

SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)

CHOCOLATES GAROTO S.A. - FILIAL

VILA VELHA / ES



MEDIÇÕES DE CONTINUIDADE ELÉTRICA ENTRE PRÉDIOS E RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO

EMPREENDIMENTO: 9378 - MEDIÇÕES DE CONTINUIDADE ELÉTRICA E RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO NO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA) INSTALADO NA EMPRESA CHOCOLATES GAROTO S.A - FILIAL, NA UNIDADE DE VILA VELHA / ES.

Resp. Técnico: Eng. João Luis Rodrigues da Rosa

CREA-RS: 075305

Código do documento: RT-9378-002

Visto CREA-ES: 20170728

19 de Fevereiro de 2019.



Relatório Técnico de Medições de Continuidade Elétrica e Resistência de Aterramento

Resp. Técnico: João Luis Rodrigues da Rosa Rubrica: Data:

Aprov. Cliente: Rubrica: Data:

Versão	Data	Histórico das Alterações
00	19/02/2019	EMIÇÃO ORIGINAL

SUMÁRIO

1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO	4
2. RESPONSABILIDADES	4
3. ESCOPO DOS SERVIÇOS	4
4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	4
5. INTRODUÇÃO	6
6. MEDIÇÃO DE CONTINUIDADE ELÉTRICA	6
6.1. Filosofia Adotada	7
6.2. Instrumento Utilizado	7
6.3. Procedimento de Medição	7
6.4. Pontos Medidos	8
6.5. Valores Encontrados	9
6.6. Conclusão:.....	13
7. MEDIÇÕES DE RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO	14
7.1. Filosofia Adotada:	14
7.2. Procedimento de Medição	16
7.3. Equipamento Utilizado	17
7.4. Condições Locais	17
7.5. Pontos Medidos	17
7.6. Valores Medidos	18
7.7. Análise das medições:.....	25
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
ANEXO I – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO MICROHMÍMETRO	27
ANEXO II – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO TERRÔMETRO DIGITAL MEGABRÁS MTD 20KWe	31



1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Classificação: ESTRUTURAS COMUNS - INDÚSTRIAS
Razão Social: CHOCOLATES GAROTO S.A. - FILIAL
Endereço: AVENIDA MINISTRO SALGADO FILHO – Nº 40
Cidade: VILA VELHA / ES.

2. RESPONSABILIDADES

Responsável Técnico: Eng. João Luis Rodrigues da Rosa
Nº Registro Pessoa Física: CREA: RS-075305 **Visto CREA-ES:** 20170728
Nº Registro Pessoa Jurídica: CREA: RS-180093 / **Visto CREA-ES:** 17066
Anotação de Responsabilidade Técnica (A.R.T.): CREA-ES - 0820180140180

3. ESCOPO DOS SERVIÇOS

- Realizar medições de continuidade elétrica entre pontos da malha de aterramento existente nas edificações da empresa Chocolates Garoto S.A. – Filial, localizada em Vila Velha / ES, de forma a certificar a interligação, a integridade entre as malhas (sistemas) de aterramento e suas conexões embutidas, verificando se os resultados obtidos nestes ensaios atendem aos requisitos mínimos das normas.
- Realizar medições de resistência de aterramento, através de terrômetro digital empregando o método de queda de potencial, em pontos do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) existente na empresa Chocolates Garoto S.A. - Filial, localizada em Vila Velha / ES, verificando se os valores obtidos nestes ensaios estão em consonância com a norma ABNT NBR 5410 de 2004.

4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

As normas utilizadas para subsidiar os ensaios na empresa Chocolates Garoto S.A. - Filial, localizada em Vila Velha / ES, foram as seguintes:

 PROTEGENDO VIDAS E SONHOS	4 / 34			
	OBRA:	CÓD. DO DOC:	VERSÃO:	DATA:
	9378	RT-9378-002	00	19/02/2019

Relatório Técnico de Medições de Continuidade Elétrica e Resistência de Aterramento

- **ABNT NBR 5419 / 2015** – Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas.
- **ABNT NBR 5410 / 2004** – Instalações Elétricas de Baixa Tensão.
- **ABNT NBR 15749:2009** – Medição de Resistência de aterramento e de Potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento.
- **NFPA 780 / 2004** – Standard for the Installation of Lightning Protection Systems.
- **IEC 62305-1 / 2006** – Protection Against Lightning – Part 1: General Principles.
- **IEC 62305-2 / 2006** – Protection Against Lightning – Part 2: Risk Management.
- **IEC 62305-3 / 2006** – Protection Against Lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard.
- **IEC 62305-4 / 2006** – Protection Against Lightning – Part 4: Electrical and electronic systems within structures.
- **IEEE Std 80 / 2000** – Guide for safety in AC substation grounding.
- **IEEE Std. 81 - 1983** – IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System; Part I – Normal Measurements.
- **IEEE Std. 81.2 – 1991** – IEEE Guide for Measuring of Impedance and Safety Characteristics of Large, Extended or Interconnected Grounding Systems.
- **IEEE Std 142 / 1991 (Green Book)** – Recommended Practice for Grounding of Industrial & Commercial Power Systems.

Os documentos utilizados para subsidiar as medições de continuidade elétrica e resistência de aterramento na empresa Chocolates Garoto S.A.- Filial, na cidade de Vila Velha / ES, fornecidos pelo corpo técnico da mesma estão relacionados a seguir.

- Desenho: **DE-Q-E-0031-Rev.A** - Planta geral do sistema de aterramento contendo parte do arranjo existente e parte deste ainda a ser implantado da empresa Chocolates Garoto S.A.- Filial, datado de janeiro de 2017.
- Desenho: **DE-Q-E-0032-Rev.A** - Planta geral do sistema de captos contendo parte do arranjo existente e parte deste ainda a ser implantado da empresa Chocolates Garoto S.A.- Filial, datado de janeiro de 2017.
- Desenho: **DE-Q-E-0033-Rev.A** - Planta geral de detalhes do SPDA da empresa Chocolates Garoto S.A.- Filial, datado de janeiro de 2017

5. INTRODUÇÃO

Com o objetivo de levantar a atual situação física do Subsistema de Aterramento e também as características funcionais e operacionais, foram realizados ensaios de resistência de aterramento e continuidade elétrica das malhas de aterramento existentes na empresa Chocolates Garoto S.A. - Filial, localizada em Vila Velha / ES, usando-se Terrômetro digital MEGABRÁS MTD 20 KWe e microhmímetro digital, de forma a certificar que os valores obtidos estejam em conformidade com as normas NBR 5419/2015 e 5410/2004. Todos os dados deste relatório são baseados em visita no local e levantamento fotográfico efetuado entre os dias 11 a 17 de fevereiro de 2019.

Este relatório auxilia na interpretação da planta **DE-9378-003 - Planta Geral de Aterramento com os pontos de Medição**, em anexo com as medições de resistência de aterramento e de continuidade elétrica, descrevendo a metodologia adotada em ambas as mensurações, valores encontrados e ilustrações das medições realizadas.

Esta documentação técnica deve ser mantida no local, ou em poder dos responsáveis pela manutenção do SPDA e aterramento.

6. MEDIÇÃO DE CONTINUIDADE ELÉTRICA

Levantou-se a necessidade de verificar o estado atual do sistema de aterramento, certificando a integridade das interligações entre as malhas. Com o resultado, foi possível indicar os aterramentos que estão interligados e atendendo aos requisitos mínimos das normas. Para efetuar este levantamento, foi realizada uma inspeção instrumentada no local, através da medição de continuidade elétrica entre alguns pontos. Obtêm-se, com isso, valores de resistência dos eletrodos de aterramento, considerando somente os caminhos condutores dos mesmos e suas conexões enterradas.

Os ensaios de medição de continuidade elétrica visam:

- Verificar o estado de conservação dos condutores enterrados no solo e a necessidade de novas interligações ao sistema.
- Assegurar que todas as malhas existentes na edificação estejam interligadas formando um único Sistema de Aterramento.
- Avaliar se os resultados obtidos nos ensaios de continuidade elétrica atendem aos requisitos mínimos da NBR 5419-3:2015.

Relatório Técnico de Medições de Continuidade Elétrica e Resistência de Aterramento**6.1. Filosofia Adotada**

O princípio de medição é o Método Kelvin (quatro terminais) citado no item F.2.3 do anexo F da NBR 5419-3/2015. Para medir a resistência foi utilizado um microhmímetro digital. Foi injetada uma corrente elétrica entre os pontos sob ensaio conforme preconizado nas recomendações do item F.4 e do Anexo E da NBR 5419-3/2015.

6.2. Instrumento Utilizado

As medições de continuidade elétrica nas malhas de aterramento foram realizadas através de um medidor microhmímetro digital.

