METRÔ - DF	ENGEVIX	CODIFICAÇÃO ENGEVIX P00160/01-5N-RL-0603-2

SETOR	CEILÂNDIA – SAMAMBAIA – ASA NORTE
ENDEREÇO	ESTAÇÕES 28, 29, 35, 36, 41 e SR-63
PROPRIETÁRIO	METRÔ – DF
AUTOR DO PROJETO	LORREINE IRIA LAUBE
RESPONSÁVEL TÉCNICO	

METRÔ - DF

LORREINE IRIA LAUBE CREA N° 071607-2

METRÔ - DF

SISTEMA: ENERGIA			
SUB-SISTEMA: ATERRAMENTO			
VISTO: ELJ/RJF	DATA: 13/03/2014	LOCAL: CEILÂNDIA – SAMAMBAIA – ASA NORTE	
APROVADO: OOP	DATA: 09/10/2014	COMPONENTES /TIPO DE DOCUMENTO: RELATÓRIO TÉCNICO MEDIÇÃO DE RESISTIVIDADE DO SOLO	ÁREA DE CONST.: -
ESCALA: **S/ESC.**	ETAPA DO PROJ.		
N MICROFILME	FOLHA: 1/36	CODIFICAÇÃO: **RT.4/EX.99/10.603**	REVISÃO: **2**

2	APROVADO CONF. PARECER 098/14-TDME-ENERGIA	09/06/14	LIL	MHY	ITF	ELJ/RJF	OOP
1A	REVISÃO CONF. PARECER 061/14-TDME-ENERGIA	21/05/14	LIL	LBP	JoW/e	ELJ/RJF	OOP
1	APROVADO CONF. PARECER 048/14-TDME-ENERGIA	14/04/14	LIL	LBP	JoWe	ELJ/RJF	OOP
0	EMISSÃO INICIAL	13/03/14	LIL	LBP	JoWe	ELJ/RJF	OOP
N°	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROV.	VERIF.	APROV.
		CONTRATADA				**METRÔ - DF**	
R E V I S Õ E S							

METRÔ DF
RT.4/EX.99/10.603

RELATÓRIO TÉCNICO

SISTEMA DE ATERRAMENTO – MEDIÇÃO DE RESISTIVIDADE DO SOLO

PROJETO BÁSICO

SUMÁRIO

1 OBJETIVO 5

2 REFERÊNCIAS 5

3 NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS 6

4 METODOLOGIA DE MEDIÇÃO 6

4.1 Arranjo dos quatro pontos igualmente espaçados ou arranjo de Wenner 6

4.2 Equipamento utilizado 7

4.3 Procedimentos da medição 7

4.4 Cuidados na medição 9

5 MEDIÇÕES A REALIZAR 9

5.1 Critérios adotados 9

5.2 Locais das medições 10

6 CONCLUSÕES 18

ANEXO I 19

ANEXO II 24

1 OBJETIVO

O presente relatório técnico tem por objetivo apresentar o arranjo, as recomendações técnicas e de segurança, bem como detalhes de execução da medição da resistividade do solo onde serão instaladas as malhas de terra da via, das Subestações Retificadoras (SR 15, SR 16, SR 64, SR 65, SR 21 e SR 63), Subestações Auxiliares do sistema de energia e do sistema de sinalização e controle.

2 REFERÊNCIAS

- DE.4/28.1N/E1.009 – Projeto Arquitetônico – Ceilândia – Estação 28 – Planta Baixa do Nível Plataforma – Eixos 01 ao 07
- DE.4/28.1N/E1.010 – Projeto Arquitetônico – Ceilândia – Estação 28 – Planta Baixa do Nível Plataforma – Eixos 07 ao 13
- DE.4/29.1P/E1.007 – Projeto Arquitetônico – Ceilândia – Estação 29 – Planta Baixa do Nível Plataforma – Eixos 01 ao 07;
- DE.4/29.1P/E1.008 – Projeto Arquitetônico – Ceilândia – Estação 29 – Planta Baixa do Nível Plataforma – Eixos 07 ao 13;
- DE.4/35.7G/E1.006 – Projeto Arquitetônico – Samambaia – Estação 35 – Planta Baixa do Nível da Plataforma – Eixos 01 ao 08;
- DE.4/35.7G/E1.007 – Projeto Arquitetônico – Samambaia – Estação 35 – Planta Baixa do Nível da Plataforma – Eixos 08 ao 15;
- DE.4/36.7H/E1.007 – Projeto Arquitetônico – Samambaia – Estação 36 – Planta Baixa do Nível da Plataforma – Eixos 01 ao 08;
- DE.4/36.7H/E1.008 – Projeto Arquitetônico – Samambaia – Estação 36 – Planta Baixa do Nível da Plataforma – Eixos 08 ao 15;
- DE.4/41.6M/E1.013 – Projeto Arquitetônico – Asa Norte – Estação 41 – Planta Baixa do Nível do Mezanino – Nível 1079,35 e 1077,35 - Eixos 08 ao 16;
- DE.4/41.6M/E1.014 – Projeto Arquitetônico – Asa Norte – Estação 41 – Planta Baixa do Nível da Plataforma – Eixos 01 ao 08;
- DE.4/41.6M/E1.015 – Projeto Arquitetônico – Asa Norte – Estação 41 – Planta Baixa do Nível da Plataforma – Eixos 08 ao 16;
- DE.4/EB.63/00.201 – Subestação Retificadora 63 – Samambaia – Disposição dos Equipamentos Planta.

