

SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)

MELHORAMENTOS CMPC LTDA

GUAIBA / RS



RELATÓRIO TÉCNICO MEDIÇÕES DE CONTINUIDADE ELÉTRICA

EMPREENDIMENTO: 9663 – MEDIÇÕES DE CONTINUIDADE ELÉTRICA EFETUADAS EM PONTOS DO ATERRAMENTO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS REGULARIZADO NAS ÁREAS DE ESTOQUE DE PRODUÇÃO E DE CENTRAL DE GÁS DA EMPRESA MELHORAMENTOS CMPC LTDA LOCALIZADO EM GUAIBA/ RS.

Resp. Técnico: Eng. João Luis Rodrigues da Rosa

CREA-RS: 075305

Código do documento: RT-9663-002

07 de Dezembro de 2020.

Relatório Técnico de Medições de Continuidade Elétrica

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

Aprov. Cliente: _____ Rubrica: _____ Data: _____

Versão	Data	Histórico das Alterações
00	07/12/2020	EMIÇÃO ORIGINAL

SUMÁRIO

1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO	4
2. RESPONSABILIDADES	4
3. ESCOPO DOS SERVIÇOS	4
4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	4
5. INTRODUÇÃO	5
6. DEFINIÇÕES.....	6
7. MEDIÇÃO DE CONTINUIDADE ELÉTRICA	6
7.1. Filosofia Adotada.....	6
7.2. Instrumento Utilizado	7
7.3. Procedimento de Medição	7
7.4. Pontos Medidos.....	8
7.5. Valores Encontrados	9
7.6. CONCLUSÃO:.....	16
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	17
ANEXO I – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO MICROHMÍMETRO	18

1. DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Classificação: ESTRUTURAS COMUNS - COMERCIAL

Razão Social: MELHORAMENTOS CMPC LTDA.

Endereço: ESTRADA COSTA DA GAMA - Nº 1001

Cidade: GUAIBA / RS.

2. RESPONSABILIDADES

Responsável Técnico: Eng. João Luis Rodrigues da Rosa

Nº Registro Pessoa Física: CREA: RS-075.305

Nº Registro Pessoa Jurídica: CREA: RS- 234504

Anotação de Responsabilidade Técnica (A.R.T.): CREA -RS **11061812**

3. ESCOPO DOS SERVIÇOS

Realizar medições de continuidade elétrica nas adequações efetuadas nas áreas de Central de Gás e Estoque de Produção na empresa Melhoramentos CMPC LTDA – Guaíba / RS de forma a certificar a interligação, a integridade entre as malhas (sistemas) de aterramento e suas conexões embutidas, bem como a análise dos resultados obtidos atendam aos requisitos mínimos e em consonância com a norma ABNT NBR 5419 de 2015.

4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

As normas utilizadas para subsidiar os ensaios efetuados na empresa Melhoramentos CMPC LTDA – Guaíba / RS, foram as seguintes:

- **ABNT NBR 5419 / 2015** – Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas.
- **ABNT NBR 5410 / 2004** – Instalações Elétricas de Baixa Tensão.
- **NR 10 / 2004** – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade.
- **Lei 11.337 / 2006** – Determina a obrigatoriedade de as edificações possuírem sistema de aterramento e instalações elétricas compatíveis com a utilização de condutor-terra de proteção, bem como torna obrigatória a existência de condutor-terra de proteção nos aparelhos elétricos que especifica.
- **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.

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 continuidade elétrica nas adequações efetuadas nas áreas de Central de Gás e Estoque de Produção na empresa Melhoramentos CMPC LTDA – Guaíba / RS, utilizando-se microhmímetro digital, de forma a certificar que os valores obtidos estejam em conformidade com a norma NBR 5419/2015.

Todos os dados deste relatório são baseados em visita no local e levantamento fotográfico efetuado entre os dias 01 a 04 de Dezembro de 2020.