Certificado de calibração do Medidor: Certificado Nº 54917 de 05 de Setembro de 2017, conforme cópia no **anexo I**, neste documento.



Figura 01: Microhmímetro Digital

6.3. Procedimento de Medição

Abaixo estão listados os procedimentos adotados para a realização das medições de continuidade elétrica na malha de aterramento.

- 1) Escolha dos pontos a serem medidos. Tais pontos foram escolhidos com base na documentação (plantas) fornecida pelo corpo técnico da Garoto e levantamento no local.
- 2) Após a escolha dos pontos a serem medidos, os mesmos sofrem um processo de limpeza de superfície, a fim de evitar o aumento da resistência de contato. A limpeza consiste em eliminar as oxidações ou as isolações existentes nos pontos. Com ambos os pontos tratados, conectam-se os terminais do medidor nos locais em ensaio.
- 3) Com a verificação de perfeita conexão entre o terminal e o ponto a ser medido, injeta-se corrente entre os mesmos. Obtêm-se o resultado de resistência elétrica entre os pontos medidos. O aparelho utilizado fornece os valores obtidos em Ω , $m\Omega$ ou $\mu\Omega$.
- 4) Os valores das impedâncias medidos devem ser inferiores a $0,2 \Omega$, conforme recomendações do item F.3 anexo F da NBR 5419-3:2015.

6.4. Pontos Medidos

As medições de continuidade elétrica (pontos medidos em azul) encontram-se ilustrados no documento **DE-9378-003 - Planta SPDA Geral de Aterramento com os pontos de Medição**, em anexo e conforme indicações no croqui da Figura 02 a seguir.

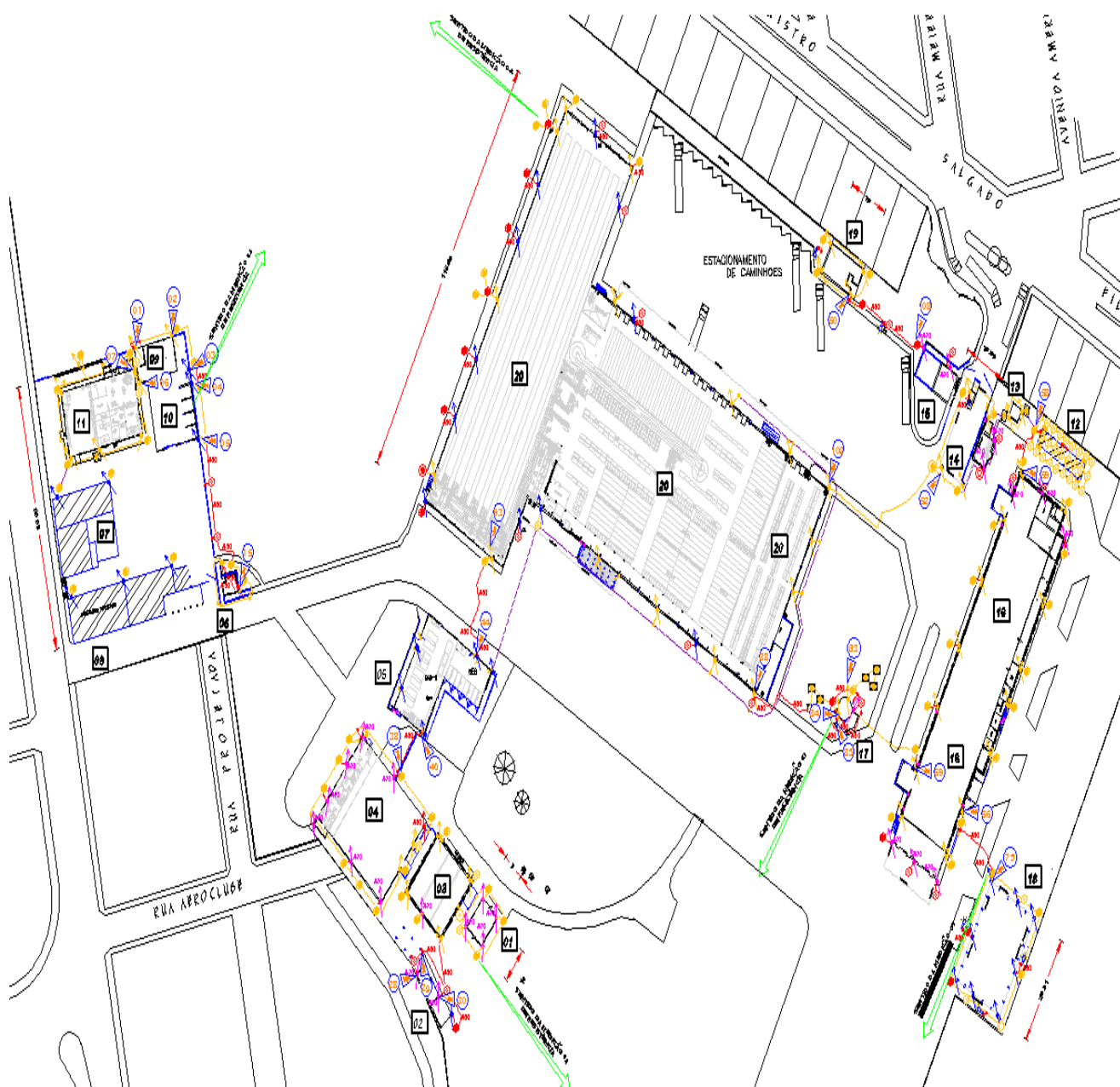


Figura 02: Croqui da Planta Geral com os Pontos de Medição de Continuidade

6.5. Valores Encontrados

Os valores medidos na malha de aterramento, entre os prédios e junto às descidas do SPDA que não obtiveram valores satisfatórios no relatório técnico **RT-9298-002** encontram-se na **Tabela 01** e no documento **DE-9378-003 - Planta SPDA Geral de Aterramento com os pontos de Medição**, em anexo.

Tabela 01 – Valores Encontrados.

Nº da Medição	Escala (A / mΩ)	Pontos de Medição		Resultado	Observação
		Ref.	Ponto		
01	5A/600mΩ	1	4	30,7 mΩ	1 – Caixa de solo – Armazém Material 01; 4 – Caixa de solo – Armazém Material 02;
02	5A/600mΩ	3	4	15,7 mΩ	3 – Aterramento Pilar metálico Armazém Material 01
03	5A/600mΩ	7	6	29,4 mΩ	7 – Descida SPDA – Marcenaria / Oficina 6 – Descida SPDA – Armazém Material 01;
04	5A/600mΩ	15	5	28,2 mΩ	15 – Caixa de Solo –Portaria 02; 5-Aterramento Pilar metal-Arm. Material 02;
05	5A/600mΩ	28	29	12,5 mΩ	28 – Descida SPDA –Setor Jardinagem; 29 – Descida SPDA – Setor Jardinagem;
06	5A/600mΩ	28	30	37,2 mΩ	30 – Descida SPDA – Setor Jardinagem;
07	5A/600mΩ	58	59	6,3 mΩ	58 – Caixa de solo – Eletrocentro – SE06; 59 – Caixa de solo SPDA Armazém 4;
08	5A/600mΩ	83	84	3,3 mΩ	83 – Descida do SPDA – Castelo D'Água; 84 – Caixa de solo – Castelo D'Água;
09	5A/600mΩ	83	85	29,0 mΩ	85 -Aterramento Escada Metálica – Castelo D'Água;
10	5A/600mΩ	75	66	12,3 mΩ	75 -Aterramento Pilar Metálico Galpão Lona; 66 – Descida SPDA – Armazém 04;

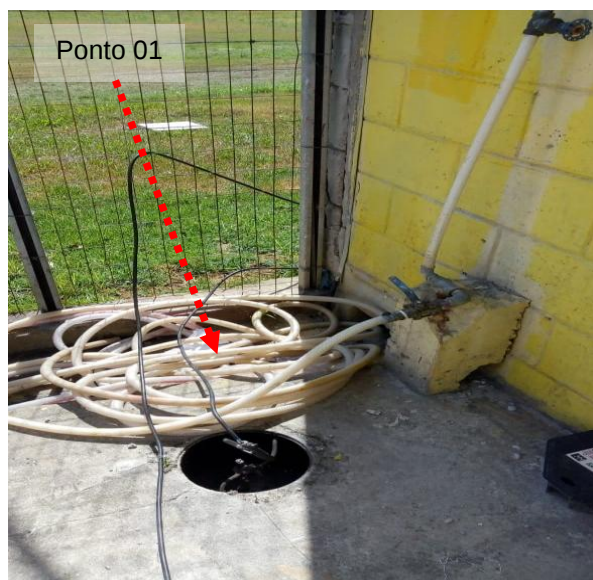
Foram realizadas também ensaios de continuidade elétrica adicionais, empregando-se como referência pontos regularizados da malha de aterramento; Estes valores encontram-se na **tabela 02** e no documento **DE-9378-003 – Planta SPDA Geral de Aterramento com os pontos de Medição**, em anexo.

