ENGENHEIRO ELETRICISTA ELSON PATRÍCIO DE FREITAS PEREIRA
CREA – 85214D

RELATÓRIO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DO PRÉDIO NA RUA DOS OTONI SITUADO NA CIDADE DE BELO HORIZONTE

BELO
HORIZONTE 2016

SUMÁRIO

1. Introdução

Nada em termos práticos pode ser feito para se impedir a "queda" de uma descarga em determinada região. Não existe "atração" a longas distâncias, sendo os sistemas prioritariamente receptores. Assim sendo, as soluções internacionalmente aplicadas buscam tão somente minimizar os efeitos destruidores a partir da colocação de pontos preferenciais de captação e condução segura da descarga para a terra (TERMOTÉCNICA, 2001).

2. Objetivo

2.1. Objetivo Geral

Este relatório tem como principal objetivo relatar as não conformidades no sistema de SPDA existente, medir as resistências de aterramento, comparar com a norma NBR 5419 e recomendar as alterações ou ações para adequar a edificação comercial situada na cidade de Belo Horizonte, rua dos Otoni, 909 bairro Santa Efigênia.

2.2. Premissas

A edificação em questão já tem um SPDA existente e um projeto novo de SPDA a ser implantado.

O projeto novo tem como proposta a utilização armadura metálica da edificação e a fundação como eletrodo natural conforme o item 5.1.2.5.5. da NBR 5419

*NBR 5419: Item **5.1.2.5.5**:* "Para as edificações de concreto armado existentes poderá ser implantado um SPDA com descidas externas ou, opcionalmente, poderão ser utilizadas como descidas as armaduras do concreto. Neste último caso devem ser realizados testes de continuidade, os quais devem resultar em resistências medidas inferiores a 1 ohms. As medições deverão ser realizadas entre o topo e base de alguns pilares e também entre as armaduras de pilares diferentes para averiguar a continuidade por meio de vigas e lajes. As medições poderão ser realizadas conforme o anexo E."

3. Verificação da Necessidade ou Não do SPDA

O Edifício em questão está aproximadamene a 100 metros de altura, construído em concreto armado, com cobertura não metálica sendo um dos mais altos do bairro conforme mostra a figura 01:

