

EM-4055

Terrômetro digital controlado por microprocessador

Manual do Usuário

Índice

1. Descrição.....	6
1.1. Funções do painel.....	7
1.1.1. Conexões e itens do painel.....	7
1.1.2. Teclado.....	8
1.1.3. Indicadores luminosos (LED's).....	9
1.2. Escalas de medição.....	9
2. Bateria e recarga.....	10
3. Relógio e calendário.....	11
4. Verificação da calibragem do equipamento.....	11
5. Medição da resistência de aterramento.....	12
5.1. Observações específicas sobre tomadas de terra.....	13
6. Medição das tensões espúrias.....	14
7. Medição da resistividade do solo.....	14
8. Indicação de anormalidades no display.....	17
8.1. Tensões espúrias muito altas.....	17
8.2. Resistência da tomada de terra além da escala.....	17
8.3. Resistência muito alta nas estacas auxiliares.....	17
8.4. Resistividade do terreno além da escala.....	18
9. Transferência de dados para o computador.....	19
10. Impressora.....	20
Especificações técnicas.....	21
Termo de Garantia.....	24

1. Descrição

O **EM-4055** é um terrômetro digital controlado por microprocessador que permite a medição de resistência de aterramento e de resistividade do terreno (pelo método de Wenner), além de detectar correntes parasitas presentes no solo. Totalmente automático e fácil de operar, o **EM-4055** é adequado para a medição de sistemas de aterramento em subestações de energia, indústrias, redes de distribuição, etc., de acordo com o IEC 61557-5, ou para a medição da resistividade de um terreno visando otimizar a capacidade do sistema de aterramento quando este for instalado.

Antes de iniciar cada medição, o **EM-4055** verificará se as condições estão dentro dos limites apropriados e notificará o operador caso haja alguma anormalidade - corrente de interferência muito alta, muita resistência nas estacas, corrente de teste muito baixa, etc. Não havendo nenhum problema, o aparelho selecionará automaticamente a escala adequada para a medição e mostrará os resultados no display alfanumérico.

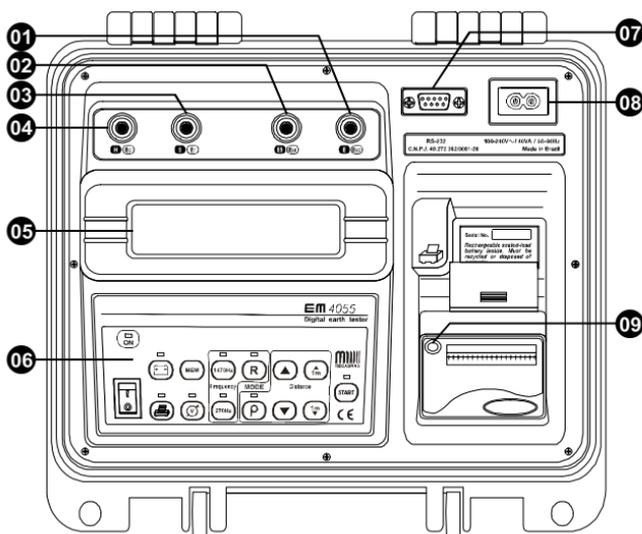
Para testar convenientemente os sistemas de aterramento, o **EM-4055** permite medições usando corrente de teste com frequência de 270 Hz ou 1470 Hz, selecionada pelo operador. A frequência de 270 Hz permite analisar o comportamento do sistema em relação a correntes elétricas de frequência industrial, enquanto medições realizadas com a frequência mais alta mostrarão melhor o comportamento de tomadas de terra em contato com correntes elétricas causadas por raios. Além disso, medições executadas com o aparelho operando na frequência de 1470 Hz oferecem alta imunidade a correntes parasitas presentes no solo, o que permite um resultado mais preciso em condições desfavoráveis.

O **EM-4055** possui memória suficiente para armazenar até 4000 medições, uma impressora interna e uma porta de saída de dados que permite transferir os valores medidos para um computador ou data logger para análise posterior. Portátil, leve e resistente, o **EM-4055** é adequado para uso externo ou mesmo sob condições climáticas severas. É alimentado por uma bateria recarregável com um carregador bivolt interno, e acompanha todos os acessórios necessários para as medições numa maleta auxiliar que facilita o transporte.