3 NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS

- NBR 7117-2012 – Medição da resistividade e determinação da estratificação do solo;
- IEEE Std. 81- 2012 – IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System;
- Guia do Usuário do Terrômetro Digital MTD-20KWe.

4 METODOLOGIA DE MEDIÇÃO

4.1 Arranjo dos quatro pontos igualmente espaçados ou arranjo de Wenner

As medições da resistividade do solo serão realizadas conforme o Arranjo dos quatro pontos igualmente espaçados ou Arranjo de Wenner.

Neste arranjo os eletrodos são cravados firmemente no solo (profundidade “b”) e igualmente espaçados a uma distância “a”. C1 e C2 são os eletrodos de corrente (A) e a tensão (V) é medida entre os pontos P1 e P2 do arranjo conforme figura abaixo:

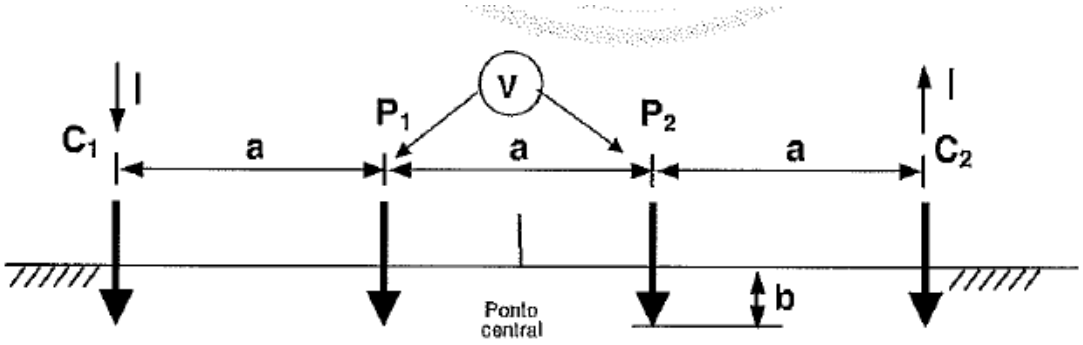


Figura 1 - Medição de resistividade do solo

A resistividade em função de “a” e “b” é dada por:

Equação 1

$$\rho = \frac{4\pi \times a \times (\frac{V}{I})}{1 + \left(2a\sqrt{a^2 + 4b^2}\right) - \left(a/\sqrt{a^2 + b^2}\right)}$$

A relação (V/I) fornece a resistência (R) em ohms, onde na prática com os eletrodos enterrados a uma profundidade menor do que 10% de “a”, a equação acima se torna:

Equação 2

$$\rho(a) = 2\pi \times a \times (\frac{v}{I})$$

Essa equação é aproximadamente a resistividade média do solo na profundidade a. Um

conjunto de leituras tomadas com vários espaçamentos entre eletrodos resulta em um conjunto de resistividades que, quando plotadas de acordo com o espaçamento, indica a variação da resistividade em função da profundidade.

4.2 Equipamento utilizado

Para efetuar as medições nas SRs 15, 16, 21, 63, 64 e 65 será utilizado o terrômetro digital MTD-20KWe, fabricante Megabras, ver ANEXO I.

A figura abaixo mostra a ligação do terrômetro para medição da resistividade do solo. Os bornes (E) e (H) são os bornes de corrente e os bornes (ES) e (S) são os bornes de tensão.

As resistências R1, R2, R3 e R4 representam as resistências de aterramento dos eletrodos auxiliares e Rj representa a resistência que o solo oferece para uma determinada profundidade “b”, que é considerada igual à distância de espaçamento “a” dos eletrodos.

