para se comunicar com o PNT-2000, deve ter uma porta serial disponível. Conecte o cabo serial ao Cabo Multifunção, e este ao PNT-2000. Pode-se conectar também o carregador de bateria.

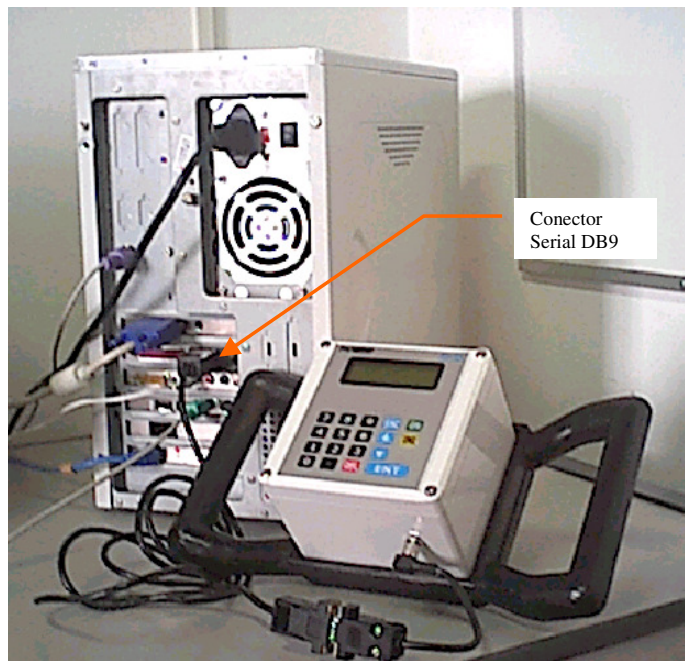



Figura 13 - Conectando o PNT-2000 ao computador

## Instalação do Programa

Para instalar o software do Penetrômetro basta clicar duas vezes no ícone  Setup.exe que o programa irá automaticamente ser instalado no HD em um diretório chamado "DLG-PNT2000" dentro da partição principal.

## Executando o Programa

Execute o programa Penetrômetro a partir do menu Iniciar do Windows ou da área de trabalho. Ao se iniciar o programa, é apresentada uma tela inicial mostrada na Figura 14. A partir da tela inicial o usuário pode optar pelos menus: "Arquivo", "Análise", e "Ajuda" e as ferramentas de produtividade.