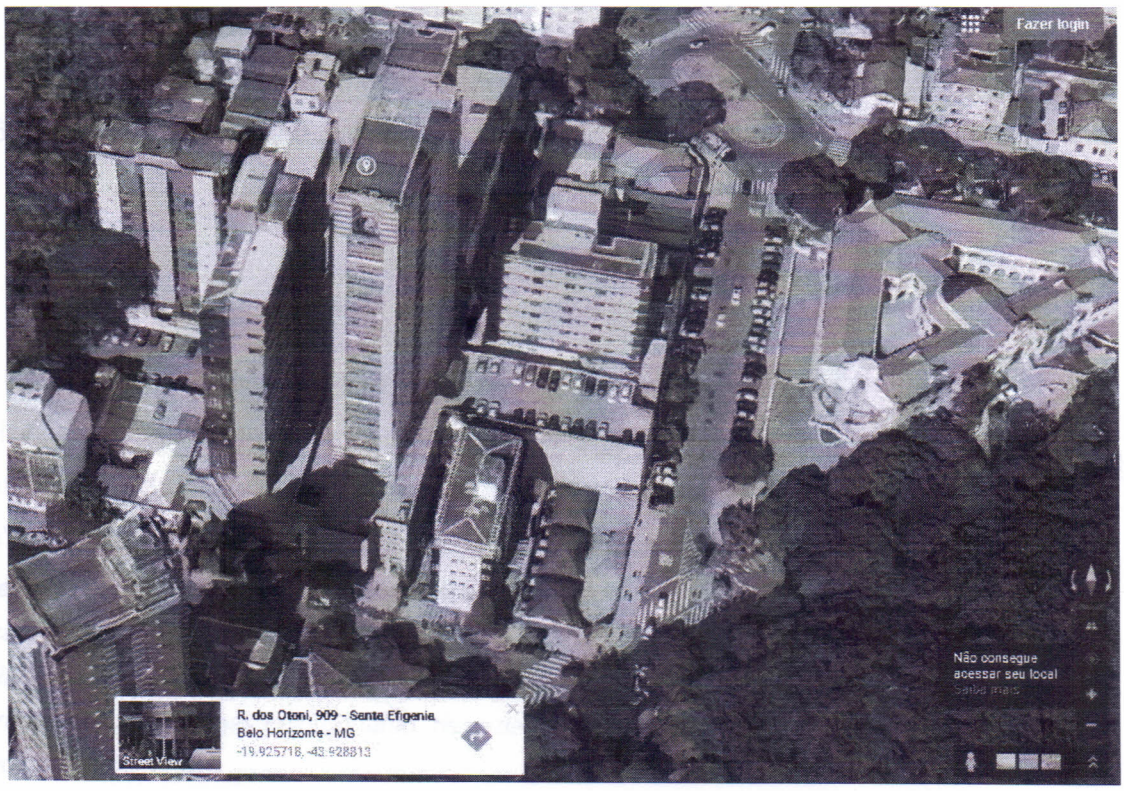

Figura 1-Vista panoramica da Edificação

As equações abaixo determinam o descritivo para se avaliar a necessidade do SPDA Anexo B da NBR 5419

Dados:

$$T_d = 10\ raios\ por\ ano$$

$$L - comprimento\ da\ cobertura = 40\ metros$$

$$W - largura\ da\ cobertura = 10\ metros$$

$$H - altura\ da\ edificação = 100\ metros$$

$$N_g = 0{,}04 \times 10^{1{,}25}\ densidade\ descargas\ atmosférica\ p/terra = 0{,}711311$$

$$A_e = LW + 2LH + 2WH + \pi H^2 Area\ exposição\ equivalente = 41815{,}92\ m^2$$

$$N_d = N_g . A_e . 10^{-6}\ raios\ incidentes\ por\ ano = 0{,}29744$$

$$Fator\ A - Tipo\ ocupação\ da\ estrutura = 1{,}2$$

$$Fator\ B - Tipo\ de\ construção\ da\ estrutura = 0{,}4$$

$$Fator\ C - Conteúdo\ da\ estrutura\ e\ efeitos\ indiretos\ da\ descargas\ atmosférica = 0{,}3$$

$$Fator\ D - Localização\ da\ estrutura = 1{,}0$$

$$Fator\ E - Topografia\ da\ região = 1{,}3$$

$$N_{dc} = N_d \times A \times B \times C \times D \times E = 0{,}05568\ - danos\ por\ ano$$

O resultado de todas essas informações nos fornece um N_{dc} igual 0,05568, de acordo com item B.4.1.a se $N_{dc} \geq 0{,}001$ a estrutura requer SPDA

3.1. Níveis de Proteção

Detectada a necessidade de um Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas, o Nível de Proteção dessa edificação será Nível II por causa principalmente, "da grande aglomeração de público, havendo portanto, risco de pânico", conforme citado na classificação da tabela B.6 da norma NBR 5419:

Nível II: destinado às estruturas cujos danos em caso de falha serão elevados ou haverá destruição de bens insubstituíveis e/ou de valor histórico, mas, em qualquer caso, vão se restringia à própria estrutura e ao seu conteúdo, bem como os casos de estruturas com grande aglomeração de público, havendo portanto, risco de pânico. Exemplos são museus, ginásios esportivos etc.

4. Metodologia

A inspeção visual foi acompanhada pelo Rogério eletricista da Edificação com a coleta fotos da situação atual.

Em cada ponto de descida do sistema de SPDA foi realizada uma medição da resistência de aterramento, sendo utilizado um Alicate Terrômetro marca Fluke, modelo 1630 conforme figura 2.

Figura 2-Alicate Terrômetro utilizado

5. Tipo de SPDA

A edificação atualmente possui um sistema interno de SPDA e é proposto através de um projeto a criação de um sistema externo não isolado da estrutura com a utilização dos pilares metálicos da estrutura como subsistema de descida.