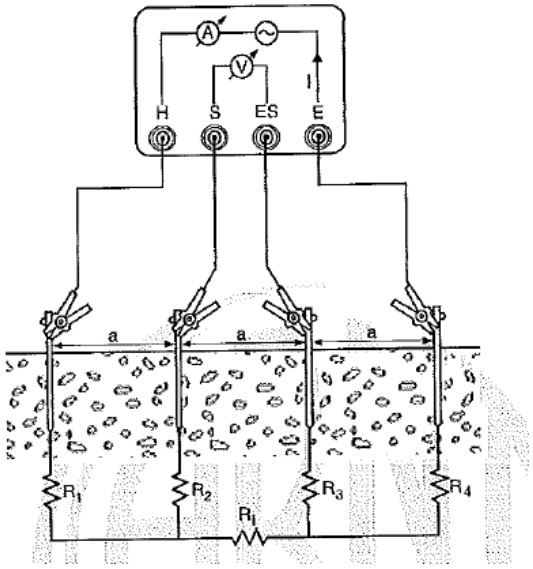


Figura 2 - Esquema elétrico simplificado da medição da resistividade do solo

4.3 Procedimentos da medição

Os itens abaixo se referem às recomendações levadas a campo e adotadas durante as medições:

a) As hastes deverão estar alinhadas e cravadas a uma profundidade de 0,20 m e coordenadas definidas no item 5. É absolutamente necessário que as hastes estejam firmemente cravadas no solo, ainda que para isso seja necessária uma profundidade maior que a recomendada (neste caso deve-se anotar nas tabelas, a profundidade adotada);

b) As hastes devem estar bem limpas, isentas de óxidos e gorduras para possibilitar melhor contato com o solo;

c) As hastes deverão ser fixadas verticalmente (nunca inclinadas). Eventuais vazios entre as hastes e o solo deverão ser preenchidos por solo umedecido;

d) As medições preferencialmente não deverão ser realizadas em solo molhado ou com umidade excessiva;

e) O estado da carga da bateria do equipamento de medição deverá ser verificado;

f) Caso algum obstáculo impeça a medição de um ponto em uma dada direção deve-se escolher outra de tal modo que a nova direção tenha o menor ângulo possível com a direção original de projeto. Neste caso a alteração deverá ser anotada no desenho de indicação dos pontos de medição, relatada no relatório de medição;

g) Caso algum obstáculo impeça a medição de um ponto em uma direção ou em ambas, um novo ponto deverá ser escolhido o mais próximo possível do ponto inicialmente projetado para a realização da medição. Esta mudança deverá ser anotada no desenho de indicação dos pontos de medição, relatada no relatório de medição juntamente com uma nova tabela;

h) Todas as medições, para um mesmo ponto, deverão ser efetuadas em um mesmo dia;

i) Cada linha de medição deve abranger distâncias entre eletrodos, que se estendam no mínimo até a maior dimensão (diagonal) do terreno a ser ocupado pela malha. A linha de medição deve ser prospectada a partir de uma distância entre eletrodos a partir de 1m e prosseguir, em potência de 2: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 m. Poderão ser utilizadas distâncias intermediárias entre eletrodos;

j) Em solos secos ou excessivamente duros, o cravamento das hastes poderá ser feito umedecendo-se o solo. Este procedimento será particularmente importante em solos arenosos;

k) Em caso de elementos metálicos enterrados no solo próximo a pontos de medição, as medições deverão ser executadas perpendicularmente à maior dimensão do elemento metálico. Neste caso a existência do elemento metálico deverá ser relatada no relatório de medições bem como a forma geométrica do elemento, caso seja conhecida;

l) No método descrito, o equipamento de medição deverá estar posicionado no meio das hastes, ou seja, sobre o ponto em medição;

m) No caso de percepção de solo não homogêneo na superfície aumentar o número de pontos de medição locando pelo menos 1 em cada tipo de solo superficialmente detectado como distinto;

n) Em áreas onde seja necessário corrigir o nível do terreno, pelo menos uma das medições deve ser realizada após a conclusão da terraplenagem;

o) No caso de medições de resistividade próximas a malhas existentes, objetos condutores enterrados ou cercas aterradas, deve-se afastar a linha de medição a uma distância onde as interferências sejam reduzidas para evitar ou atenuar os efeitos da proximidade com massas metálicas enterradas próximo à linha de medição.