1.1. Funções do painel

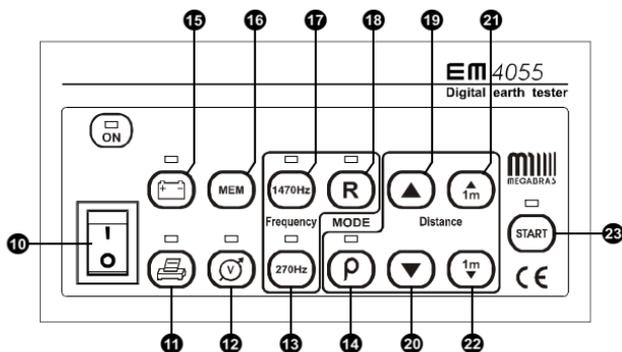
Todos os botões, teclas, bornes e conexões do **EM-4055** encontram-se no painel e são facilmente acessíveis ao operador. Os gráficos a seguir informam a função de cada item do aparelho.

1.1.1. Conexões e itens do painel



- 01- Borne **E(Exc)**
- 02- Borne **ES(Ext)**
- 03- Borne **S(Et)**
- 04- Borne **H(Ec)**
- 05- Display alfanumérico
- 06- Teclado
- 07- Porta de comunicações RS-232
- 08- Entrada de força
- 09- Controle de suprimento de papel

1.1.2. Teclado



10- Botão **ON/OFF**

11- A **impressora** está funcionando

12- Aciona o **voltímetro**

13- Seleciona a frequência de **270Hz**

14- Seleciona a função de **medição de resistividade**

15- Mostra o status da carga da **bateria** no display

16- Envia os dados da **memória** para o computador ou data logger conectado

17- Seleciona a frequência de **1470Hz**

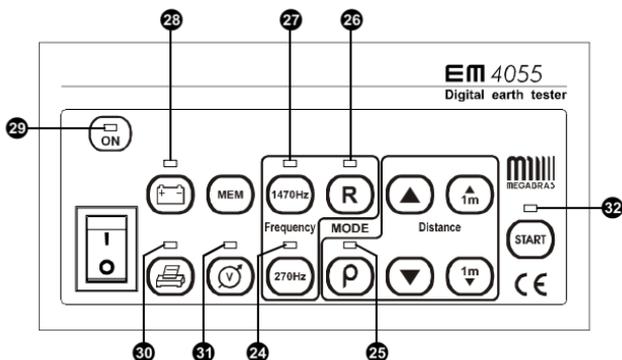
18- Seleciona a função de **medição de resistência**

19 e 20- Aumenta ou diminui o valor inserido da distância entre as estacas numa escala de 1, 2, 4, 8, 16 ou 32 metros. Também permite selecionar a função Rx, usada para a calibragem do aparelho com uma resistência nominal padrão, ignorando valores de distância

21 e 22- Aumenta ou diminui o valor inserido da distância entre as estacas em um metro

23- Botão **START**; inicia a medição

1.1.3. Indicadores luminosos (LED's)



- 24- A frequência de 270 Hz está selecionada
- 25- A função de medição de resistividade está ativa
- 26- A função de medição de resistência está ativa
- 27- A frequência de 1470 Hz está selecionada
- 28- O carregador da bateria está operando
- 29- O **EM-4055** está ligado
- 30- Os resultados da última medição estão sendo impressos
- 31- O voltímetro foi ativado
- 32- Uma medição está em andamento

1.2. Escalas de medição

O **EM-4055** permite a medição de resistências entre 0,01 Ω e 20 kΩ, de valores de resistividade entre 0,01 Ωm e 50 kΩm, ou de voltagens entre 0 e 60 V quando na função voltímetro.

2. Bateria e recarga

O **EM-4055** usa uma bateria recarregável de 12V – 2.3Ah. Ao fim de sua vida útil, esta bateria deve ser reciclada ou colocada em local apropriado, para a proteção do meio ambiente.

Antes de iniciar cada medição, é recomendável conferir se a bateria tem carga suficiente. Isto pode ser feito pressionando a tecla de status da bateria (15). Se a carga estiver baixa, a seguinte mensagem aparecerá no display:



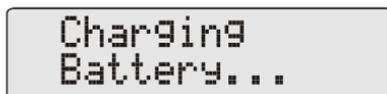
LOW BATTERY
[III]

Sempre que o **EM-4055** estiver ligado à rede de energia, o carregador estará ativo, mesmo que o equipamento esteja desligado.