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

Os ensaios de medição de continuidade elétrica visam:

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

6. DEFINIÇÕES

- **Raio:** Um dos impulsos elétricos de uma descarga atmosférica para a terra.
- **Descarga atmosférica:** Descarga elétrica de origem atmosférica entre uma nuvem e a terra ou entre nuvens, consistindo em um ou mais impulsos de vários quiloampères.

- **Ponto de impacto:** Ponto onde uma descarga atmosférica atinge a terra, uma estrutura ou o sistema de proteção contra descargas atmosféricas.

NOTA – Uma descarga atmosférica pode ter vários pontos de impacto.

- **SPDA:** Sistema de proteção contra descargas atmosféricas.
- **Potenciais perigosos:** Potenciais que podem provocar efeitos danosos ao corpo humano quando a ele aplicados.
- **Tensão de Passo:** Tensão entre dois pontos da superfície da terra separados por uma distância igual ao passo de uma pessoa, causada pela passagem de corrente no solo.

7. MEDIÇÃO DE CONTINUIDADE ELÉTRICA

Levantou-se a necessidade de verificar o estado do sistema de aterramento nas adequações efetuadas nas áreas de Central de Gás e Estoque de Produção e certificar a integridade das interligações entre as malhas existentes. 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.

7.1. 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 do Anexo F da NBR 5419-3 / 2015.

7.2. 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 59178 de 23 de Agosto de 2019, conforme cópia no **ANEXO I**, neste documento. A figura a seguir ilustra o equipamento utilizado.



Figura 01: Microhmímetro Digital

7.3. 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 em 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 pontos medidos e os valores das impedâncias observaram o preconizado no item 4.3 e anexo “F”“F”, Item F.3 da NBR-5419-3 / 2015.

7.4. Pontos Medidos

As medições de continuidade elétrica (indicações em azul) encontram-se ilustrados conforme croqui nas Figuras 02 e 03 a seguir.

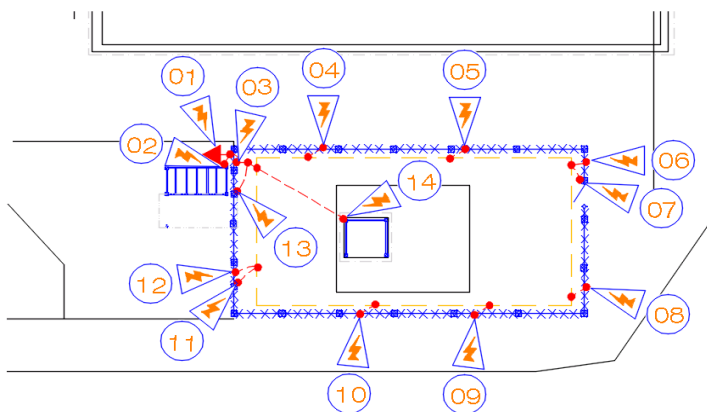


Figura 02: Croqui com Pontos de Medição de Continuidade (Central de gás)