4.4 Cuidados na medição

Durante a medição de resistividade os seguintes cuidados deverão ser tomados:

- Não fazer medições sob condições atmosféricas adversas, tendo-se em vista a possibilidade de descargas atmosféricas;
- Utilizar equipamentos de proteção individuais (EPI) compatíveis com o tipo e o local da medição a ser realizada;
- Evitar que pessoas estranhas e animais aproximem-se do local;
- Não tocar os eletrodos durante a medição.

5 MEDIÇÕES A REALIZAR

5.1 Critérios adotados

Conforme norma NBR 7117-2012 para as áreas e diagonais apresentadas abaixo serão necessárias 2 (duas) linhas de medição de no mínimo 64m para cada uma das estações, exceto em casos onde não haja área suficiente para a distância entre hastes mínima estabelecida.

Para as vias serão adotadas as medições realizadas entre uma estação de passageiros e outra.

Área da Estação 28 (SR 15): 47,2 x 13,5m = 637,2m² Diagonal: 49,15m

Área da Estação 29 (SR 16): 47,21 x 13,5m = 637,33m² Diagonal: 49,09m

Áreas da SR 63: 28,16 x 12,94m = 364,39m² diagonal = 31,26m

Áreas da Estação 35 (SR 64): 47,4 x 14 = 663,6 m² Diagonal = 49,42m

Áreas da Estação 36 (SR 65): 47,4 x 13,85 = 656,49m² Diagonal = 49,38m

Área da Estação 41 (SR 21): 32,31 x 19,33m = 624,36m² Diagonal = 41,66m

No ANEXO II, constam as tabelas com relatório fotográfico e as medições de resistividade do solo medidas em campo.

5.2 Locais das medições

SR 15 – CEILÂNDIA – ESTAÇÃO 28

O ponto SR 15, está alocado às coordenadas apresentadas abaixo. Nesta locação conforme Figura 3 - localização SR 15, não há possibilidade de execução da medição de resistividade do solo, sendo assim, a medição será realizada no ponto P1, ver Figura 4 - localização ponto P1.

Coordenadas SR 15: Zona 22L

808020,85m E

8251299,67m S

Coordenadas P1:

808159,24m E

8251359,00m S



Figura 3 - localização SR 15



Figura 4 - localização ponto P1

SR 16 – CEILÂNDIA – ESTAÇÃO 29

O ponto SR 16, está alocado às coordenadas apresentadas abaixo. Nesta locação conforme Figura 5 - Localização SR 16, não há possibilidade de execução da medição de resistividade do solo, sendo assim, a medição será realizada no ponto P2, ver Figura 6 - Localização ponto P2.

Coordenadas SR 16: Zona 22L

807627,93m E

8252421,74m S

Coordenadas P2: Zona 22L

807756,20m E

8252513,44m S



Figura 5 - Localização SR 16



Figura 6 - Localização ponto P2

SR 63 – SAMAMBAIA

O ponto SR 63, está alocado às coordenadas apresentadas abaixo. Nesta locação conforme Figura 7 - Localização SR 63, existe a possibilidade de execução da medição de resistividade do solo.

Coordenadas: Zona 22L

8112018,13 m E

8242513,61m S

Para este ponto especificamente, observar Procedimentos da medição item o) e k).



Figura 7 - Localização SR 63

SR 64 – SAMAMBAIA – ESTAÇÃO 35

O ponto SR 64, está alocado às coordenadas apresentadas abaixo. Nesta locação conforme Figura 8 - Localização SR 64, existe a possibilidade de execução da medição de resistividade do solo.

Coordenadas: Zona 22L

810052,31m E

8241893,13m S

Para este ponto especificamente, observar Procedimentos da medição item o) e k).



Figura 8 - Localização SR 64

SR 65 – SAMAMBAIA – ESTAÇÃO 36

O ponto SR 65, está alocado às coordenadas apresentadas abaixo. Nesta locação conforme Figura 9 - Localização SR 65, existe a possibilidade de execução da medição de resistividade do solo.