Procedimento de recarga:

Confira se o **EM-4055** está desligado, e conecte-o à rede. O indicador de recarga acenderá na cor vermelha e permanecerá assim até que a bateria esteja totalmente recarregada. Então, a luz ficará verde e permanecerá assim até que o **EM-4055** seja desconectado da tomada.

Se o aparelho for ligado, o display mostrará:



Charging
Battery...

Durante o processo, a tecla **START** (23) estará desativada.

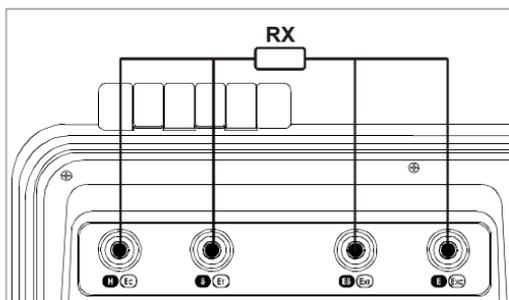
Nota: a bateria perde parte de sua carga lentamente mesmo quando sem uso. Antes de usar o aparelho pela primeira vez, ou após muito tempo sem uso, a bateria pode precisar ser recarregada.

3. Relógio e calendário

Para facilitar a identificação de cada medição, o **EM-4055** possui relógio e calendário internos. Data e hora podem ser ajustados com um software para PC que sincroniza o relógio do aparelho com o do computador, disponível em www.megabras.com

4. Verificação da calibragem do equipamento

Utilizando uma resistência nominal padrão (**R_x**), é possível testar a calibragem do equipamento. A resistência deve ser conectada ao **EM-4055** como no esquema a seguir:



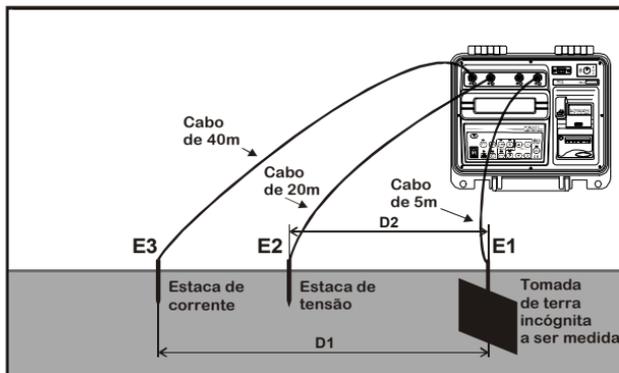
Após conectar a resistência, siga o procedimento abaixo detalhado:

- Ligue o **EM-4055**.
- Selecione a função de medição de resistividade (**25**).
- Na seleção de distância/resistência padrão, escolha **R_x** (resistência nominal padrão)
- Pressione a tecla **START** **25** para iniciar a medição.
- Após 5 segundos, o display deve mostrar um valor estável, próximo ao valor nominal da resistência padrão usada.
- Se for exibido outro valor, o equipamento está descalibrado e deve ser ajustado num laboratório qualificado.

5. Medição da resistência de aterramento

Ao ligar o **EM-4055**, o display mostrará a mensagem de abertura, e em seguida exibirá os parâmetros **Earth Resistance / 3-Pole / 270 Hz**. Estas são as funções e a frequência padrão; para operar na frequência de 1470 Hz, pressione a tecla **1470 Hz** **17**.

Insira as estacas auxiliares (a estaca de corrente **E3** e a estaca de voltagem do terreno **E2**) no terreno. Usando os cabos fornecidos com o equipamento, conecte-as aos bornes **H(Ec)** **04** e **S(Et)** **09**, respectivamente. O sistema de aterramento a ser testado deve ser conectado a **E(Exc)** **01** usando o cabo de 5 metros.