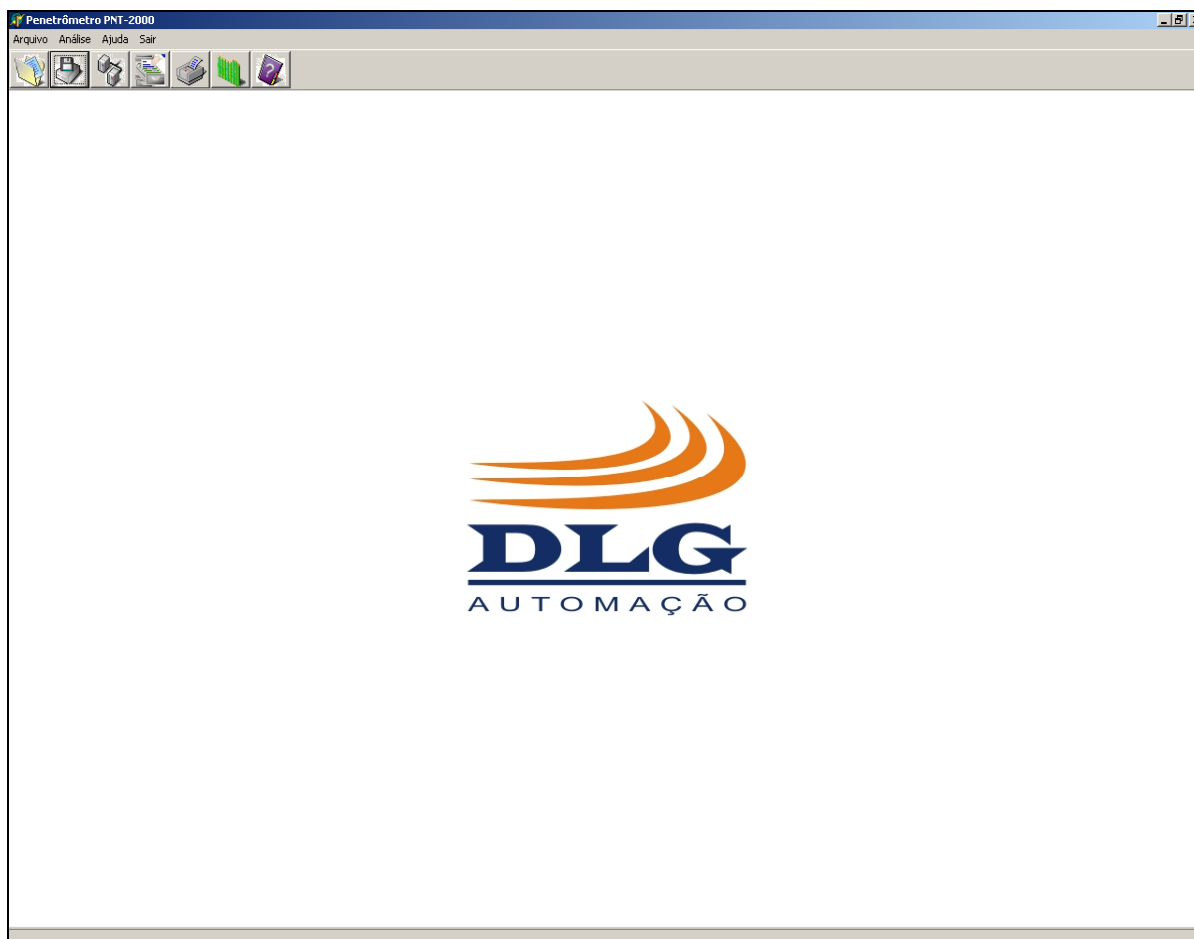


Figura 14 - Tela inicial do programa de transferência e análise de dados

## Menu Arquivo

A opção “Arquivo” (Figura 15) permite ao usuário:

Abrir ou salvar um arquivo existente,

Importar Arquivos do penetrômetro,

Exportar os dados para outros aplicativos,

Imprimir,

Ver as propriedades de um arquivo.

O formato dos dados, originalmente gerado pelo penetrômetro quando importados do equipamento, é binária sendo sua edição e leitura restritas a apenas o programa Penetrômetro, porém há a possibilidade de os dados serem exportados em formato TXT ou HTML para que possa ser visualizado ou editado em outros programas.

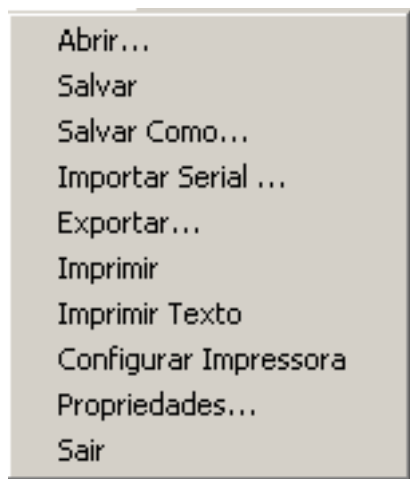


Figura 15 - Opções do Menu “Arquivo”

### *ABRIR*

A função abrir serve para abrir arquivos previamente salvos no HD ou em algum outro disco de dados. Para isso basta clicar no botão abrir ou no ícone “Abrir Arquivo”, procurar o arquivo desejado na janela de procura (que seja no formato \*.pne), selecioná-lo e em seguida pressionar a tecla abrir.

### *SALVAR E SALVAR COMO*

As funções Salvar e Salvar Como servem para salvar um arquivo importado do penetrômetro para dentro do HD ou de outro disco de dados. Para isso basta clicar no botão salvar, escolher uma pasta ou local para salva-lo, digitar um nome e clicar em “salvar”. Para salvar outra copia do mesmo arquivo com outro nome pressione a função “Salvar Como”.



## IMPORTAR SERIAL

A opção "Importar Serial" do menu Arquivo permite o recebimento dos resultados dos ensaios realizados pelo PNT-2000. A Figura 16 mostra a tela de comunicação serial com o PNT-2000.

**IMPORTANTE:** O Programa vem configurado de fabrica com uma Taxa de Transferência de 9600 bps porem deve-se mudar este valor para 19200 bps, pois o PNT-2000 utiliza esta velocidade de comunicação. Para isso basta clicar na seta ao lado do valor e selecionar 19200 na tabela que aparecerá.

Pode-se selecionar a porta de comunicação com o PNT-2000 tendo-se como opções: COM1, COM2, COM3 ou COM4. Pode-se visualizar também os dados recebidos do PNT-2000, bem como limpar os dados armazenados no equipamento. Na eventualidade de acontecer um problema de conexão, o programa de transferência e análise de dados tentará recuperar os dados perdidos, ou ainda, interromperá a conexão, exibindo uma mensagem de advertência.