Coordenadas: Zona 22L

809014,34m E

8241409,46m S

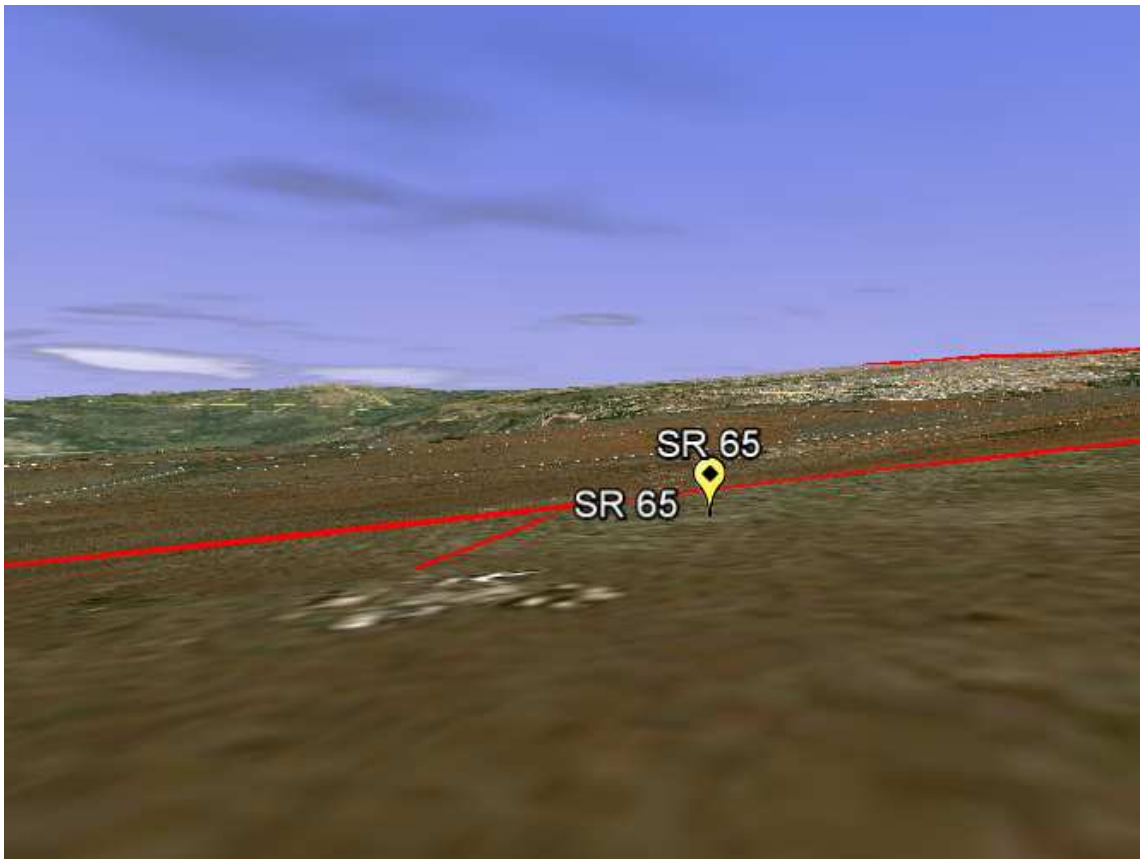


Figura 9 - Localização SR 65

SR 21 – ASA NORTE – ESTAÇÃO 41

O ponto SR 21, está alocado às coordenadas apresentadas abaixo. Nesta locação conforme Figura 10 - Localização SR 21, não há possibilidade de execução da medição de resistividade do solo, sendo assim, a medição será realizada no ponto P3, ver Figura 11 - Localização ponto P3.

Coordenadas: Zona 22L

191196,54m E

8252256,71m S



Figura 10 - Localização SR 21



Figura 11 - Localização ponto P3

6 CONCLUSÕES

O presente relatório apresentou o procedimento e os resultados das medições de resistividade do solo realizadas entre os dias 31/03/14 e 02/04/14. Nas áreas em que serão instaladas as malhas de terra da via, das Subestações Retificadoras - estação 28 (SR 15), estação 29 (SR 16), estação 35 (SR 64), estação 36 (SR 65), estação 41 (SR 21) e SR 63 - Subestações Auxiliares do sistema de energia, do sistema de sinalização e controle.

O estágio atual do empreendimento é de elaboração de projeto básico. Os terrenos onde serão implantadas as estações e Subestações Retificadoras não estão devidamente terraplanados, de acordo com o projeto de terraplanagem, podendo inclusive algumas áreas apresentarem elementos metálicos, em função de construções executadas anteriormente, o que pode impactar no estudo da resistividade. Desta maneira, conclui-se que as medições realizadas permitem inferir as informações necessárias sobre os perfis dos solos para a elaboração do projeto básico de aterramento, de acordo com a situação das áreas destinadas à construção das estações e Subestações Retificadoras.

Para o projeto executivo, após a terraplanagem, aconselha-se a realização de novas medições da resistividade, para que essas não sejam afetadas por elementos desconhecidos e reflitam o perfil real do solo. Sugere-se que estas medições sejam realizadas no período seco com três dias sem chuvas ou após sete dias sem chuvas caso realizado fora do período de estiagem, conforme recomendação da NBR-7117. Desta maneira, será possível obter o valor máximo da resistividade do solo e a partir disso dimensionar os sistemas para a situação mais crítica. O que permitirá assegurar o atendimento dos requisitos estabelecidos em normas mesmo para o período crítico.