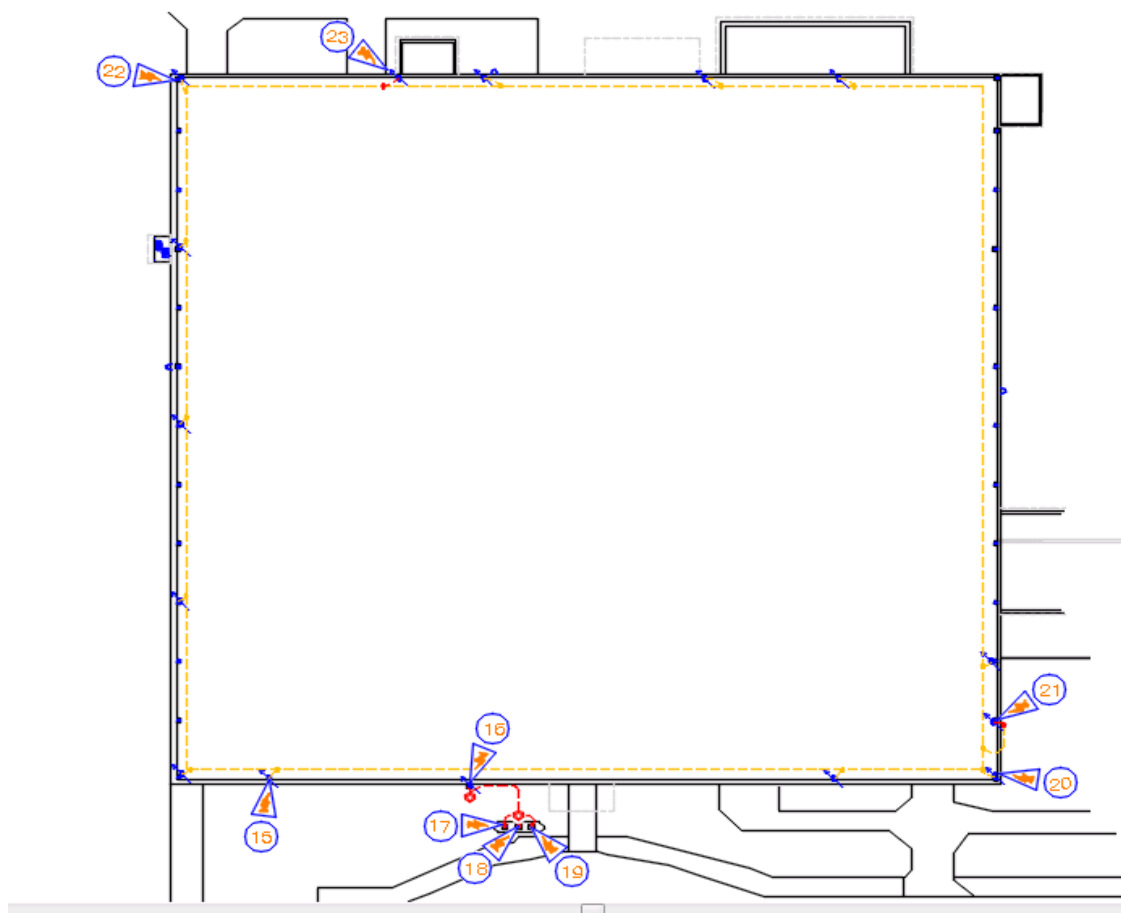


Figura 03: Croqui com os Pontos de Medição de Continuidade -(Estoque e produção)

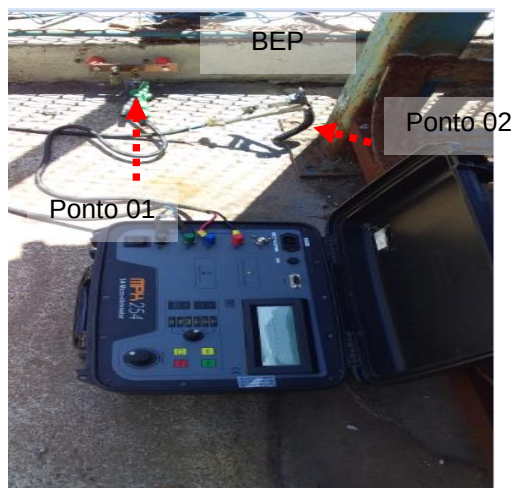
7.5. Valores Encontrados

Os valores medidos encontram-se na Tabela 01 a seguir.

Tabela 01 – Valores Encontrados.