Aperte a tecla **START** **23** para iniciar a medição. O número do ensaio será exibido, seguido da mensagem "WAIT...", e após alguns momentos o display indicará o valor da resistência, como no exemplo a seguir:

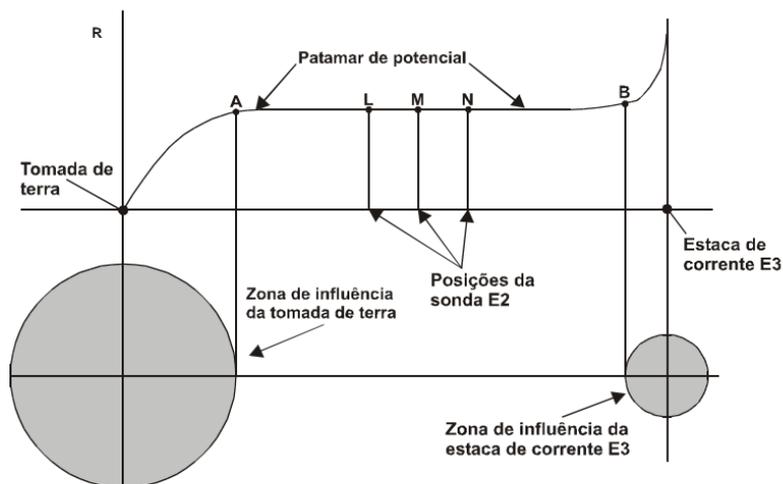
```
R= 10.01Ω
3-Pole      270Hz
```

O resultado da medição será gravado na memória.

5.1. Observações específicas sobre tomadas de terra

Para obter uma medição válida quando medindo uma tomada de terra, alguns pré-requisitos adicionais devem ser observados: é necessário que o eletrodo de corrente esteja longe o suficiente da tomada de terra para que as áreas de influência não se sobreponham, enquanto a sonda deve ficar na área de resistência estável. O raio de cada área de influência é geralmente entre três e cinco vezes maior do que o tamanho do eletrodo correspondente.

A verificação apropriada destas condições deve ser feita realizando-se três medições sucessivas (**L**, **M** e **N** no gráfico abaixo), mantendo o eletrodo de corrente no mesmo local e movendo a sonda 2 metros a cada medição. Se as três medições tiverem o mesmo resultado, podem ser consideradas corretas. Se houver diferenças superiores à margem de erro relacionada às correntes parasitas, o eletrodo de corrente deve ser afastado consideravelmente da tomada de terra, e uma nova série de medições deve ser realizada.



Geralmente, as dimensões da tomada de terra são muito maiores do que as do eletrodo de corrente, portanto sua área de influência também é maior. Portanto, para cumprir as condições necessárias, a sonda deve ser colocada mais próxima ao eletrodo de corrente do que à tomada de terra.

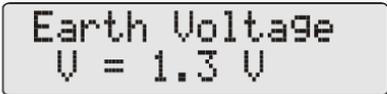
Uma distância de **62%** do total é normalmente adotada na primeira tentativa. Deve ser notado que quando medindo a resistência da tomada de terra em sistemas muito grandes (como uma grade de uma subestação de energia), distâncias de centenas de metros são necessárias para atender às condições. Se necessário, consulte uma bibliografia técnica para buscar métodos alternativos que possibilitam reduzir estas distâncias com resultados válidos.

Nota: todas estas observações referem-se a aspectos físicos essenciais ao processo de medição, sendo aplicadas a todos os terrômetros, independente do fabricante ou da tecnologia usada.

6. Medição das tensões espúrias

Para averiguar a existência e medir as correntes parasitas presentes no solo, as estacas devem ser colocadas na mesma posição usada para a medição da resistência da tomada de terra.

Pressione a tecla do voltímetro (12). O display mostrará a voltagem entre o sistema (E1) e a estaca E2, até um valor máximo de 60 V:



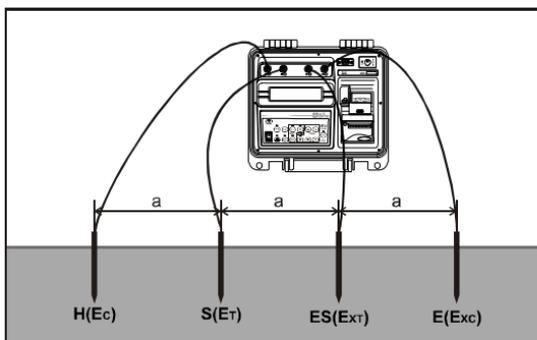
Earth Voltage
U = 1.3 V

7. Medição da resistividade do solo

Nota: nesta função, o equipamento opera apenas na frequência de 270 Hz.