Relatório Técnico de Medições de Continuidade Elétrica e Resistência de Aterramento

Tabela 02 – Valores Encontrados (Medições Adicionais).

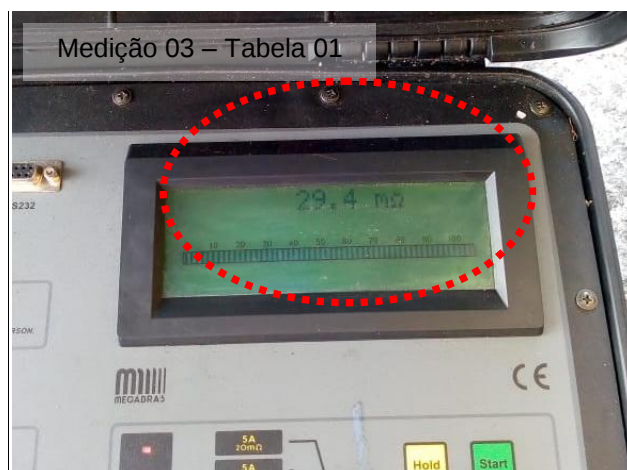
Nº da Medição	Escala (A / mΩ)	Pontos de Medição		Resultado	Observação
		Ref.	Ponto		
01	5A/600mΩ	44	93	7,4 mΩ	44 – Aterram. Pilar metálico – Central Água Gelada; 93 – Caixa solo – Arm. Vertical;
02	5A/600mΩ	88	83	22,6 mΩ	83 – Descida do SPDA – Castelo D'Água; 88 – Aterramento Pilar Metálico – Armazém Vertical;
03	5A/600mΩ	83	69	29,1 mΩ	69 – Descida SPDA – Armazém 4;
04	5A/600mΩ	102	52	41,1 mΩ	102 – Malha de Aterramento – Armazém Vertical; 52 – Caixa de solo – Portaria 01;
05	5A/600mΩ	38	40	10,6 mΩ	38- Caixa solo -Sala Materiais / Engenharia; 40 - Aterramento Pilar metálico – Central de Água Gelada;
06	5A/600mΩ	50	108	20,2 mΩ	50 – Caixa solo – Centro de Conveniência; 108 –Descida do SPDA -Anexo Portaria

Nas figuras a seguir identificamos alguns locais e valores obtidos nos ensaios de continuidade elétrica realizados na malha de aterramento da empresa Chocolates Garoto S.A.

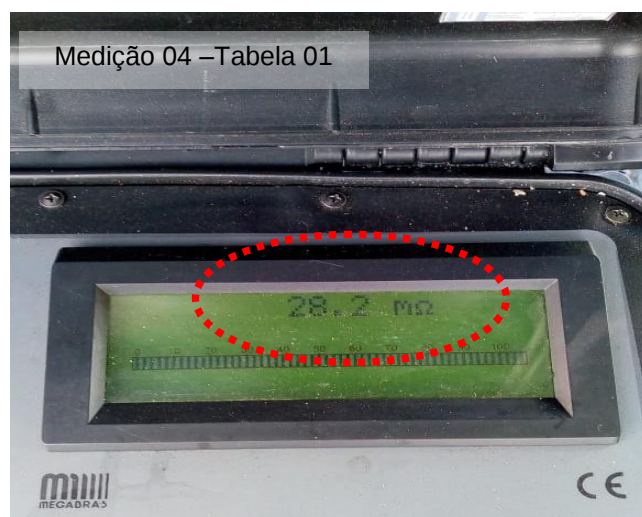
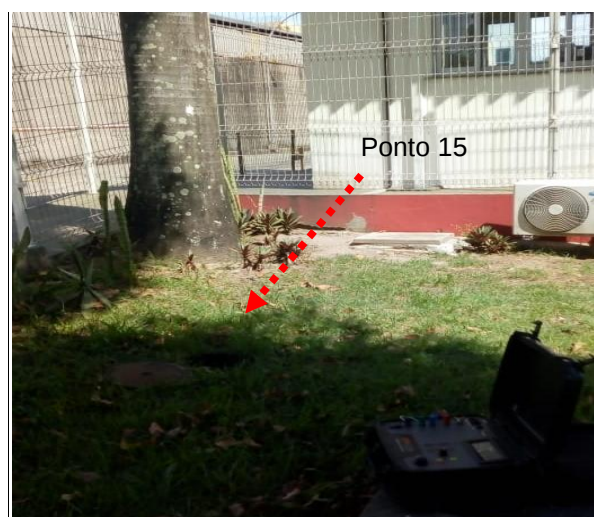


Figuras 03 e 04: Ponto 01 // Medição 01 (Tabela 01) – Armazém Material 01.

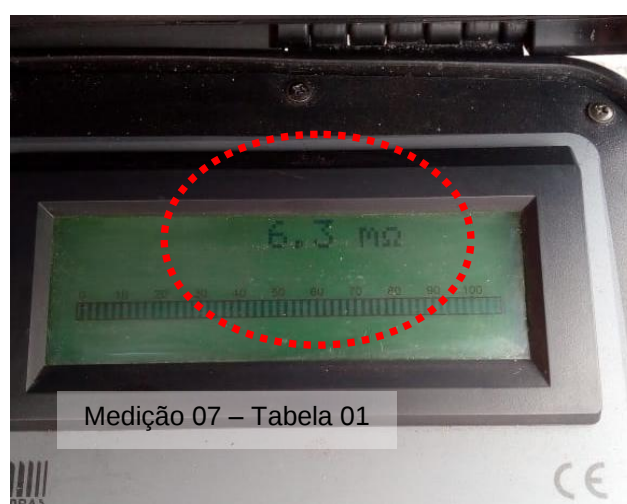
Relatório Técnico de Medições de Continuidade Elétrica e Resistência de Aterramento



Figuras 05 e 06: Ponto 07 // Medição 03 (Tabela 01) – Marcenaria.



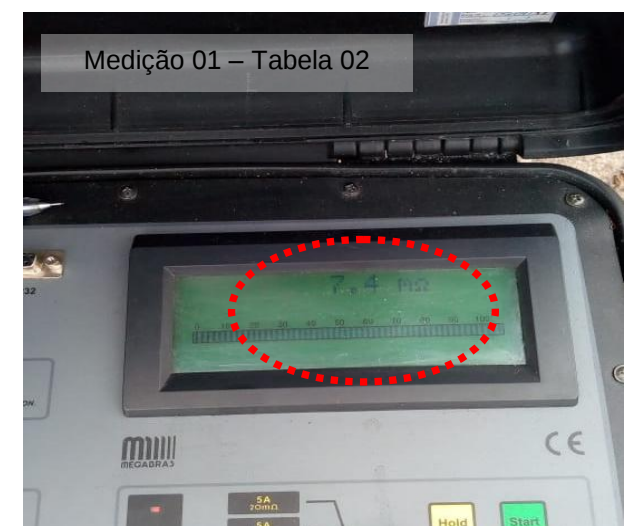
Figuras 07 e 08: Ponto 15 // Medição 04 (Tabela 01) – Portaria 02.



Figuras 09 e 10: Ponto 58 // Medição 07 (Tabela 01) – Eletrocentro.



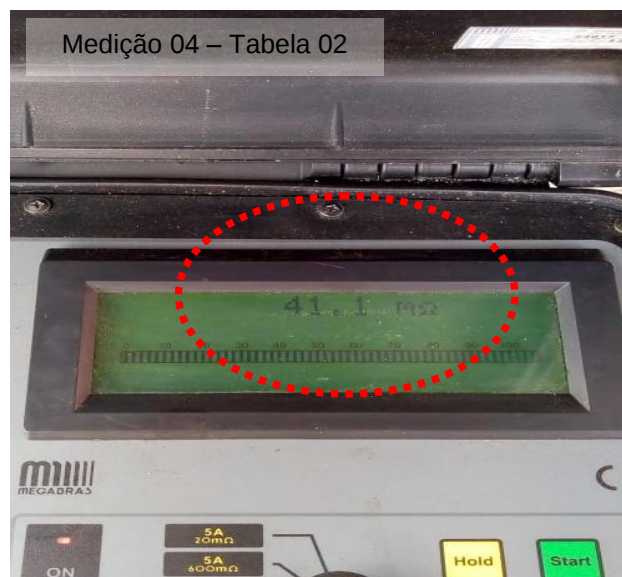
Figuras 11 e 12: Ponto 84 // Medição 08 (Tabela 01) – Castelo d'água



Figuras 13 e 14: Ponto 44 // Medição 01 (tabela 02) – Central de Água Gelada



Figuras 15 e 16: Ponto 88 // Medição 02 (tabela 02) – Armazém Vertical



Figuras 17 e 18: Ponto 102 // Medição 04 (tabela 02) – Armazém Vertical

A NBR 5419 / 2015 indica valores abaixo de $0,2 \Omega$ quando o ensaio é feito em conexões nas armaduras de aço do concreto armado, conforme item F.3 do anexo “F”. Para verificação da eficiência do sistema, indica-se o mesmo critério de resistência elétrica para os condutores horizontais enterrados, considerando-se as resistências dos cabos enterrados em função de suas especificações somadas às conexões mecânicas ou soldadas, conforme item 7.3.2 da NBR 5419-3:2015.