Nº da Medição	Escala (A / mΩ)	Pontos de Medição		Resultado	Observação
		Ref.	Ponto		
01	5A/600mΩ	01	02	10,4 mΩ	01 – BEP- Central de gás 02 - Ponto aterramento de estrutura (Pilar central de gás)
02	5A/600mΩ	01	03	119,8 mΩ	03-Ponto aterramento cerca- Área Gás
03	5A/600mΩ	01	04	83,4 mΩ	04 - Ponto aterramento cerca- área Gás
04	5A/600mΩ	01	05	82,1 mΩ	05 - Ponto aterramento cerca- Área Gás
05	5A/600mΩ	01	06	150,3 mΩ	06 - Ponto aterramento cerca- Área Gás
06	5A/600mΩ	01	07	139,5 mΩ	07 - Ponto aterramento de estrutura (Pilar central de gás)
07	5A/600mΩ	01	08	11,8 mΩ	08 - Ponto aterramento cerca- Área Gás
08	5A/600mΩ	01	09	30,3 mΩ	09 -Ponto aterramento cerca- Área Gás
09	5A/600mΩ	01	10	49,5 mΩ	10 Ponto aterramento cerca- Área Gás
10	5A/600mΩ	01	11	141,9 mΩ	11 - Ponto aterramento cerca- Área Gás
11	5A/600mΩ	01	12	125,6 mΩ	12 - Ponto aterramento de estrutura (Pilar central de gás)
12	5A/600mΩ	01	13	59,2 mΩ	13 - Ponto aterramento de estrutura (Pilar central de gás)
13	5A/600mΩ	01	14	10,1 mΩ	14 - Ponto aterramento de estrutura (Pilar central de gás)
14	5A/600mΩ	15	16	136,1 mΩ	15-Ponto aterramento de pilar –Estoque de Produção (Descida SPDA) 16-Ponto aterramento de pilar –Estoque de Produção (Descida SPDA)
15	5A/600mΩ	15	17	32,6 mΩ	17-Ponto aterramento-Mastro Bandeira
16	5A/600mΩ	15	18	30,6 mΩ	18-Ponto aterramento-Mastro Bandeira
17	5A/600mΩ	15	19	70,1 mΩ	19-Ponto aterramento-Mastro Bandeira
18	5A/600mΩ	20	21	14,0 mΩ	20- Ponto aterramento de pilar -Estoque de Produção (Descida SPDA) 21-Ponto aterramento de pilar-Estoque de Produção (Descida SPDA)
19	5A/600mΩ	22	23	65,4 mΩ	22 -Ponto aterramento de pilar -Estoque de Produção (Descida SPDA) 23 -Ponto aterramento de pilar -Estoque de Produção (Descida SPDA)

Nas figuras a seguir identificamos alguns locais e valores obtidos nos ensaios de continuidade elétrica nas áreas de Central de Gás e Estoque de Produção na empresa Melhoramentos CMPC LTDA – Guaíba / RS.



Figuras 04 e 05: Ponto 01 (BEP) - Medição 01 - Ponto aterramento de estrutura (Pilar gás)



Figuras 06 e 07: Ponto 03 (Ponto aterramento cerca- Área Gás) – Medição 02



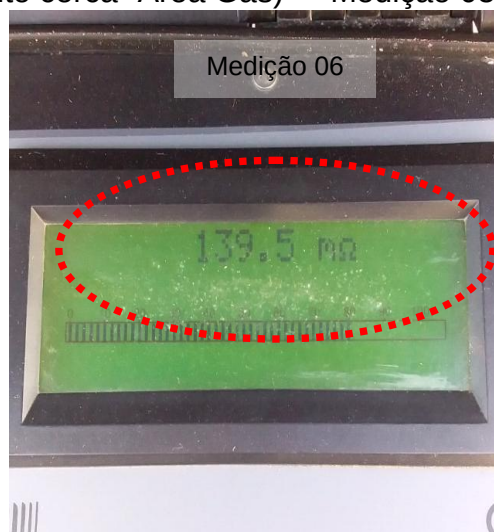
Figuras 08 e 09: Ponto 04 (Ponto aterramento cerca- Área Gás) – Medição 03