Para selecionar a função de medição da resistividade, pressione a tecla r (14). Insira quatro estacas no solo, em linha reta e espaçadas igualmente. Conecte-as aos bornes usando os cabos fornecidos. Lembre-se que quando executando este tipo de medição, a distância entre as estacas é muito importante, já que este valor é parte do cálculo da resistividade.

Defina a distância entre as estacas (representada pela letra **a**, tanto na figura abaixo quanto no display) usando as teclas **19** e **20** (**21** e **22** para aumentar ou diminuir apenas um metro).



Pressione a tecla **START** **23**. O **EM-4055** aplicará automaticamente a fórmula de Wenner (figura abaixo) a partir dos dados coletados.

$$\rho = \frac{4\pi Ra}{1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4p^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + p^2}}}$$

Legenda:

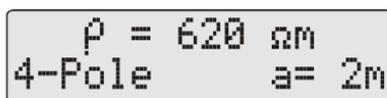
r = valor da resistividade do terreno, será exibido no display

a = distância (em metros) entre as estacas, fornecida pelo operador

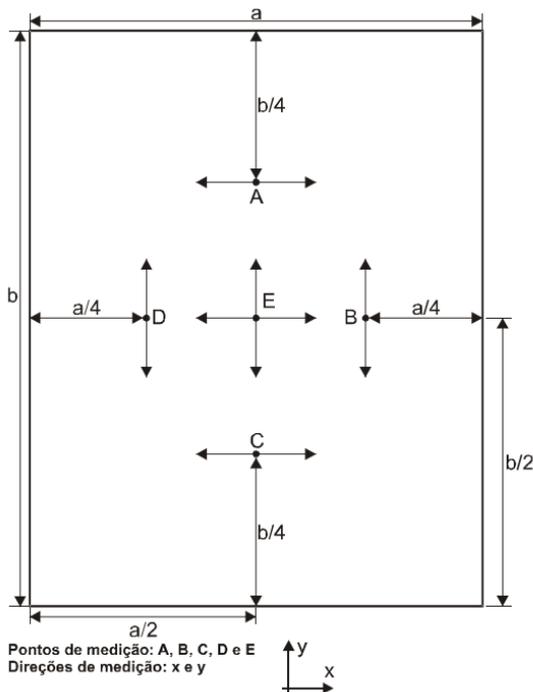
p = profundidade (em metros) das estacas – o **EM-4055** usará **0,25 m**

R = é o valor de resistência que o aparelho usa para calcular **r**

O display indicará o valor da resistividade do terreno, como no exemplo abaixo:



Para avaliar corretamente a resistividade do solo, as medições devem cobrir toda a área a ser coberta e influenciada pela tomada de terra a ser implantada. Para uma área de 10.000m^2 , é recomendável a medição em pelo menos cinco pontos, distribuídos como na figura abaixo. Duas medições podem ser necessárias no ponto central.



Áreas maiores podem ser divididos em áreas de 10.000m^2 cada. No caso de áreas de formatos diferentes, é sempre possível a divisão em retângulos para proceder da mesma maneira.

8. Indicação de anormalidades no display

Caso o **EM-4055** identifique alguma anormalidade externa impedindo ou comprometendo as medições, uma mensagem de aviso será exibida no display para que o operador possa corrigir o problema.

8.1. Tensões espúrias muito altas

Se as correntes parasitas do terreno estiverem comprometendo seriamente a precisão das medições, o display mostrará a seguinte mensagem:



```
Earth Voltage
too high!
```

8.2. Resistência da tomada de terra além da escala

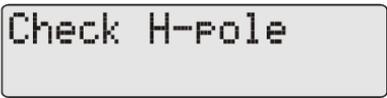
Se a resistência do sistema for excepcionalmente alta (acima de 20,00 k Ω), ou seja, além da escala de valores que o **EM-4055** pode medir, a seguinte mensagem aparecerá na linha superior do display:



```
R> 20.00kΩ
3-Pole 270Hz
```

8.3. Resistência muito alta nas estacas auxiliares

Se, por algum motivo, não houver corrente entre **H(Ec)**⁰⁴ e **E(Exc)**⁰¹, ou se a resistência no pólo da estaca H for muito alta, o display mostrará:



```
Check H-pole
```

O motivo pode ser uma conexão errada ou uma resistência de alta-difusão excessiva na estaca de corrente H. Confira a instalação para corrigir o problema.