Mesmo com os pontos acima levantadas, terreno não terraplenado e medição em solo um pouco úmido, comparando com as sondagens realizadas no local anteriormente, os valores medidos de resistividade do solo, apresentaram-se dentro da faixa esperada para os tipos de solos encontrados.

ANEXO I

Equipamento empregado para medição da resistividade do solo

Marca do equipamento: Terrômetro digital MEGABRAS

Modelo MTD-20KWe

Nº de série MR 1170 C

Data de execução da calibração 10/04/2013



Figura 12 - Terrômetro digital MTD 20KWe

Calibração do equipamento empregado para medição da resistividade do solo

MEGABRAS INDÚSTRIA ELETRÔNICA LTDA.
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO
Rua Gibraltar 172 – São Paulo – SP - Brasil

Terrômetro
MTD-20KWe

Certificado Nº 39698 Data: 10/04/2013 Nº de série: MR 1170 C Página 1 de 3.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO.

Solicitante: Engevix Engenharia S/A.

Equipamento testado: Terrômetro

Descrição do produto: Terrômetro digital MEGABRAS® modelo MTD-20KWe, nº de série **MR 1170 C**

Numero de Patrimônio:

Data da execução da calibração: 10/04/2013

NOTAS:

1. **Procedimento de calibração**

O procedimento de calibração utilizado foi baseado na Instrução técnica PQ GQ 01, nas recomendações da norma NBR ISO/IEC 17025 e nos manuais de operação dos instrumentos envolvidos.

A calibração do voltímetro foi efetuada aplicando tensão simultaneamente ao instrumento testado e ao voltímetro padrão, sendo o resultado da calibração a comparação de ambas leituras.

A calibração do medidor de resistência resulta da medição direta de resistências padrões, comparando o valor indicado pelo instrumento ensaiado com o valor verdadeiro convencional das resistências.

DOCUMENTO ORIGINAL

2. **Padrões utilizados:**

Década de resistência marca Yokogawa Modelo 2780-20, série nº 01017, com certificado de calibração nº 112034-101, emitido pelo IPT(1), dentro da RBC(2), em 01/09/2011, com validade de 2 anos.

Multímetro digital de 6 ½ dígitos, marca Fluke, modelo 8845A, série nº 1540011, calibrado em 08/03/2013, com certificado de calibração nº 122914-101, emitido pelo IPT(1), dentro da RBC (2), com validade de 2 anos.

3. **Incertezas**

Os valores verdadeiros convencionais das tensões estão afetados por uma incerteza total expandida de ±0,5%

Os valores verdadeiros convencionais das resistências estão afetados por uma incerteza total expandida de ±0,5%

A incerteza expandida relatada é baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência **K=2**, para um nível de confiança de aproximadamente **95%**.

A REPRODUÇÃO DESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER INTEGRAL.

MEGABRAS INDÚSTRIA ELETRÔNICA LTDA.
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO
Rua Gibraltar 172 – São Paulo – SP - Brasil

Terrômetro
MTD-20KWe

Certificado Nº 39698 **Data: 10/04/2013** Nº de série: MR 1170 C Página 2 de 3.

4. Condições ambientais

Os ensaios foram realizados num ambiente climatizado, com temperatura de:

24 ± 2 °C

E umidade relativa do do ar:

57 ± 5%

5. Calibração do Voltímetro

Erro máximo segundo especificação técnica do equipamento: ± (2% do valor medido + 1% do fundo de escala)

Valor verdadeiro convencional (V)	Valor medido (V)	Erro absoluto (V)	Erro máximo admissível (V)
50,22	50,4	0,18	± 3,00
100,94	101,9	0,96	± 4,02
192,96	195,2	2,24	± 5,86

Resultado: CUMPRE com a especificação técnica.

6. Calibração das escalas de resistências

Erro máximo segundo especificação técnica do equipamento: ± (2% do valor medido + 1% do fundo de escala)

Escala	Valor verdadeiro convencional (*)	Valor medido (*)	Erro absoluto (*)	Erro máximo admissível (*)
20,00 Ω	3,04	3,05	0,01	± 0,26
	10,03	10,02	0,01	± 0,40
	15,05	15,04	-0,01	± 0,50
200,0 Ω	30,0	29,5	-0,5	± 2,6
	100,0	99,3	-0,7	± 4,0
	150,0	149,2	-0,8	± 5,0
2000 Ω	300	294	-6	± 26
	1000	996	-4	± 40
	1500	1499	-1	± 50
20,00 kΩ	3,00	3,05	0,05	± 0,26
	10,00	9,97	-0,03	± 0,40
	15,00	14,61	-0,39	± 0,49

(*) Os valores são indicados na mesma unidade da escala utilizada na primeira coluna.