6.6. Conclusão:

Do exposto nas **tabelas 01 e 02**, **conclui-se** que **100%** das medições apresentaram continuidade elétrica, com valores satisfatórios com o ponto utilizado como referência, visto que os ensaios resultaram abaixo de $0,2\Omega$, conforme item F.3 do Anexo F da NBR 5419-3/2015 comprovando a continuidade elétrica nos trechos sob ensaio da malha de aterramento existente entre prédios e entre as descidas do SPDA, bem como a determinação da integridade física dos eletrodos de aterramento e suas conexões embutidas.

7. MEDIÇÕES DE RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO

7.1. Filosofia Adotada:

Com o objetivo de levantar a atual situação física do Subsistema de Aterramento e também as características funcionais e operacionais da instalação, foram realizados ensaios de resistência de aterramento junto às descidas do SPDA existentes. Para realizar este ensaio, foi utilizado o Terrômetro digital MEGABRÁS MTD 20 KWe.

O princípio de medição é o Método da Queda de Potencial. As Figuras 19 e 20, que se encontram na próxima página, ilustram o método de medição adotado.

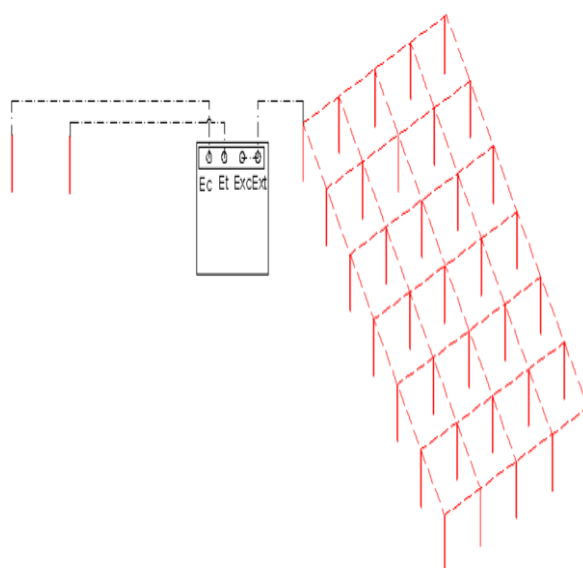


Figura 19: Método da Queda de Potencial.

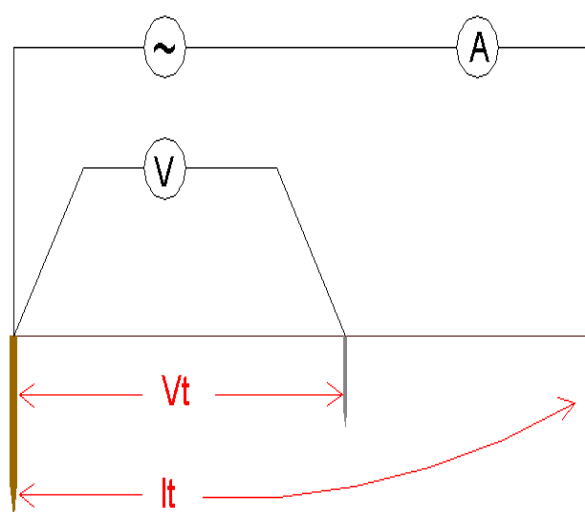


Figura 20: Esquemático.

Relatório Técnico de Medições de Continuidade Elétrica e Resistência de Aterramento

O princípio de medição da resistência à terra de um eletrodo consiste em injetar uma corrente I entre o eletrodo ou malha sob teste e outro eletrodo auxiliar (eletrodo de corrente) e medir os valores de tensão V entre os eletrodos por meio de um eletrodo auxiliar, situado em uma posição conveniente entre o eletrodo ou malha sob teste e o eletrodo de corrente.

A malha à direita da figura 19 representa o sistema de aterramento a ser medido, que pode ser realmente uma malha, um ou mais eletrodos verticais interligados ou eletrodos horizontais. A esquerda representamos o eletrodo que injeta uma corrente no solo, que circula em direção ao sistema de aterramento em ensaio, fechando o circuito pela terra.

Ao meio é representado o eletrodo que tem a função de medir a diferença de potencial entre os dois sistemas nas extremidades.

A resistência de aterramento será, então, a tensão medida dividida pela corrente lida. Para comprovação de que o valor medido está correto, deve-se inicialmente posicionar o eletrodo “p” aproximadamente 60% da distância entre o sistema a ser aferidos e o eletrodo de corrente “c”, deslocando o eletrodo de potencial “p” para esquerda e para direita em aproximadamente 10% da distancia inicial nas próximas medições.

Considerando-se que a corrente que flui entre os eletrodos tem valor constante, observa-se que a curva da resistência medida em função da distância tem exatamente a mesma forma do perfil de potencial.

Na construção ponto a ponto, a característica do gráfico se assemelha ao ilustrado na Figura 21, onde “r” é o ponto de conexão ao sistema sob ensaio, C é o ponto de injeção de corrente no solo, e P representa os pontos onde o potencial do solo foi medido. Pela sua semelhança, esta é chamada de Curva S.

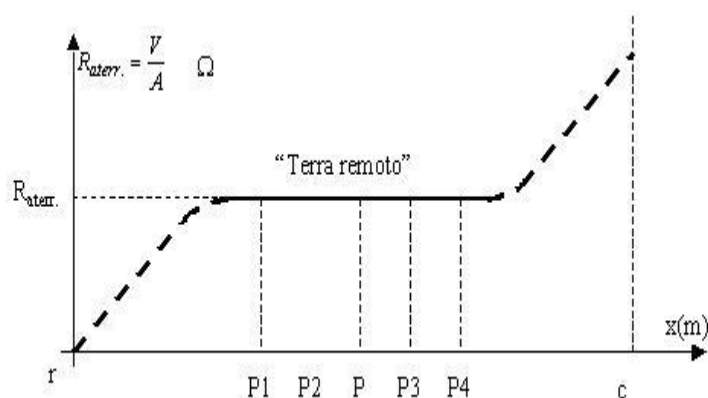


Figura 21 – Curva S.

Relatório Técnico de Medições de Continuidade Elétrica e Resistência de Aterramento

Pela definição apresentada anteriormente, identifica-se na curva o valor da resistência do aterramento como a resistência correspondente à região do patamar de potencial, onde se localiza aproximadamente o “terra remoto”, conforme Figura 21.

O objetivo do traçado da curva “S” é o de encontrar o terra remoto (referência) e evitar as zonas de influência dos eletrodos sob medição e auxiliar.

Este relatório auxilia na interpretação das tabelas encontradas na planta **DE-9378-003 - Planta Malha Geral de Aterramento com Pontos de Medição.dwg**;

A seguir serão descritos os procedimentos e métodos adotados, bem como os resultados obtidos para as medições de resistência de aterramento da malha da empresa Chocolates Garoto S.A. - Filial, localizada na cidade de Vila Velha / RS.

7.2. Procedimento de Medição

Abaixo estão listados os procedimentos adotados para a realização das medições de resistência de aterramento do sistema.

- a) Escolha dos pontos de medição procura-se sempre que possível utilizar pontos nas extremidades da malha. Tais pontos também são escolhidos com base na documentação (plantas) fornecida pelo corpo técnico da edificação sob ensaio. Este pode ser uma descida do SPDA ou um eletrodo de aterramento (haste).
- b) Utilizam-se dois eletrodos auxiliares enterrados no solo; um para injeção de corrente, e outro para a medição de tensão, localizados a uma distância fora da zona de influência do eletrodo conectado ao aterramento. O eletrodo de corrente é deslocado a uma distância que deve ser pelo menos 3 vezes a maior dimensão do sistema em ensaio.
- c) O eletrodo de potencial é deslocado a uma distância de aproximadamente 60% da distância entre o sistema sob ensaio e o eletrodo de corrente. A localização é determinada pela topografia do terreno.
- d) Os eletrodos atingem profundidade aproximada de 0,3 metros.
- e) É estabelecida uma tensão entre o sistema de aterramento em teste e o eletrodo de corrente, obtendo-se o valor da resistência para este ponto.
- f) Desloca-se o eletrodo de potencial em aproximadamente 10% do ponto inicial para frente e/ou para trás, mantendo o alinhamento dos eletrodos, realizando-se, no mínimo, mais duas medições.