5.1. Elementos do SPDA

5.1.1. Sistema de captores:

Na cobertura da edificação existe Para Raios Franklin interligados a um a malha de condutores de alumínio de 70mm2 gaiola de Faraday, ou seja, está se usando dois metodos de capacitação de raio, que no caso de redundância não tem nenhum problema.

Foram feitos algumas medições no subsistema de captores

a) Pontos de medição com alicate terrrometro Fluke 1630 pelo Engenheiro Eletricista Elson Patrício conforme figura 3

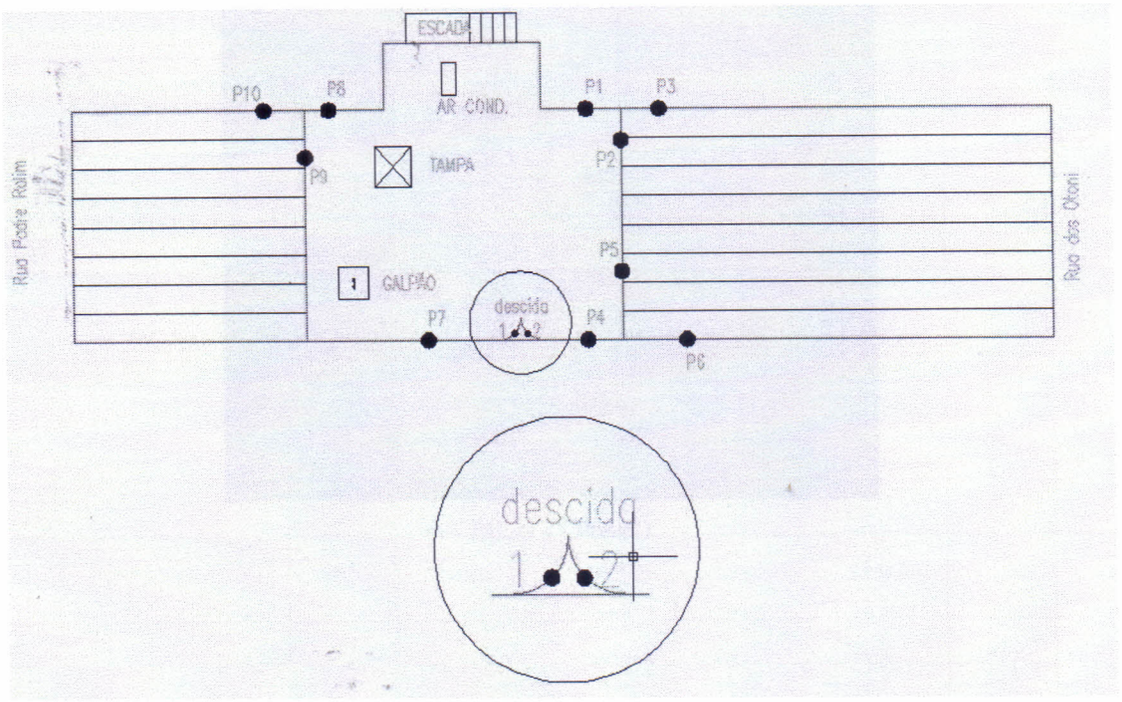

Figura 3 - Pontos medidos na cobertura

Ponto de Medição Subsistema de capatação	Medição de resistência de loop de terra
Ponto 1	2,439 Ω
Ponto 2	Loop Aberto
Ponto 3	2,403 Ω
Ponto 4	2,409 Ω
Ponto 5	Loop Aberto
Ponto 6	2,409 Ω
Ponto 7	2,409 Ω
Ponto 8	2,403 Ω
Ponto 9	0,907 Ω
Ponto 10	1,165 Ω