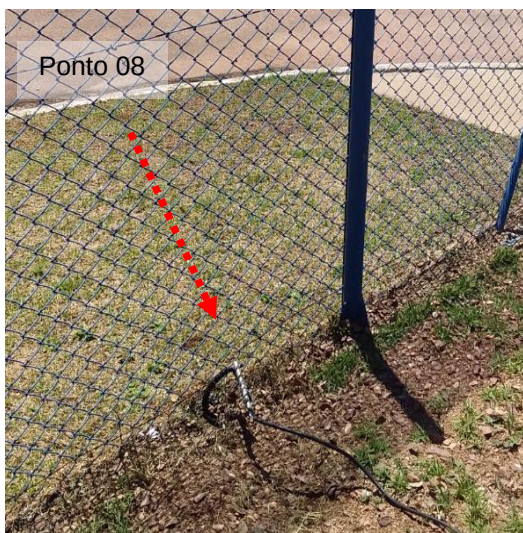
Figuras 10 e 11: Ponto 05- (Ponto aterramento cerca- Área Gás) - Medição 04.



Figuras 12 e 13: Ponto 06-(Ponto aterramento cerca- Área Gás) - Medição 05.



Figuras 14 e 15: Ponto 07- Ponto aterramento de estrutura (Pilar gás) - Medição 06.



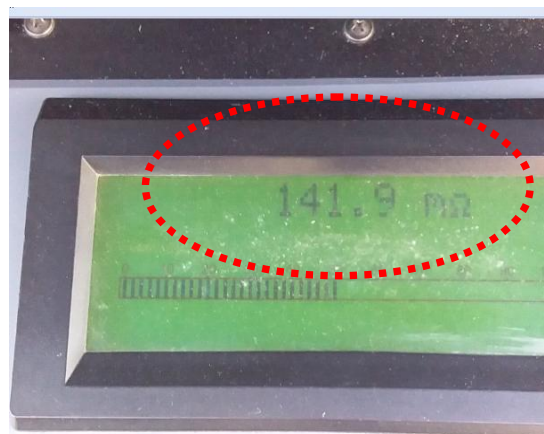
Figuras 16 e 17: Ponto 08- (Ponto aterramento cerca- Área Gás) - Medição 07.



Figuras 18 e 19: Ponto 09- (Ponto aterramento cerca- Área Gás) - Medição 08.



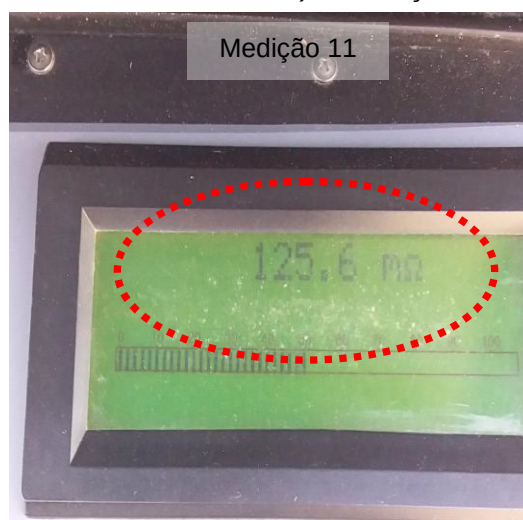
Figuras 20 e 21: Ponto 10-(Ponto aterramento cerca- Área Gás) - Medição 09.



Medição 10

EGADRA

Figuras 22 e 23: Ponto 11 -(Ponto aterramento cerca- Área Gás) - Medição 10.