- g) Para validar as medições, os valores de resistência de aterramento obtidos podem apresentar um erro percentual máximo de 5% entre as medições.
- h) Toma-se o valor médio como valor de resistência de aterramento. O aparelho utilizado fornece os valores obtidos em Ω .

7.3. Equipamento Utilizado

O equipamento utilizado para realização das medições de resistência de aterramento, bem como seu certificado de calibração são especificados a seguir:

Instrumento utilizado: Terrômetro digital MEGABRÁS MTD 20 KWe.

Certificado de calibração do Terrômetro: Certificado Nº 53586 de 02 de Março de 2017, emitido pela empresa Megabrás, conforme cópia no **Anexo II**. A figura 22 a seguir ilustra o medidor utilizado durante as medições.



Figura 22 – Imagem do medidor.

7.4. Condições Locais

Abaixo seguem dados da medição:

Data da Medição: 11/02/2019 a 17/02/2019

Condições Atmosféricas: Tempo bom

Horário: 07h30min às 17h00min

Temperatura: aproximadamente 25°C

7.5. Pontos Medidos

Os pontos medidos, a direção e sentido dos ensaios efetuados na empresa encontram-se ilustrados na planta **DE-9378-003 - Planta Geral de Aterramento com Pontos de Medição.dwg**, e conforme indicado em croqui da Figura 23 a seguir.

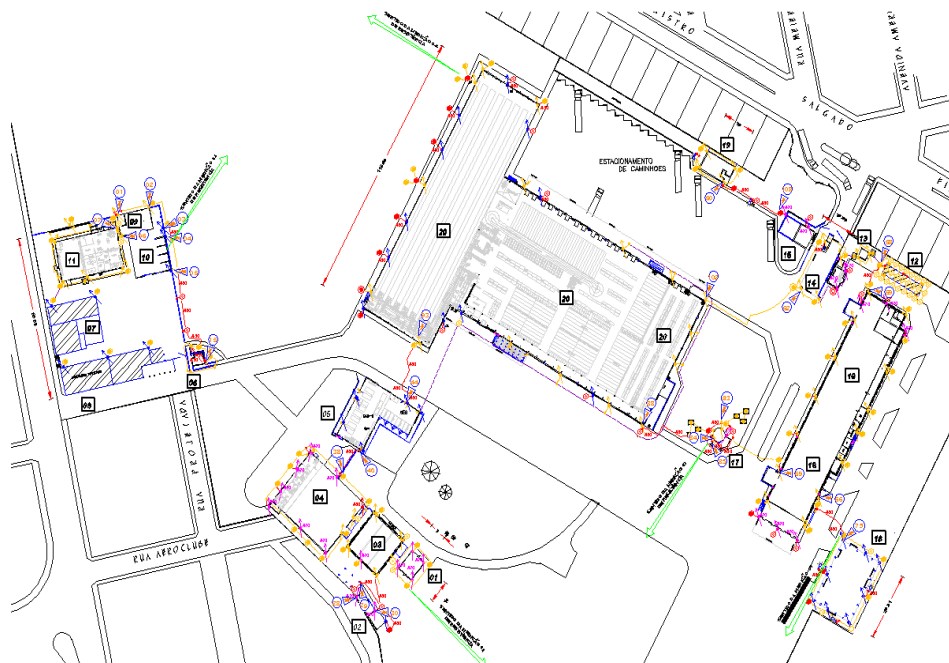


Figura 23: Croqui do desenho **DE-9378-003** - Planta Geral de aterramento com os Pontos de Medição de Resistência de Aterramento

7.6. Valores Medidos

Em algumas medições os eletrodos de corrente e potencial encontravam-se dentro da malha geral, sendo que as correntes percorrem o menor caminho para fechar o circuito com o medidor. Nem sempre este caminho acontece somente pelo solo, existindo a possibilidade de a corrente percorrer por um condutor próximo ou uma tubulação metálica enterrada.

Os sentidos das medições encontram-se ilustrados no documento **DE-9378-003-Planta com os Pontos de Medição.dwg**, indicada em croqui na figura 23.

Foram realizadas 05 medições de resistência de aterramento nas edificações da empresa Chocolates Garoto S.A. - Filial, Localizada na cidade de Vila Velha.

Nas medições realizadas o eletrodo de potencial variou, nas seguintes distâncias: 50m, 60m e 70m e o eletrodo de corrente foi cravado no solo a uma distância de 100m do aterramento sob ensaio.

As Tabelas a seguir apresentam as distâncias do eletrodo de corrente e potencial em relação ao aterramento sob ensaio. Como critério de aceitação, utiliza-se um erro percentual máximo de **5%**. As medições podem fornecer uma ideia da situação atual do sistema de aterramento.

18 / 34				
	OBRA:	CÓD. DO DOC:	VERSÃO:	DATA:
	9378	RT-9378-002	00	19/02/2019

Relatório Técnico de Medições de Continuidade Elétrica e Resistência de Aterramento

A **Tabela 03** a seguir apresenta as distâncias do eletrodo de corrente e potencial em relação ao aterramento sob ensaio, que diz respeito à **medição 01** realizada em ponto de aterramento da descida da do Galpão de lona.

Tabela 03 – Tabela de medições e resultados da Medição 01.

	distância em relação ao eletrodo E	resistência lida
E	0	0
P1	50	4,58
P2	60	6,55
P3	70	5,29
c	100	0

Resistência de Aterramento (Ω)	5,47
Desvio Padrão (Ω)	0,998
Erro Percentual (Ω)	18,229

Conclusão: O valor de resistência médio encontrado neste ensaio foi de **5,47 Ω** , em conformidade com a NBR 5410, ou seja, abaixo dos **10 Ω** regulamentados, contudo o erro percentual foi superior a 5%, acima do patamar utilizado para aceitação, não possibilitando estabelecer o terra remoto; É possível verificar na Tabela 03 que os dados obtidos não estabilizam e os valores medidos aumentam e diminuem à medida que o eletrodo de potencial se aproxima do terra de referência. Recomenda-se que estes ensaios continuem sendo realizados anualmente a fim de avaliar a evolução destes valores; Na figura a seguir ilustramos o traçado da curva “S” respectiva.

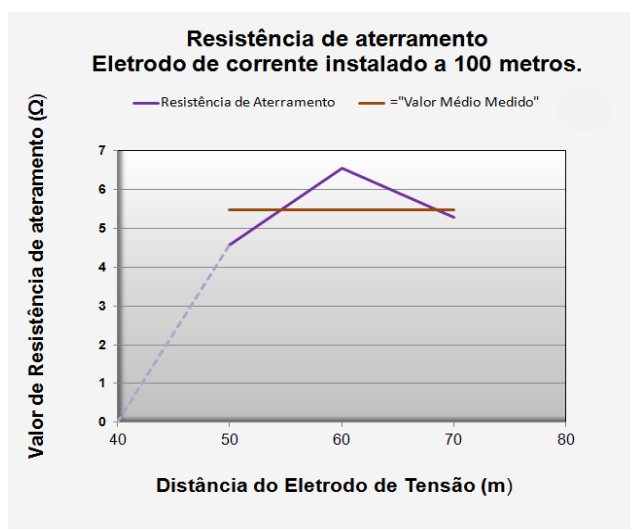


Figura 24: Traçado da curva “S” para a medição 01.

Relatório Técnico de Medições de Continuidade Elétrica e Resistência de Aterramento

A **Tabela 04** a seguir apresenta as distâncias do eletrodo de corrente e potencial em relação ao aterramento sob ensaio, que diz respeito à **medição 02** realizada em ponto de aterramento da descida da Sala de Materiais.