Tabela 1 – Valores Medidos em Ω nos pontos da figura 3

Figura 4 - Ponto 1

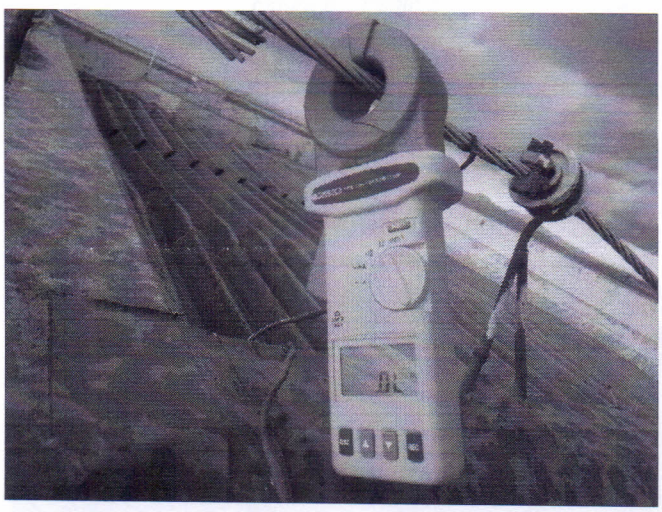

Figura 5 – Ponto 2

Figura 6 – Ponto 3

Figura 7 - Ponto 4

Figura 8 - Ponto 5

Figura 9 - Ponto 6

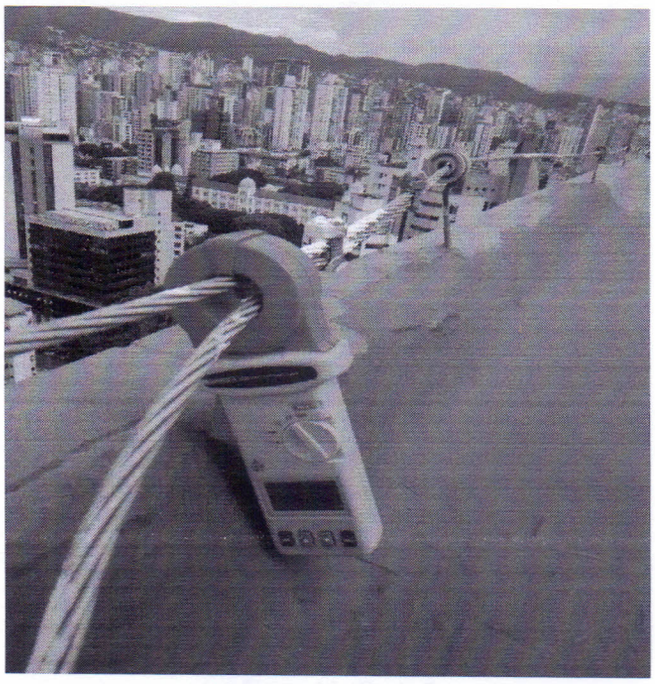

Figura 10 - Ponto 7

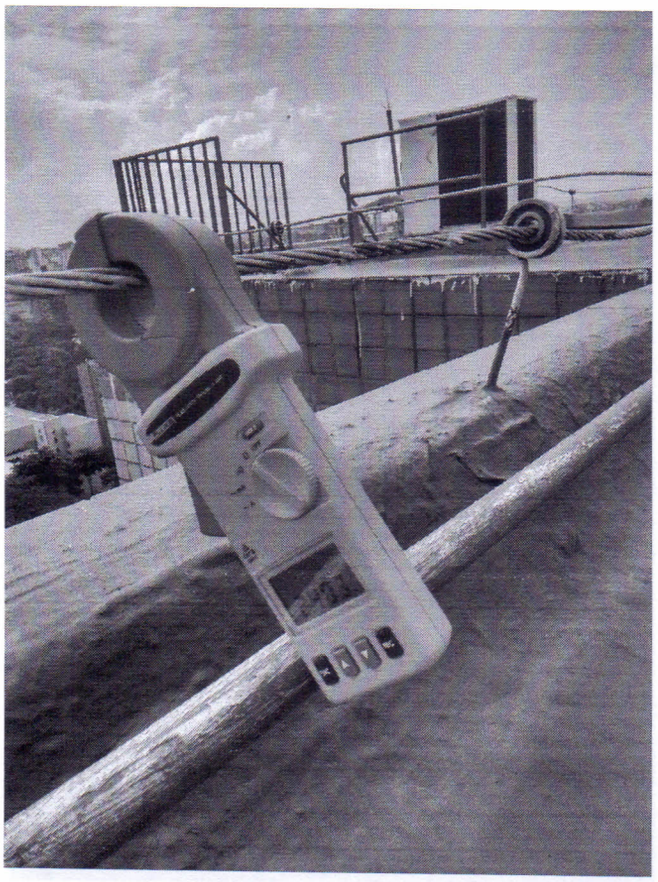

Figura 11 - Ponto 8

Figura 12 - Ponto 9

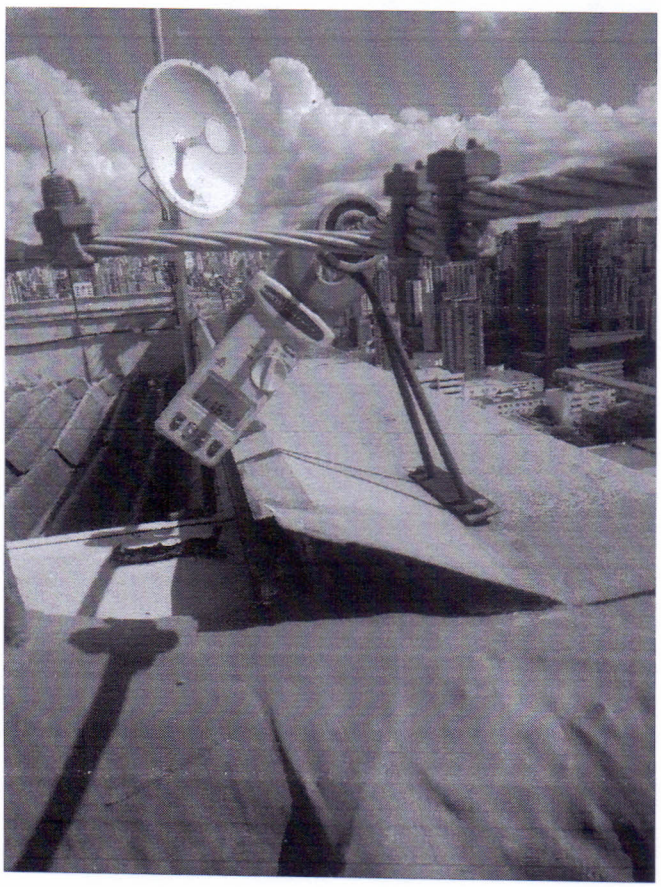

Figura 13 - Ponto 10

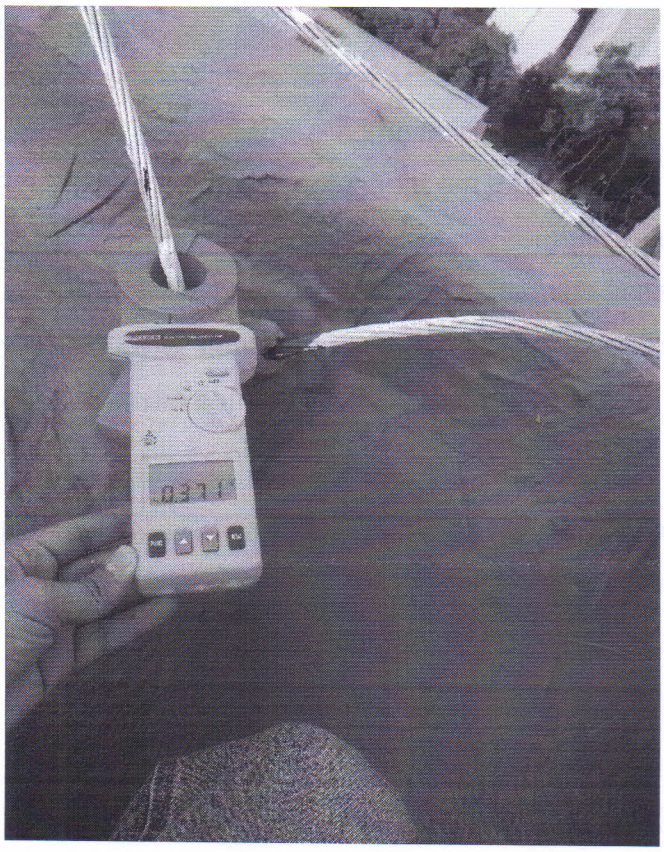

Figura 14 - Ponto de descida 1

Figura 15 - Ponto de descida 2