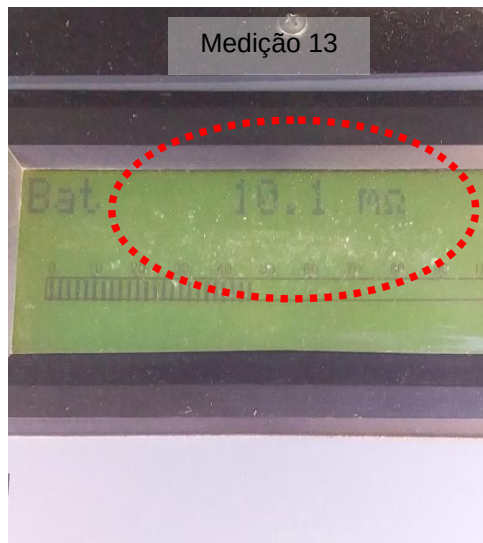
Medição 11

Figuras 24 e 25: Ponto 12- Ponto aterramento de estrutura (Pilar gás) - Medição 11.



Medição 12

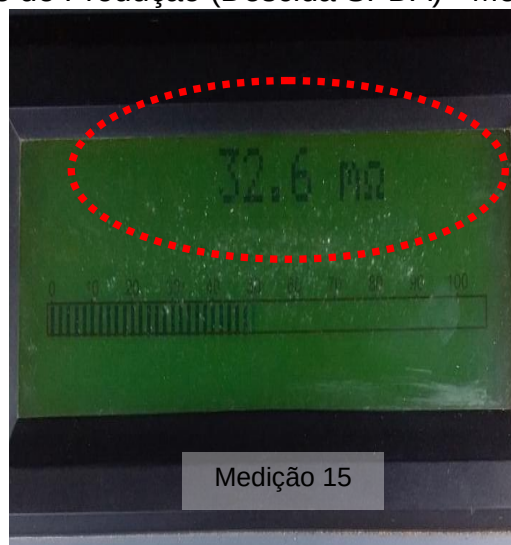
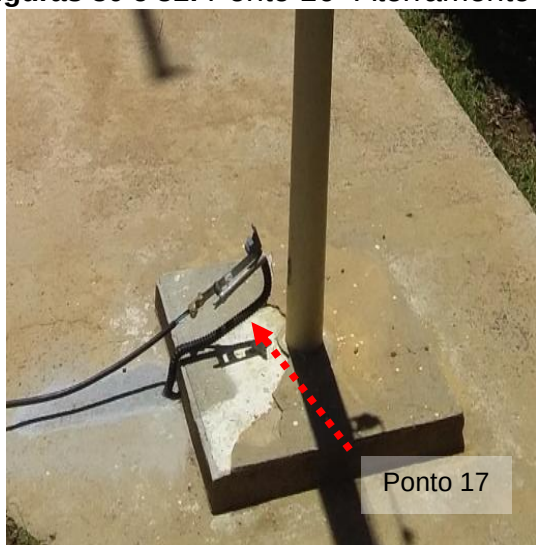
Figuras 26 e 27: Ponto 13- Ponto aterramento de estrutura (Pilar gás) - Medição 12.