Tabela 04 – Tabela de medições e resultados da Medição 02.

	distância em relação ao eletrodo E	resistência lida
E	0	0
P1	50	2,14
P2	60	2,20
P3	70	2,74
c	100	0

Resistência de Aterramento (Ω)	2,36
Desvio Padrão (Ω)	0,33
Erro Percentual (Ω)	14,002

Conclusão: O valor de resistência médio encontrado neste ensaio foi de **2,36 Ω** , em conformidade com a NBR 5410, ou seja, abaixo dos **10 Ω** regulamentados, contudo o erro percentual foi superior a 5%, acima do patamar utilizado para aceitação, não possibilitando estabelecer o terra remoto; É possível verificar na Tabela 04 que os dados obtidos não estabilizam e os valores medidos diminuem à medida que o eletrodo de potencial se aproxima do terra de referência. Recomenda-se que estes ensaios continuem sendo realizados anualmente a fim de avaliar a evolução destes valores; Na figura a seguir ilustramos o traçado da curva “S” respectiva.

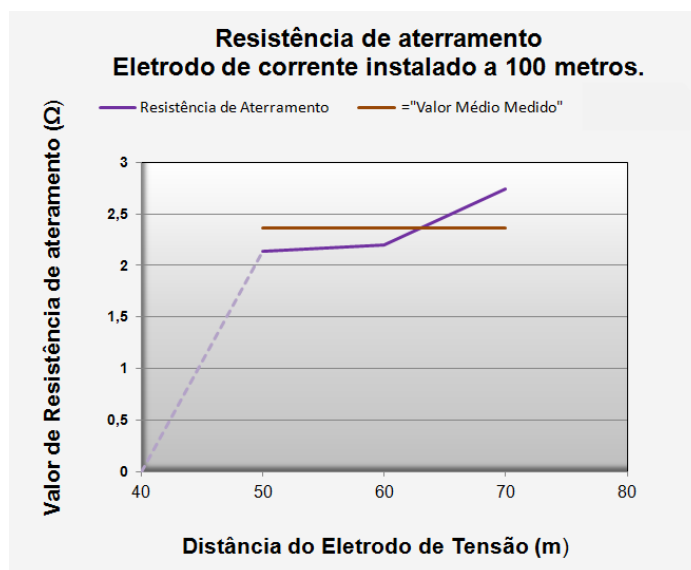


Figura 25: Traçado da curva “S” para a medição 02.

Relatório Técnico de Medições de Continuidade Elétrica e Resistência de Aterramento

A **Tabela 05** a seguir apresenta as distâncias do eletrodo de corrente e potencial em relação ao aterramento sob ensaio, que diz respeito à **medição 03** realizada em ponto de aterramento da descida do Castelo d'água.

Tabela 05 – Tabela de medições e resultados da Medição 03.

	Distância em relação ao eletrodo E	Resistência lida
E	0	0
P1	50	5,22
P2	60	5,37
P3	70	4,84
c	100	0

Resistência de Aterramento (Ω)	5,14
Desvio Padrão (Ω)	0,273
Erro Percentual (Ω)	5,312

Conclusão: O valor de resistência médio encontrado neste ensaio foi de **5,14 Ω** , em conformidade com a NBR 5410, ou seja, abaixo dos **10 Ω** regulamentados, contudo o erro percentual foi superior a 5%, acima do patamar utilizado para aceitação, não possibilitando estabelecer o terra remoto; É possível verificar na Tabela 05 que os dados obtidos não estabilizam e os valores medidos aumentam e diminuem à medida que o eletrodo de potencial se aproxima do terra de referência. Recomenda-se que estes ensaios continuem sendo realizados anualmente a fim de avaliar a evolução destes valores; Na figura a seguir ilustramos o traçado da curva “S” respectiva.

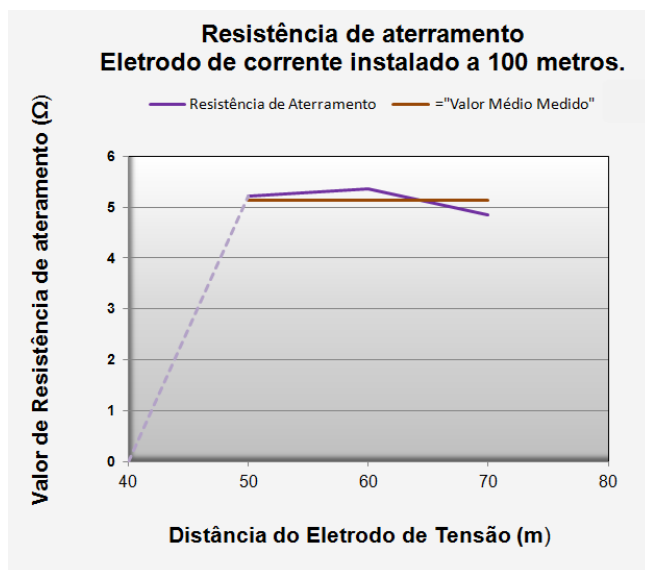


Figura 26: Traçado da curva “S” para a medição 03.

Relatório Técnico de Medições de Continuidade Elétrica e Resistência de Aterramento

A **Tabela 06** a seguir apresenta as distâncias do eletrodo de corrente e potencial em relação ao aterramento sob ensaio, que diz respeito à **medição 04** realizada em ponto de aterramento da descida do Armazém Vertical.

Tabela 06 – Tabela de medições e resultados da Medição 04.

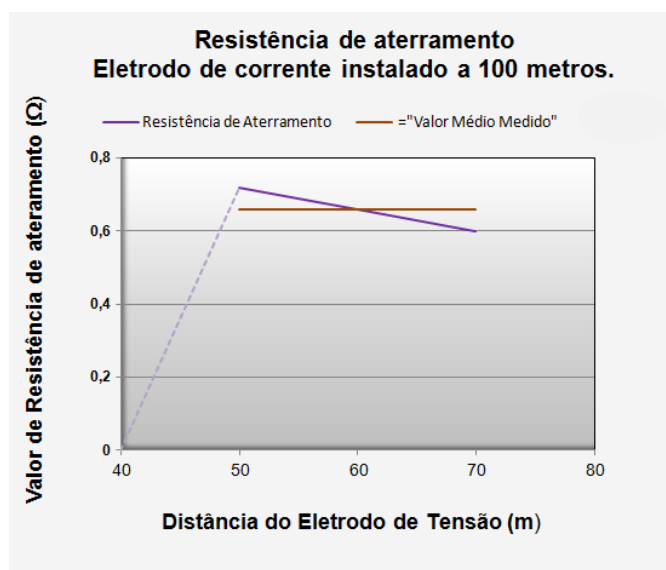
	distância em relação ao eletrodo E	resistência lida
E	0	0
P1	50	0,72
P2	60	0,66
P3	70	0,60
c	100	0

Resistência de Aterramento (Ω) 0,66

Desvio Padrão (Ω) 0,060

Erro Percentual (Ω) 9,091

Conclusão: O valor de resistência médio encontrado neste ensaio foi de **0,66 Ω** , em conformidade com a NBR 5410, ou seja, abaixo dos **10 Ω** regulamentados, contudo o erro percentual foi superior a 5%, acima do patamar utilizado para aceitação, não possibilitando estabelecer o terra remoto; É possível verificar na Tabela 06 que os dados obtidos não estabilizam e os valores medidos aumentam à medida que o eletrodo de potencial se aproxima do terra de referência. Recomenda-se que estes ensaios continuem sendo realizados anualmente a fim de avaliar a evolução destes valores; Na figura a seguir ilustramos o traçado da curva “S” respectiva.


Figura 27: Traçado da curva “S” para a medição 04.

Relatório Técnico de Medições de Continuidade Elétrica e Resistência de Aterramento

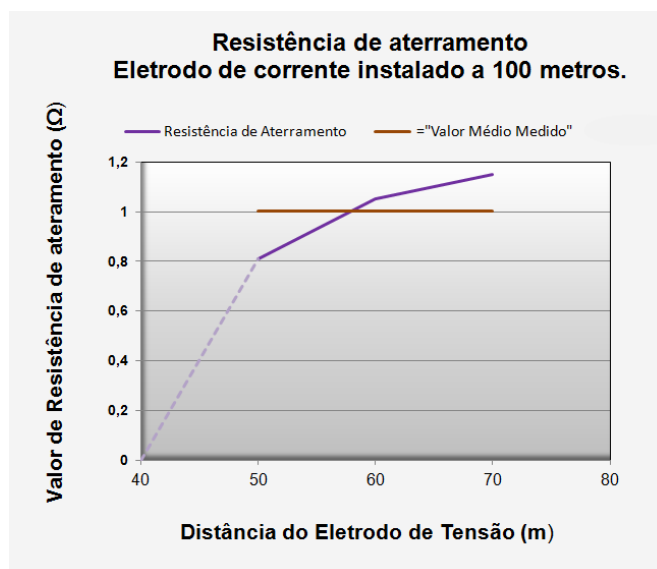
A **Tabela 07** a seguir apresenta as distâncias do eletrodo de corrente e potencial em relação ao aterramento sob ensaio, que diz respeito à **medição 05** realizada em ponto de aterramento da descida do Armazém de materiais 02.