Resultado: CUMPRE com a especificação técnica.

A REPRODUÇÃO DESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER INTEGRAL.

MEGABRAS INDÚSTRIA ELETRÔNICA LTDA.
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO
Rua Gibraltar 172 – São Paulo – SP - Brasil

Terrômetro
MTD-20KWe

Certificado Nº 39698 Data: 10/04/2013 Nº de série: MR 1170 C Página 3 de 3.

7. Ensaio de tensão aplicada.

Aplicou-se 1,5 kV (ac), durante 1 minuto e não detectou-se corrente de fuga (I=0).

8. Rastreabilidade

Este certificado possui rastreabilidade ao Sistema Internacional de Medidas através dos padrões nacionais do INMETRO.

9. Terminologia utilizada

Valor verdadeiro convencional: Valor atribuído ao padrão de referência que representa ao *valor verdadeiro* com a incerteza indicada.

(1)IPT: Instituto de Pesquisas Tecnológicas

(2)RBC: Rede Brasileira de Calibração

INMETRO: Instituto Nacional de Metrologia; é possuidor de um conjunto de laboratórios primários e o gestor da RBC (Rede Brasileira de Calibração), RBLE (Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios) e RNML (Rede Nacional de Metrologia Legal)

10. Observações

a) Os resultados expressados neste Certificado são válidos unicamente para a unidade ensaiada, não sendo extensivos a outras unidades ainda quando forem do mesmo tipo e lote.

b) Toda reprodução deste documento deverá ser integral e sem nenhuma alteração.

DOCUMENTO ORIGINAL

Calibração executada por: Gledson Teles
Gledson Teles

Supervisionada por:
Geraldo de Medeiros Junior

A REPRODUÇÃO DESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER INTEGRAL.

ANEXO II

Estação 28 – SR 15

Data de medição: 02/04/2014

Horário: 10:30h

Condição do solo: pouco úmido

Condições meteorológicas: tempo instável

Observações: Não foi possível a medição na direção y, por questões de obstáculos no campo.



Figura 13 – Local medições SR15 (P1) executadas nos sentidos x- e x+

Tabela 1 - Medição ponto P1 – direção x

Afastamento – a (m)	Profundidade – b (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
1,0	0,2	21,3	200	133,832
2,0	0,2	17,88	20	224,687
4,0	0,2	17,29	20	434,545
8,0	0,2	14,29	20	718,294
16,0	0,2	7,92	20	796,205
32,0	0,2	2,60	20	522,761

Afastamento – a (m)	Profundidade – b (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
64,0	0,2	0,83	20	333,763

Tabela 2 - Medição ponto P1 – direção y

Afastamento – d (m)	Profundidade – p (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
1,0	0,2			
2,0	0,2			
4,0	0,2			
8,0	0,2			
16,0	0,2			
32,0	0,2			
64,0	0,2			

Estação 29 – SR 16

Data de medição: 02/04/2014

Horário: 9:00h

Condição do solo: pouco úmido

Condições meteorológicas: tempo instável

Observações: Para espaçamento de 64m, direção y, a medição foi desprezada devido ao local.




Figura 14 - Local medições SR16 (P2) executadas nos sentidos x- e x+

Tabela 3 - Medição ponto P2 – direção x

Afastamento – d (m)	Profundidade – p (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
1,0	0,2	25,60	200	160,84
2,0	0,2	13,48	20	169,39
4,0	0,2	6,49	20	163,11
8,0	0,2	2,74	20	137,72
16,0	0,2	1,28	20	128,67
32,0	0,2	0,96	20	193,01
64,0	0,2	0,71	20	285,50




Figura 15 - Local medições SR16 (P2) executadas nos sentidos y- e y+

Tabela 4 - Medição ponto P2 – direção y

Afastamento – d (m)	Profundidade – p (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
1,0	0,2	27,9	200	175,30
2,0	0,2	13,95	20	175,30
4,0	0,2	7	20	175,93
8,0	0,2	3	20	150,80
16,0	0,2	1,25	20	125,66
32,0	0,2	1	20	201,06
64,0	0,2	X	X	X

SR 63

Data de medição: 31/03/2014

Horário: 15:00h

Condição do solo: pouco úmido

Condições meteorológicas: tempo instável

Observações: Não há.