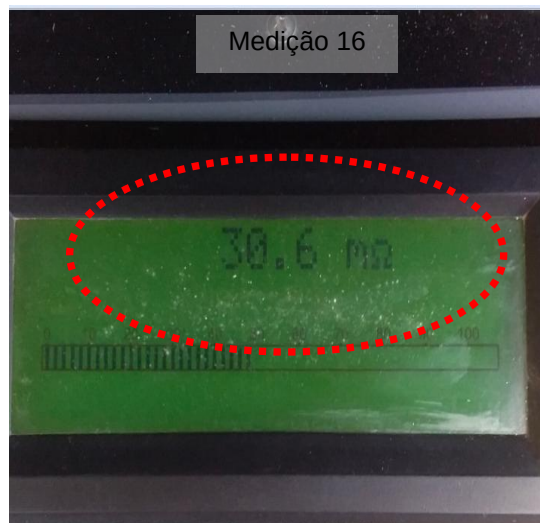
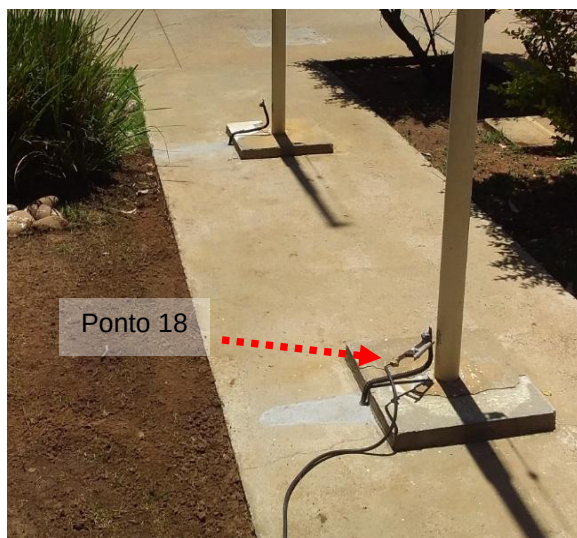
Figuras 28 e 29: Ponto 14- Ponto aterramento de estrutura (Pilar gás) - Medição 13.



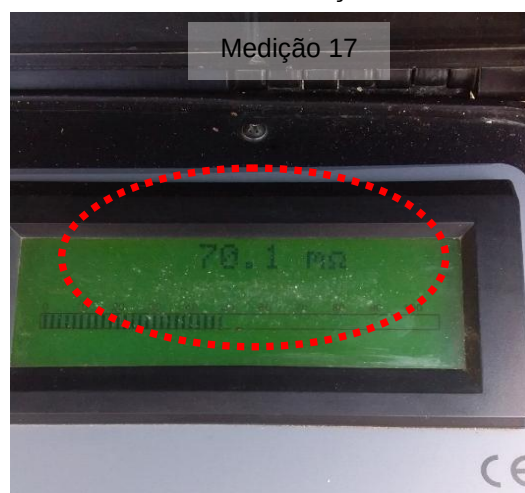
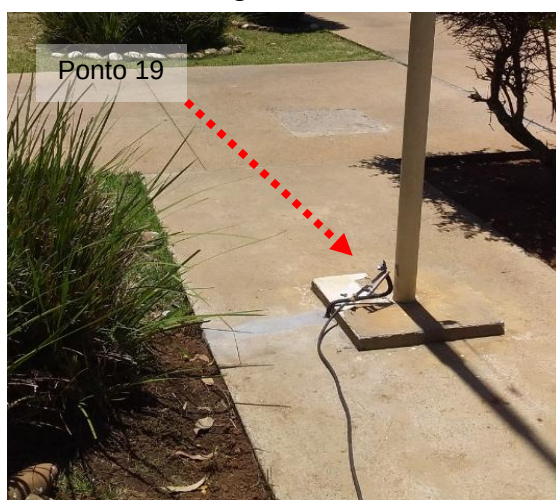
Figuras 30 e 31: Ponto 16- Aterramento pilar/Estoque de Produção (Descida SPDA) - Medição 14.



Figuras 32 e 33: Ponto 17- Ponto aterramento mastro - Medição 15.



Figuras 34 e 35: Ponto 18- Ponto aterramento mastro - Medição 16.



Figuras 36 e 37: Ponto 19- Ponto aterramento mastro - Medição 17.



Figuras 38 e 39: Ponto 21- Aterramento/Estoque de Produção (Descida SPDA) - Medição 18.



Figuras 40 e 41: Ponto 23- Atterramento Pilar/Estoque de Produção (Descida SPDA) - Medição 19.

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 4.3. As medições foram realizadas conforme o anexo F da NBR 5419/2015. 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.

7.6. CONCLUSÃO:

Do exposto na tabela 01, **conclui-se** que **100 %** dos pontos sob ensaio apresentaram continuidade elétrica, com valores satisfatórios com o ponto de aterramento 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 os trechos avaliados e a determinação da integridade física dos eletrodos de aterramento e suas conexões.