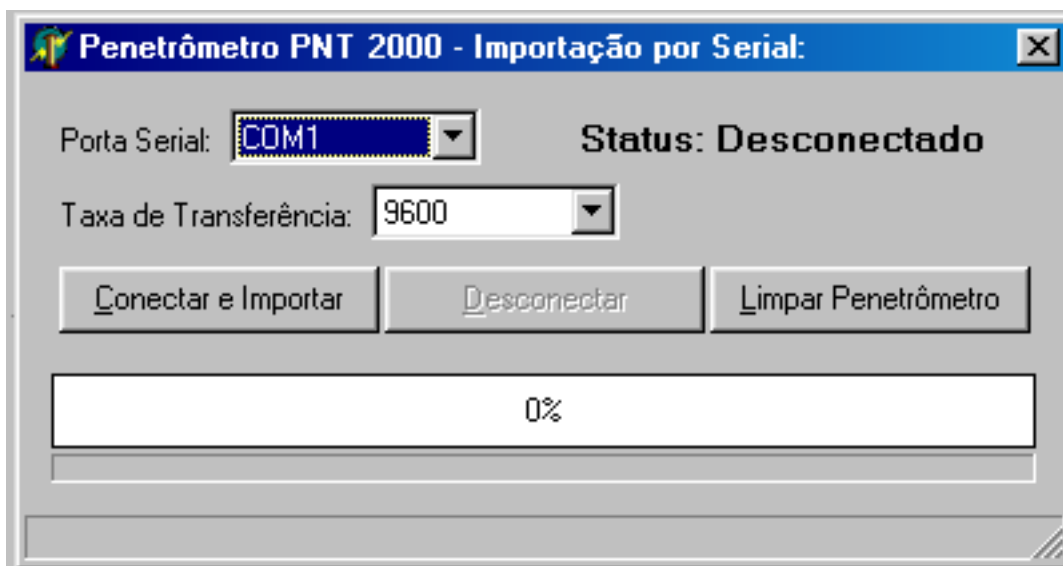


Figura 16 - Janela de comunicação com o PNT-2000

## EXPORTAR

Esta opção exporta os dados coletados pelo penetrômetro para um formato de arquivo que pode ser aberto em outros programas de análise e visualização. Os arquivos são exportados nos formatos \*.TXT e \*.HTML.

## *IMPRIMIR*

Esta opção serve para imprimir os dados coletados em forma de texto para ser catalogado ou revisado. Na Figura 17 temos um exemplo de arquivo impresso a partir de uma coleta de dados realizada com o penetrômetro.

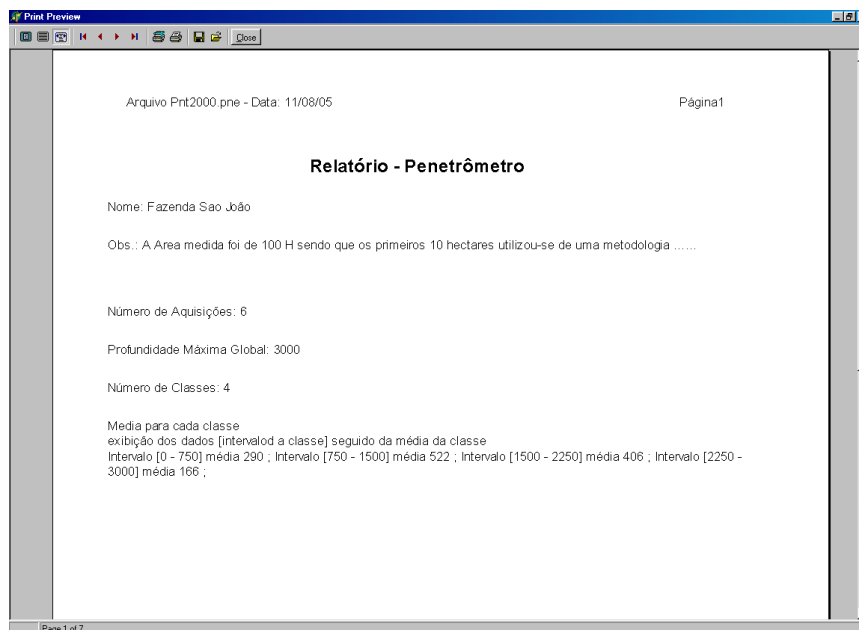


Figura 17 - Exemplo de Arquivo impresso a partir de uma coleta com o Penetrômetro.