b) Recomendação:

Apesar de usar dois métodos de capacitação é interessante que a malha dos condutores (módulo com largura e comprimento) seja reduzida conforme a tabela 1 da NBR 5419 para nível de proteção II em módulos 10x10 metros.

Deve-se conectar a massa da antena de comunicação na malha de aterramento da cobertura e também as grades da escada de acesso da cobertura, ar condicionado, eletrodutos, tampa do alçapão, tampa da caixa dágua, mastro de sinalização, calhas, assim como todo equipamento metálico.

O cabo de alumínio da malha está conectado a base poste, recomenda-se que o mesmo seja conectado direto ao captor conforme detalhe típico de instalação para raio tipo Franklin a ser ilustrado na figura 15

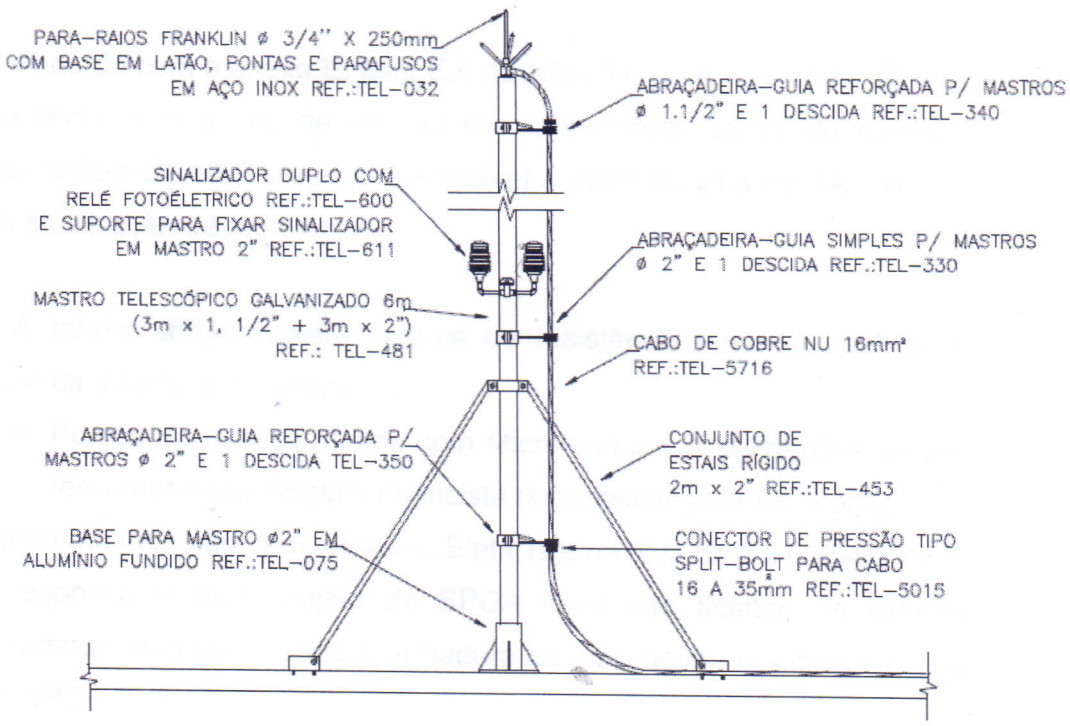

Figura 16 - Detalhe de instalação do captor tipo Franklin em mastro

Diante das medições recomenda-se que se faça a manutenção dos pontos de conexão P2 e P5, através de substituição das conexões oxidadas por conexões novas ou solda exotérmica. Tão logo se faça tais trocas deve-se fazer novamente as medições de loop.