Figura 16 - Local medições SR63 executadas nos sentidos x- e x+

Tabela 5 - Medição ponto SR 63 – direção x

Afastamento – d (m)	Profundidade – p (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
1,0	0,2	333	2000	2092,30
2,0	0,2	158	2000	1985,49
4,0	0,2	55	2000	1382,30
8,0	0,2	10,9	200	547,89
16,0	0,2	7,55	20	759,01
32,0	0,2	2,59	20	520,75
64,0	0,2	3,38	20	1359,18



Figura 17 - Local medições SR63 executadas nos sentidos y- e y+

Tabela 6 - Medição ponto SR 63 – direção y

Afastamento – d (m)	Profundidade – p (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
1,0	0,2	485	2000	3047,34
2,0	0,2	244	2000	3066,19
4,0	0,2	57,2	200	1437,59
8,0	0,2	17,13	20	861,05
16,0	0,2	15,82	20	1590,40
32,0	0,2	0,82	20	164,87
64,0	0,2	3,35	20	1347,11

Estação 35 – SR 64

Data de medição: 01/04/2014

Horário: 9:30h

Condição do solo: pouco úmido

Condições meteorológicas: tempo instável

Observações: Não há.



Figura 18 - Local medições SR64 executadas nos sentidos x- e x+

Tabela 7 - Medição ponto SR 64 – direção x

Afastamento – d (m)	Profundidade – p (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
1,0	0,2	96	200	603,19
2,0	0,2	6,51	20	81,81
4,0	0,2	41,6	200	1045,52
8,0	0,2	15,82	20	795,20
16,0	0,2	18,13	20	1822,63
32,0	0,2	15	20	3015,93
64,0	0,2	0,49	20	197,04



Figura 19 - Local medições SR64 executadas nos sentidos y- e y+

Tabela 8 - Medição ponto SR 64 – direção y

Afastamento – d (m)	Profundidade – p (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
1,0	0,2	55,8	200	350,60
2,0	0,2	24	200	301,59
4,0	0,2	19,29	20	484,81
8,0	0,2	32,3	200	1623,58
16,0	0,2	12,03	20	1209,39
32,0	0,2	13,39	20	2692,22
64,0	0,2	0,67	20	269,42

Estação 36 – SR 65

Data de medição: 01/04/2014

Horário: 15:00h

Condição do solo: pouco úmido

Condições Meteorológicas: tempo instável

Observações: Não há.



Figura 20 - Local medições SR65 nos sentidos x- e x+

Tabela 9 - Medição ponto SR 65 – direção x

Afastamento – d (m)	Profundidade – p (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
1,0	0,2	170,8	200	1073,17
2,0	0,2	106,3	200	1335,81
4,0	0,2	43,7	200	1098,30
8,0	0,2	16,95	20	852,00
16,0	0,2	4,1	20	412,18
32,0	0,2	2,7	20	542,87
64,0	0,2	2,2	20	884,67



Figura 21 - Local medições SR65 nos sentidos y- e y+

Tabela 10 - Medição ponto SR 65 – direção y

Afastamento – d (m)	Profundidade – p (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
1,0	0,2	271	2000	1702,74
2,0	0,2	172	200	2161,42
4,0	0,2	46,2	200	1161,13
8,0	0,2	12,21	20	613,74
16,0	0,2	4,45	20	447,36
32,0	0,2	4,35	20	874,62
64,0	0,2	2,47	20	993,25

Estação 41 – SR 21

Data de medição: 02/04/2014

Horário: 15:00h

Condição do solo: pouco úmido

Condições meteorológicas: tempo instável

Observações: Só foi possível a execução das medições na direção x.




Figura 22 - Locais medições SR21 nos sentidos x- e x+

Tabela 11 - Medição ponto P3 – direção x

Afastamento – d (m)	Profundidade – p (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
1,0	0,2	32,9	200	206,72
2,0	0,2	22,7	200	285,26
4,0	0,2	18,79	20	472,24
8,0	0,2	15,46	20	777,10
16,0	0,2	12,67	20	1273,73
32,0	0,2	7,8	20	1568,28
64,0	0,2	4,8	20	1930,19

Tabela 12 - Medição ponto P3 - direção y

Afastamento – d (m)	Profundidade – p (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
1,0	0,2			
2,0	0,2			
4,0	0,2			
8,0	0,2			
16,0	0,2			

Afastamento – d (m)	Profundidade – p (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
32,0	0,2			
64,0	0,2			