## *IMPRIMIR TEXTO*

Esta opção imprime o arquivo no mesmo formato do arquivo exportado em \*.TXT.

## *CONFIGURAR IMPRESSORA*

Esta opção configura os recursos da impressora e será dependente do modelo da impressora instalado no computador.

## *PROPRIEDADES*

Neste item podemos inserir propriedades do arquivo que está carregado no programa do Penetrômetro. Este item conta com os seguintes campos:

Local

Período

Numero de Aquisições (automático)

Observações

Na Figura 18 temos um exemplo.

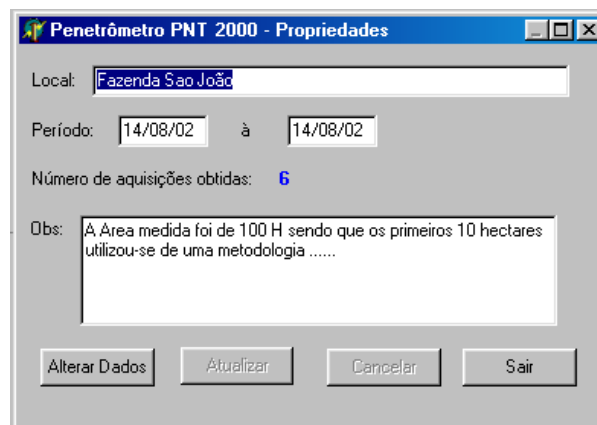


Figura 18 - Entrada para propriedades do arquivo baixado

## *SAIR*

Esta opção serve para sair do programa do Penetrômetro.

### Análise

A opção “Análise” permite realizar um procedimento de análise dos dados resultantes dos ensaios com o PNT-2000, conforme mostrado na Figura 19. Esta análise considera os resultados de cada um dos pontos amostrados de maneira individual.



Figura 19 - Opções do Menu “Análise”

Na opções de análise que considera cada ponto amostrado (Figura 20), são exibidos os atributos individuais de cada ponto, como: posição geo-referenciada, Índice de Cone máximo, médio e mínimo e suas respectivas profundidades de ocorrência, data e horário do ensaio, etc. Esta opção de análise apresenta também um esboço do comportamento do Índice de Cone em função da profundidade de penetração. Pode-se visualizar, e também alterar, cada um dos pares de ponto: Índice de Cone × Profundidade.

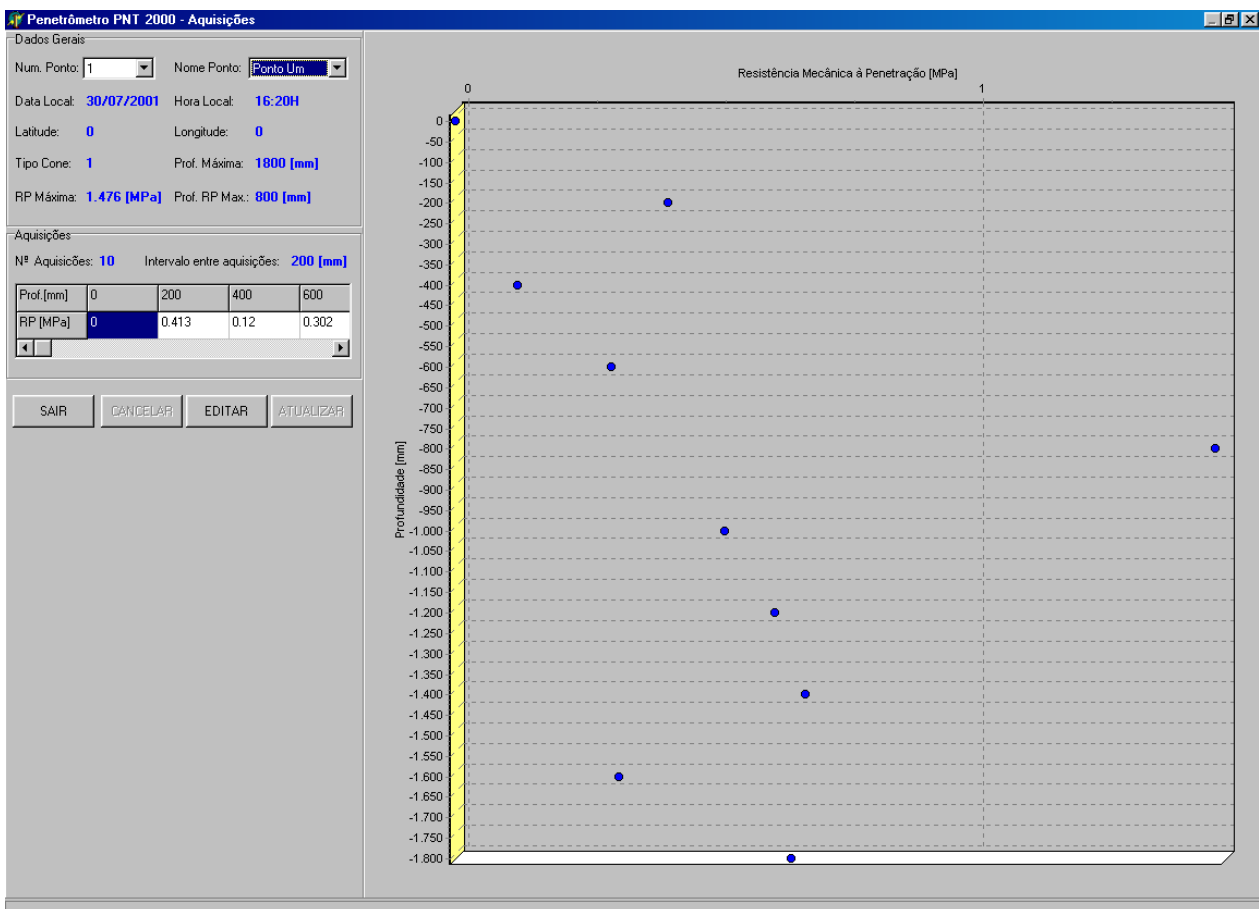
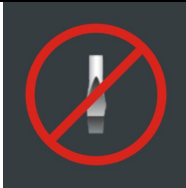
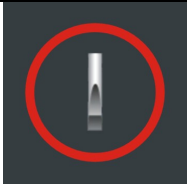