5.1.2. Sistema de descidas:

Atualmente existe um sistema de descida interno composto por dois cabos descendo do mesmo ponto da cobertura pela parte interna do prédio. Esses cabos descem da cobertura por eletroduto, depois percorrem um trecho na horizontal através do forro da sala 2105 e continuam a descer através do shaft ao lado do elevador A. Vale ressaltar que trecho de descida desses cabos pelo shaft apresenta emendas.

De acordo com o projeto novo a ser executados foi pedido uma medição para se verificar a continuidade da armadura metálica da edificação conforme o anexo E da NBR 5419,

Nota 1: Se os valores medidos para esses circuitos forem da mesma ordem de grandeza e inferiores a 1 ohm, a continuidade das armaduras é considerada aceitável. A titulo de comparação a IEC 62305:2010,item 4.3, determina que a continuidade elétrica das barras de aço da armadura do concreto deve ser determinadas por meio de ensaios elétricos entre a parte superior do SPDA e o vergalhão no nível do solo. A resistência elétrica medida não deve ser superior a 0,2 ohms.

Nota 2: De acordo com o anexo E, item E.4 da NBR 5419 " A medição pode ser feita diretamente com o uso de mili ou microohmímetro, capaz de fornecer corrente da ordem de 10 A , sendo admissível o valor mínimo de 1A . Não é admissível a utilização de multímetro.

A tabela abaixo mostra valores de resistência para se verificar a continuidade da amadura da edificação.

a) Pontos de medição feitos com Microhmímetros MPK-105X alicate terrrometro por Rogério eletricista responsável pela Edificação

Nota 3: Conforme informado pelo Rogério Eletricista na data do dia 01/04/2016 o projetista responsável pelo projeto de SPDA novo não aceitou os valores medidos, portanto, não será usado a armadura da edificação no subsistema de descida do SPDA.

b) Pontos de medição feitos com alicate terrrometro pelo Engenheiro Eletricista Elson Patrício

Ponto de Medição Subsistema de descida (shaft do elevador)	Medição de resistência de loop de terra
Ponto E	3,394 Ω
Ponto F	3,03
Ponto G	3,403
Ponto H	3,38 Ω

Tabela 4 – Pontos de medição de aterramento no subsistema na descida do shaft do elevador

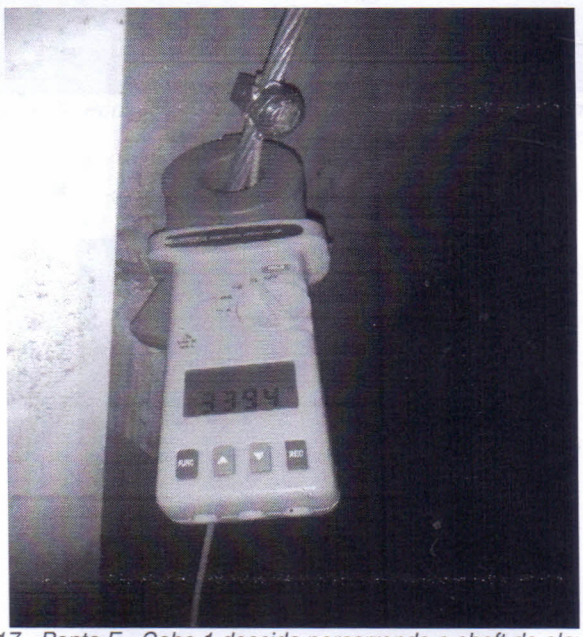

Figura 17 - Ponto E –Cabo 1 descida percorrendo o shaft do elevador "A"