Se a resistência no pólo da estaca S for muito alta ou se a fiação próxima estiver danificada, o display mostrará:



Check S-pole

A difusão da resistência na estaca S está excessivamente alta, ou pode haver uma desconexão no circuito. Para corrigir o problema, confira a instalação.

Em ambos os casos, a resistência excessiva pode ser diminuída molhando-se as estacas auxiliares, ou inserindo várias estacas interconectadas.

8.4. Resistividade do terreno além da escala

Se o valor da resistividade for excepcionalmente alto (acima de 50 k Ω m), ou seja, além da escala de valores que o **EM-4055** pode medir, a linha superior do display mostrará:



$\rho > 50\text{k}\Omega\text{m}$
4-Pole a= 3m

9. Transferência de dados para o computador

Para transferir os dados da memória do **EM-4055** para um computador, use o cabo fornecido com os acessórios. Conecte-o às portas **RS-232** do **EM-4055** e do computador.

No menu INICIAR do Windows, acesse os menus “Programas”, “Acessórios” e “Comunicações”, e selecione o programa “Hyper Terminal”. Para criar uma nova conexão, escolha um nome, selecione um ícone e clique em “OK”. Na janela seguinte, escolha a porta de comunicações adequada. Após clicar em “OK”, selecione os seguintes dados na próxima janela:

Bits por segundo: **4800**

Bits de dados: **8**

Paridade: **Nenhum**

Bits de parada: **1**

Controle de fluxo: **Nenhum**

O PC está agora corretamente configurado para receber as informações coletadas nas medições. Pressionando a tecla **MEM**[Ⓜ], o **EM-4055** enviará os dados armazenados na memória para o computador, e o display mostrará a seguinte mensagem:



```

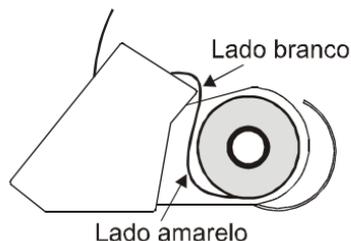
Sending Data
Wait ...
  
```

Os dados da memória estarão então disponíveis para visualização e armazenamento no computador.

10. Impressora

Ao pressionar a tecla da impressora (11), os resultados e parâmetros do último ensaio serão impressos. Use a tecla 09 para retirar o papel antes de cortá-lo.

Atenção: Não puxe o papel manualmente nem tente colocá-lo de volta na impressora, ou a impressora pode ser facilmente danificada.



A impressora do **EM-4055** utiliza papel térmico de 37mm de largura, numa bobina de 33mm de diâmetro. A figura ao lado mostra como inserir corretamente o papel.

Aperte a tecla 09 até o papel aparecer. Para remover a bobina antiga, corte o papel próximo à bobina e aperte a tecla 09.

Especificações técnicas

Aplicação	: Medição de resistências de aterramento, de resistividade do solo (usando 4 bornes, com aplicação automática da fórmula de Wenner), e de tensões espúrias, de acordo com o IEC 61557-5.
Método de medição da resistência	: O equipamento injeta uma corrente estável no terreno, e mede a tensão resultante da circulação desta corrente através da resistência de difusão do aterramento. O display exhibe então o valor desta resistência.
Frequência de operação	: 270 Hz (medição de resistência ou resistividade) ou 1470 Hz (medição de resistência), com variação máxima de ± 1 Hz em ambos os casos.
Método de medição da resistividade	: O equipamento injeta uma corrente no solo e mede a voltagem então apresentada; usando o valor indicado pelo operador para a distância entre as estacas, a fórmula de Wenner é automaticamente aplicada, e o valor da resistividade do terreno é informada no display.
Voltímetro	: Na função de volímetro, o equipamento opera como um volímetro convencional, possibilitando a medição da voltagem gerada por correntes parasitas.
Escalas de medição	: Resistência: de 0 a 20 k Ω (seleção automática de escala) Resistividade: de 0 a 50 k Ω m (seleção automática de escala) Voltagem: de 0 a 60 V~
Precisão	: Medições de resistência e resistividade: \pm (2% do valor medido \pm 2 dígitos) Medição de voltagem: \pm (3% do valor medido \pm 2 dígitos)
Resolução da leitura	: 0.01 Ω na medição de resistência. 0.01 Ω m na medição de resistividade. 0.1 V na medição de voltagem.