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.

*“Reserva-se, a Pararrayos todo e qualquer direito atinente à propriedade intelectual, decorrente da criação da respectiva documentação elaborada referente à obra 9663, 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, 07 de Dezembro de 2020.

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

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

ANEXO I – CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO MICROHMÍMETRO



Laboratório

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº 59178

Solicitante:	Pararraios Sist de Proteção Atmosferica Ltda.		
Endereço:	Av Nações Unidas, 2645, Loja 03	Bairro: Ideal	
Cidade:	Novo Hamburgo	Estado: RS	CEP: 93336-025
Equipamento:	Microhmímetro Digital MEGABRAS®, modelo MPK – 254		
Nº de série:	ME 9018 B	O.S / Pedido nº: O-47894	
Data da calibração:	23/08/2019		
Nº de patrimônio:			

DOCUMENTO ORIGINAL

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	170907-101	IPT ¹	30/01/2021
Multímetro digital 6½ dígitos	Picotest/M3500A	TW00001175	164388-101	IPT ¹	08/03/2020
Shunt relação 200A/100mV	Yokogawa/2203	2659 1979	163262-101	IPT ¹	30/01/2020
Conj.resist.shunt +CPR-253-X	Megabras	MG 7062 E	10169 int	MEGABRAS	11/06/2021

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

Rastreabilidade

Os padrões utilizados são calibrados em laboratório acreditado pela Cgcre e atendem aos requisitos de rastreabilidade a padrões nacionais de medida ou ao Sistema Internacional de Unidades (SI). Estão disponíveis para download em www.megabras.com/padrees



Condições ambientais durante o procedimento

Temperatura ambiente	:	22 ± 1°C
Umidade relativa do ar	:	57 ± 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



CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº 59178

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	5,006	5,004	-0,002	$\pm 0,012$	$\pm 0,002$	2,00	∞
		10,004	10,005	0,001	$\pm 0,022$	$\pm 0,004$	2,00	∞
		15,195	15,197	0,002	$\pm 0,032$	$\pm 0,006$	2,00	∞
	600 mΩ	50,01	50,0	-0,01	$\pm 0,3$	$\pm 0,02$	2,00	∞
		99,99	99,9	-0,09	$\pm 0,4$	$\pm 0,04$	2,00	∞
		499,5	498,9	-0,6	$\pm 1,2$	$\pm 0,20$	2,00	∞
1A	200 mΩ	50,01	49,96	-0,05	$\pm 0,12$	$\pm 0,02$	2,00	∞
		99,99	99,94	-0,05	$\pm 0,22$	$\pm 0,04$	2,00	∞
		170,47	170,42	-0,05	$\pm 0,36$	$\pm 0,07$	2,00	∞
100 mA	2000 mΩ	499,5	500,0	0,5	$\pm 1,2$	$\pm 0,2$	2,00	∞
		999,7	1000,5	0,8	$\pm 2,2$	$\pm 0,4$	2,00	∞
		1770,7	1772,6	1,9	$\pm 3,7$	$\pm 0,7$	2,00	∞
10 mA	20 Ω	4,999	4,995	-0,004	$\pm 0,012$	$\pm 0,002$	2,00	∞
		9,912	9,908	-0,004	$\pm 0,022$	$\pm 0,005$	2,00	∞
		14,915	14,908	-0,007	$\pm 0,032$	$\pm 0,006$	2,00	∞
1 mA	200 Ω	49,79	49,77	-0,02	$\pm 0,12$	$\pm 0,02$	2,00	∞
		100,21	100,16	-0,05	$\pm 0,22$	$\pm 0,03$	2,00	∞
		149,99	149,95	-0,04	$\pm 0,32$	$\pm 0,05$	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



Laboratório

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº 59178

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: 23 de Agosto de 2019.

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