Tabela 07 – Tabela de medições e resultados da Medição 05.

	distância em relação ao eletrodo E	resistência lida
E	0	0
P1	50	0,81
P2	60	1,05
P3	70	1,15
c	100	0

Resistência de Aterramento (Ω)	1,00
Desvio Padrão (Ω)	0,175
Erro Percentual (Ω)	17,416

Conclusão: O valor de resistência médio encontrado neste ensaio foi de **1,00 Ω** , em conformidade com a NBR 5410, ou seja, abaixo dos **10 Ω** regulamentados, contudo o erro percentual foi superior a 5%, acima do patamar utilizado para aceitação, não possibilitando estabelecer o terra remoto; É possível verificar na Tabela 07 que os dados obtidos não estabilizam e os valores medidos diminuem à medida que o eletrodo de potencial se aproxima do terra de referência. Recomenda-se que estes ensaios continuem sendo realizados anualmente a fim de avaliar a evolução destes valores; Na figura a seguir ilustramos o traçado da curva “S” respectiva.


Figura 28: Traçado da curva “S” para a medição 05.

Relatório Técnico de Medições de Continuidade Elétrica e Resistência de Aterramento

As figuras a seguir ilustram alguns locais e medições de resistência de aterramento obtidas com o terrômetro na empresa Chocolates Garoto S.A., localizada em Vila Velha/ES.



Figuras 29 e 30: Sentido medição 01 – Galpão de Lona // Valor da medição em (P1) - 50m.



Figuras 31 e 32: Sentido medição 02 - Sala de materiais / Engenharia // Valor da medição (P1) - 50m



Figuras 33 e 34: Sentido medição 03 – Castelo d'água // Valor da medição (P2) - 60m

Relatório Técnico de Medições de Continuidade Elétrica e Resistência de Aterramento



Figuras 35 e 36: Sentido medição 04 – Armazém Vertical // Valor da medição (P3) - 70m



Figuras 37 e 38: Sentido medição 05 – Armazém de Materiais 02 // Valor da medição (P3) - 70m

7.7. Análise das medições:

Para as medições realizadas na empresa Chocolates Garoto levou-se em conta o tamanho e as disposições das edificações, topografia do terreno, afastamentos praticados entre o eletrodo de potencial e corrente (zonas de influencia) e dimensão do sistema de aterramento.

Relacionando os valores obtidos nas Tabelas 03 a 07 com a Norma Brasileira **NBR 5410:2004**, que estipula em **10Ω** o valor máximo admissível para a resistência de aterramento, **conclui-se que** os valores de resistência médio encontrados foram adequados, ou seja, abaixo dos 10 Ω regulamentados, contudo o erro percentual foi superior a 5%, acima do patamar utilizado para aceitação, não possibilitando estabelecer o terra remoto, com exceção de um dos ensaios.

Relatório Técnico de Medições de Continuidade Elétrica e Resistência de Aterramento

Vale salientar que estes dados podem proporcionar uma avaliação quanto aos valores de resistência de aterramento medidos e o estado das hastes e cabos envolvidos.

É determinante que sejam realizados ensaios anualmente a fim de monitorar a evolução dos valores e tornar possíveis manutenções do sistema pouco onerosas, além de manter o sistema sempre com o máximo de eficiência, possibilitando segurança a todos.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após qualquer retificação no SPDA é necessário o desenvolvimento de toda a documentação técnica **atualizada** e, aconselhável que seja realizada uma inspeção anualmente (cf. itens 7.3.1 e 7.5.1 da NBR 5419-3/2015), como forma de manter o sistema sempre atualizado com as normas em vigência, evitando onerar as adequações após grande intervalo de tempo. Toda documentação técnica deve ser mantida no local, ou em poder dos responsáveis pela manutenção do SPDA e aterramento, conforme o item 7.5.1 da NBR 5419-3/2015.

No item 10.2.4 da NR 10 / 2004, que relata sobre o Prontuário Elétrico, é determinado que as empresas possuam documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos; mantenham relatórios técnicos atualizados com recomendações e cronogramas de adequações.

O presente relatório é parte da documentação de Regularização do SPDA do ano de 2019, devendo ser analisado e mantido juntamente com o Relatório Técnico código **RT-9378-001** e a Planta que indica os pontos medidos, código **DE-9378-003**.

“Reserva-se, a Pararrayos todo e qualquer direito atinente à propriedade intelectual, decorrente da criação da respectiva documentação elaborada referente à obra 9378, bem como procedimentos internos não permitindo à parte contratante a reprodução, mesmo que parcial, do material, conforme os seus interesses, de acordo com preceitos insculpidos na Lei nº. 9.279, de 14 de Maio de 1996, que regulam direitos e obrigações relativos à Propriedade Industrial.”

Novo Hamburgo, 19 de Fevereiro de 2019.

Responsável Técnico
Eng. Eletricista João Luis Rodrigues da Rosa.
CREA-RS 075305

Este documento pode ser verificado no endereço eletrônico www.pararrayos.com.br

 PROTEGENDO VIDAS E SONHOS	26 / 34			
	OBRA:	CÓD. DO DOC:	VERSÃO:	DATA:
	9378	RT-9378-002	00	19/02/2019



ANEXO I – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO MICROHMÍMETRO

 PROTEGENDO VIDAS E SONHOS	27 / 34			
	OBRA:	CÓD. DO DOC:	VERSÃO:	DATA:
	9378	RT-9378-002	00	19/02/2019



FL. 1 / 3

Laboratório

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº 54917

Solicitante: Pararrayos Soluções Climáticas Ltda.
Equipamento: Microhmímetro Digital MEGABRAS®, modelo MPK – 254
Nº de série: ML 6059 G
Data da calibração: 05/09/2017
Patrimônio:

Procedimento de calibração

O procedimento de calibração utilizado foi baseado nas recomendações da norma NBR ISO/IEC 17025, na instrução técnica PQ GQ 01 e nos manuais de operação dos instrumentos envolvidos. A calibração foi realizada pelo método de comparação com os padrões utilizados.

Padrões utilizados

Descrição	Fabricante / Modelo	Nº de série	Certificado	Emissor	Validade
Multímetro digital 6½ dígitos	Fluke / 8845A	1540011	156570-101	IPT ¹	09/02/2019
Multímetro digital 6½ dígitos	Picotech/M3500A	TW00001175	150768-101	IPT ¹	22/03/2018
Shunt relação 200A/100mV	Yokogawa/2203	2659 1979	150277-101	IPT ¹	25/02/2018
Conj.resist.shunt +CPR-253-X	Megabras	OL 7140 I	10136 int	MEGABRAS	11/11/2017

¹ IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, dentro da RBC - Rede Brasileira de Calibração.

Rastreabilidade

Os padrões utilizados são rastreáveis à RBC - Rede Brasileira de Calibração.

Condições ambientais durante o procedimento

Temperatura ambiente : 24 ± 1°C
Umidade relativa do ar : 50 ± 8%

Os resultados da calibração estão contidos nas tabelas anexas, que comparam os valores indicados pela unidade sob teste com os valores de referência dos padrões.

 A reprodução deste documento só poderá ser integral.

MEGABRAS INDÚSTRIA ELETRÔNICA LTDA

Rua Gibraltar, 172 | Santo Amaro | 04755-070 | São Paulo | SP | Brasil

Tel.: 11 5641-8111 | Fax: 11 5641-9755 | laboratorio@megabras.com.br | www.megabras.com.br



FL. 2 / 3

Laboratório

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº 54917

1 - Calibração das escalas de resistências

MEA (Máximo Erro Admissível): $\pm(0,2\%$ do valor medido + 2 dígitos).