Corrente de saída	: A corrente é limitada a menos de 3.5mA r.m.s. (de acordo com o IEC 61557-5 - 4.5)
Imunidade à interferência das tensões espúrias	: Durante as medições, permite a presença de tensões espúrias de até 7 V~, com erro menor que 10 %.
Resistência nas estacas auxiliares	: Durante as medições, permite de $R_{aux} = 100R$ até $R_{aux} \leq 50 \text{ k}\Omega$ com erro menor que 30%
Verificação da bateria	: Permite verificar o status da carga da bateria do aparelho.
Funções avançadas	: Detecção automática de condições anormais que possam causar erros excessivos (bateria fraca, muita interferência, resistência muito alta nas estacas)
Cálculo da resistividade do terreno	: Quando executando medições de resistividade do terreno, basta ao operador informar ao equipamento a distância entre as estacas e o valor da resistividade será automaticamente calculado.
Saída de dados	: RS-232 @ 4800 bps. Para captação de dados em um computador ou data logger adequadamente conectado e configurado.
Impressora interna	: Para impressão dos valores medidos.
Alimentação	: Através de uma bateria interna recarregável de 12 V e 2.3 Ah.
Carregador da bateria	: Rede de energia de 100 -240 V~
Segurança	: De acordo com o IEC 61010-1/1990, IEC 61010, 1/1992 emenda 2
E.M.C	: De acordo com o IEC 61326-1.
Imunidade eletroestática	: De acordo com o IEC 1000-4-2.
Imunidade a irradiação eletromagnética	: De acordo com o IEC 61000-4-3.
Proteção ambiental	: IP54 com a tampa fechada.
Máxima altitude de operação	: 3000m
Temperatura de operação	: -10°C a 50°C

- Temperatura de armazenamento** : -25°C a 65°C
- Umidade relativa tolerada** : 95% (sem condensação)
- Peso total** : Aproximadamente 3.0kg (sem os acessórios)
- Tamanho** : 274 X 250 X 124 mm
- Acessórios incluídos** :
- Quatro (4) estacas de aço de 50cm
 - Cabo de alimentação
 - Um cabo de 40 metros (vermelho).
 - Dois cabos de 20 metros (azul e verde)
 - Um cabo de 5 metros (preto).
 - Um cabo de 5 metros para conexão à tomada de terra.
 - Bolsa para transporte.
 - Este Manual do Usuário.

Termo de Garantia

A **MEGABRAS INDÚSTRIA ELETRÔNICA LTDA.** assegura ao *proprietário / consumidor* do **EM-4055** garantia contra qualquer defeito de material ou de fabricação que ele possa apresentar no prazo de **02 (dois) anos**, contados a partir da data de aquisição pelo primeiro comprador/consumidor, aquisição esta feita em revendedor autorizado de nossos produtos ou diretamente com a **MEGABRAS Ltda.**, exceto a bateria recarregável que tem **06 (seis) meses** de garantia.

A **MEGABRAS** restringe sua responsabilidade à substituição das peças defeituosas, desde que, a critério de seu departamento técnico, se constate falha em condições normais de uso. A mão de obra e substituição de peças com defeitos de fabricação, em uso normal do aparelho, serão gratuitas dentro do período de garantia. A **MEGABRAS** declara a garantia nula e sem efeito caso este aparelho sofra qualquer dano provocado por acidentes, agentes da natureza, uso em desacordo com o manual de instruções, por ter sido ligado a rede elétrica imprópria ou sujeita a perturbações excessivas, no caso de apresentar sinais de violação do lacre, ou ainda se ajustado ou consertado por pessoas não autorizadas pela **MEGABRAS**. Também será considerada nula a garantia se este certificado ou a Nota Fiscal de compra apresentar rasuras ou modificações.

A **MEGABRAS** obriga-se a prestar os serviços acima referidos, tanto os gratuitos como os remunerados, somente em sua fábrica na cidade de São Paulo. O proprietário/consumidor, será portanto, o único responsável pelos riscos e despesas de transporte do aparelho à fábrica (ida e volta).

Anotações

Anotações