Figura 20 - Janela para visualização de atributos individuais de cada ponto amostrado

### Recomendações

É recomendado ao usuário que somente utilize ferramentas e equipamentos apropriadas pra a instalação e manutenção do seu PNT-2000.

<p>Nos bornes de conexão é imprescindível a utilização de chave de fenda do tipo “borne” ou 1/8 com diâmetro máximo de 3mm, pois é o formato ideal e não danificará orifício de conexão do PNT-2000</p>	 <p><b>Figura 1</b> Chave não recomendada</p>	 <p><b>Figura 2</b> Chave recomendada</p>
<p>É recomendado a crimpagem de todos os fios que serão conectados ao <b>PNT-2000</b> com terminal tipo agulha pré-isolado ou terminal tipo Ilhós para cabos de 0,5 ~ 1,5mm<sup>2</sup>.</p>	<p>Terminal Agulha</p> 	<p>Terminal Ilhós</p> 

## Garantia

O termo de garantia do fabricante assegura ao proprietário de seus equipamentos, identificados pela nota fiscal de compra, garantia de 1 (um ) ano, nos seguintes termos:

- 1 - O período de garantia inicia na data de emissão da Nota Fiscal.
- 2 - Dentro do período de garantia, a mão de obra e componentes aplicados em reparos de defeitos ocorridos em uso normal, serão gratuitos.
- 3 - Para os eventuais reparos, enviar o equipamento, juntamente com as notas fiscais de remessa para conserto, para o endereço de nossa fábrica em Sertãozinho, SP, Brasil. O endereço da DLG se encontra ao final deste manual.
- 4 - Despesas e riscos de transporte correrão por conta do proprietário.
- 5 - A garantia será automaticamente suspensa caso sejam introduzidas modificações nos equipamentos por pessoal não autorizado pela DLG, defeitos causados por choques mecânicos, exposição a condições impróprias para o uso ou violações no produto.
- 6 - A DLG exime-se de quaisquer ônus referentes a reparos ou substituições não autorizadas em virtude de falhas provocadas por agentes externos aos equipamentos, pelo uso indevido dos mesmos, bem como resultantes de caso fortuito ou por força maior.
- 7 - A DLG garante o pleno funcionamento dos equipamentos descritos neste manual bem como todas as operações existentes.

# ANOTAÇÕES



**DLG** Automação Industrial Ltda.  
Rua José Batista Soares, 53  
Distrito industrial – 14176-119  
Sertãozinho – São Paulo – Brasil  
Fone: +55-16-3513-7400  
[www.dlg.com.br](http://www.dlg.com.br)

Rev: 2.00-08

Autor: Alexandre Capucho

A DLG reserva-se no direito de alterar o conteúdo deste manual sem prévio aviso, a fim de mantê-lo atualizando com eventuais desenvolvimentos do produto.