Corrente	Escala	Valor padrão ¹	Valor medido ¹	Erro ¹	MEA ¹	U ¹	k	Veff
5 A	20 mΩ	5,000	4,996	-0,004	$\pm 0,012$	$\pm 0,002$	2,00	∞
		10,008	10,010	0,002	$\pm 0,022$	$\pm 0,004$	2,00	∞
		15,010	15,011	0,001	$\pm 0,032$	$\pm 0,006$	2,00	∞
	600 mΩ	50,19	50,1	-0,09	$\pm 0,3$	$\pm 0,02$	2,00	∞
		150,50	150,3	-0,20	$\pm 0,5$	$\pm 0,06$	2,00	∞
		501,5	500,9	-0,6	$\pm 1,2$	$\pm 0,20$	2,00	∞
1 A	200 mΩ	50,19	50,17	-0,02	$\pm 0,12$	$\pm 0,02$	2,00	∞
		100,52	100,55	0,03	$\pm 0,22$	$\pm 0,04$	2,00	∞
		150,50	150,55	0,05	$\pm 0,32$	$\pm 0,06$	2,00	∞
100 mA	2000 mΩ	501,5	501,4	-0,1	$\pm 1,2$	$\pm 0,2$	2,00	∞
		1000,7	1000,5	-0,2	$\pm 2,2$	$\pm 0,4$	2,00	∞
		1510,1	1510,4	0,3	$\pm 3,2$	$\pm 0,6$	2,00	∞
10 mA	20 Ω	5,001	5,003	0,002	$\pm 0,012$	$\pm 0,002$	2,00	∞
		10,016	10,020	0,004	$\pm 0,022$	$\pm 0,005$	2,00	∞
		14,992	14,994	0,002	$\pm 0,032$	$\pm 0,006$	2,00	∞
1 mA	200 Ω	50,01	50,01	0,00	$\pm 0,12$	$\pm 0,02$	2,00	∞
		100,03	100,04	0,01	$\pm 0,22$	$\pm 0,03$	2,00	∞
		150,03	150,04	0,01	$\pm 0,32$	$\pm 0,05$	2,00	∞

¹ Valor expresso na mesma unidade de medida da escala utilizada na medição.

DOCUMENTO ORIGINAL

⚠ A reprodução deste documento só poderá ser integral.

MEGABRAS INDÚSTRIA ELETRÔNICA LTDA
Rua Gibraltar, 172 | Santo Amaro | 04755-070 | São Paulo | SP | Brasil
Tel.: 11 5641-8111 | Fax: 11 5641-9755 | laboratorio@megabras.com.br | www.megabras.com.br



FL. 3 / 3

Laboratório

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº 54917

Observações

- Este certificado é válido somente para a unidade testada, não sendo extensivo a quaisquer lotes, mesmo que similares.
- Valor padrão (indicação obtida no padrão).
- Valor medido (indicação obtida no item sob calibração).
- O erro indicado nas tabelas é obtido pela subtração do valor medido menos o valor padrão.
- O MEA (Máximo Erro Admissível) é calculado de acordo com as especificações do fabricante.
- U = Incerteza expandida de medição.
- k = Fator de abrangência (fator multiplicativo adimensional).
- Veff = Graus de liberdade efetivos.

Incerteza

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%.

RESULTADO

O instrumento testado cumpre com as especificações de exatidão declaradas pelo fabricante no manual de instruções.

Data da Calibração: 5 de Setembro de 2017.

Calibração executada por:

Geraldo de Medeiros Junior
Técnico

⚠ A reprodução deste documento só poderá ser integral.

MEGABRAS INDÚSTRIA ELETRÔNICA LTDA
Rua Gibraltar, 172 | Santo Amaro | 04755-070 | São Paulo | SP | Brasil
Tel.: 11 5641-8111 | Fax: 11 5641-9755 | laboratorio@megabras.com.br | www.megabras.com.br

**ANEXO II – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO TERRÔMETRO DIGITAL MEGABRÁS
MTD 20KWe**

 PROTEGENDO VIDAS E SONHOS	31 / 34			
	OBRA:	CÓD. DO DOC:	VERSÃO:	DATA:
	9378	RT-9378-002	00	19/02/2019



Laboratório

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº 53586

Solicitante: Pararrayos Soluções Climáticas Ltda.
Equipamento: Terrômetro Digital MEGABRAS®, modelo MTD – 20KWe
Nº de série: MM 4327 C
Data da calibração: 02/03/2017
Nº de patrimônio:

Procedimento de calibração

O procedimento de calibração utilizado foi baseado nas recomendações da norma NBR ISO/IEC 17025, na instrução técnica PQ GQ 01 e nos manuais de operação dos instrumentos envolvidos. A calibração foi realizada pelo método de comparação com os padrões utilizados.

Padrões utilizados

Descrição	Fabricante / Modelo	Nº de série	Certificado	Emissor	Validade
Multímetro digital 6½ dígitos	Fluke / 8845A	1540011	156570-101	IPT ¹	09/02/2019
Década de resistência	Yokogawa / 2786-20	01017	146293-101	IPT ¹	30/07/2017

¹ IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, dentro da RBC - Rede Brasileira de Calibração.

Rastreabilidade

Os padrões utilizados são rastreáveis à RBC - Rede Brasileira de Calibração.

Condições ambientais durante o procedimento

Temperatura ambiente : $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$
Umidade relativa do ar : $57 \pm 8\%$

Os resultados da calibração estão contidos nas tabelas anexas, que comparam os valores indicados pela unidade sob teste com os valores de referência dos padrões.

⚠ A reprodução deste documento só poderá ser integral.

MEGABRAS INDÚSTRIA ELETRÔNICA LTDA

Rua Gibraltar, 172 | Santo Amaro | 04755-070 | São Paulo | SP | Brasil

Tel.: 11 5641-8111 | Fax: 11 5641-9755 | laboratorio@megabras.com.br | www.megabras.com.br



FL. 2 / 3

Laboratório

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº 53586

1 - Calibração do voltímetro

Escala de (0 - 200) VCA

MEA (Máximo Erro Admissível): $\pm(2\%$ do valor medido + 1% do fim da escala).

Unidade	Valor padrão	Valor medido	Erro	MEA	U	k	Veff
V	10,22	09,9	-0,32	$\pm 2,2$	$\pm 0,072$	2,00	∞
	97,56	96,3	-1,26	$\pm 4,0$	$\pm 0,177$	2,00	∞
	195,31	194,3	-1,01	$\pm 5,9$	$\pm 0,684$	2,00	∞

2 - Calibração das escalas de resistências

MEA (Máximo Erro Admissível): $\pm(2\%$ do valor medido + 1% do fim da escala).

Escala	Valor padrão ¹	Valor medido ¹	Erro ¹	MEA ¹	U ¹	k	Veff
20,00 Ω	3,02	3,01	-0,01	$\pm 0,26$	$\pm 0,035$	2,00	∞
	10,00	10,11	0,11	$\pm 0,40$	$\pm 0,071$	2,00	∞
	15,03	15,15	0,12	$\pm 0,50$	$\pm 0,096$	2,00	∞
200,0 Ω	30,0	30,0	0,0	$\pm 2,6$	$\pm 0,20$	2,00	∞
	100,0	100,9	0,9	$\pm 4,0$	$\pm 0,28$	2,00	∞
	150,0	151,1	1,1	$\pm 5,0$	$\pm 0,68$	2,00	∞
2000 Ω	300	300	0	± 26	$\pm 0,7$	2,00	∞
	1000	1011	11	± 40	$\pm 2,1$	2,00	∞
	1500	1519	19	± 50	$\pm 3,1$	2,00	∞
20,00 k Ω	3,00	3,10	0,10	$\pm 0,26$	$\pm 0,006$	2,00	∞
	10,00	10,13	0,13	$\pm 0,40$	$\pm 0,041$	2,00	∞
	15,00	14,83	-0,17	$\pm 0,50$	$\pm 0,059$	2,00	∞

¹ Valor expresso na mesma unidade de medida da escala utilizada na medição.

 A reprodução deste documento só poderá ser integral.

MEGABRAS INDÚSTRIA ELETRÔNICA LTDA

Rua Gibraltar, 172 | Santo Amaro | 04755-070 | São Paulo | SP | Brasil

Tel.: 11 5641-8111 | Fax: 11 5641-9755 | laboratorio@megabras.com.br | www.megabras.com.br



FL. 3 / 3

Laboratório

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº 53586

Ensaio de tensão aplicada.

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

Observações

- Este certificado é válido somente para a unidade testada, não sendo extensivo a quaisquer lotes, mesmo que similares.
- Valor padrão (indicação obtida no padrão).
- Valor medido (indicação obtida no item sob calibração).
- O erro indicado nas tabelas é obtido pela subtração do valor medido menos o valor padrão.
- O MEA (Máximo Erro Admissível) é calculado de acordo com as especificações do fabricante.
- U = Incerteza expandida de medição.
- k = Fator de abrangência (fator multiplicativo adimensional).
- Veff = Graus de liberdade efetivos.

Incerteza

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%.

DOCUMENTO ORIGINAL

RESULTADO

O instrumento testado cumpre com as especificações de exatidão declaradas pelo fabricante no manual de instruções.

Data da Calibração: 2 de Março de 2017.

Calibração executada por:


Gledson Teles
Técnico



A reprodução deste documento só poderá ser integral.

MEGABRAS INDÚSTRIA ELETRÔNICA LTDA

Rua Gibraltar, 172 | Santo Amaro | 04755-070 | São Paulo | SP | Brasil

Tel.: 11 5641-8111 | Fax: 11 5641-9755 | laboratorio@megabras.com.br | www.megabras.com.br