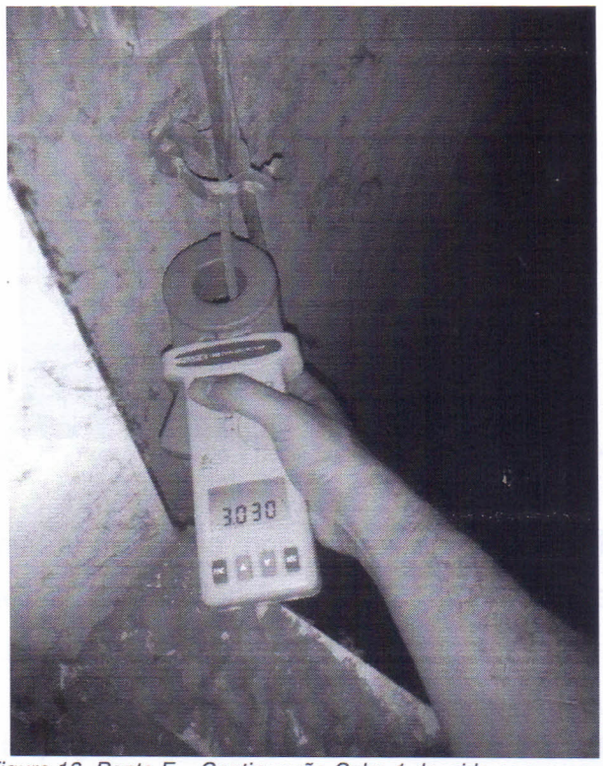

Figura 18- Ponto F – Continuação Cabo 1 descida com emenda

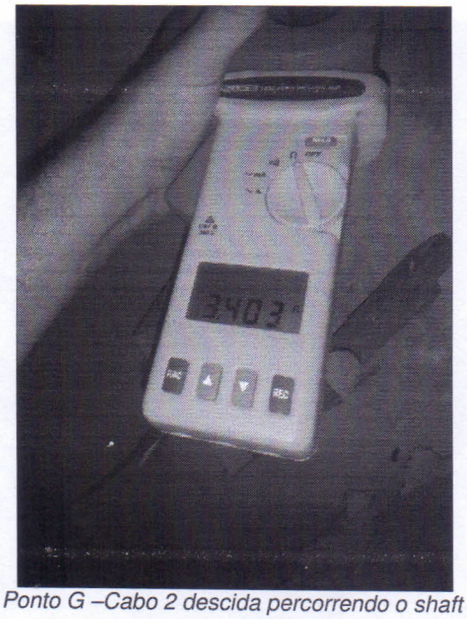

Figura 19 - Ponto G –Cabo 2 descida percorrendo o shaft do elevador

Recomendação:

Como o projetista não aceitou utilizar a armadura da edificação, deve-se então aumentar o números de descidas respeitando a tabela 2 na NBR 5419 (Espaçamento médio dos condutores de descida não naturais conforme o nível de proteção II), ou seja, 15 metros de intervalo em cada descida com tolerância de 20% entre os intervalos.

Observação: Recomenda-se que o projetista do Novo SPDA ou Rogério Eletricista avalie novamente se a medição com microhmimetro MPK-105X atende ao anexo E, item E.4 da NBR 5419, afim de utilizar a armadura.

Fazer a desativação o sistema de descida existente, pois no trecho que os condutores de descida passam pela sala 2105 não se pode garantir a inexistência de centelhamento nestes condutores quando, forem percorridos pela corrente da descarga atmosférica.

Outro ponto a ser citado é que segundo o item 5.1.2.4.2 na NBR 5419 não são admitidas emendas nos cabos utilizados como condutores de descida.

5.1.3. Subsistemas de aterramento:

O sistema de aterramento atual não pode ser inspecionado pois está localizado no nível inferior do shaft dos elevadores, para tanto, Foi feita uma medição nos cabos de descida conforme a tabela 3.

O projeto novo propõe a colocação de quatro hastes de aterramento, opostas na edificação uma caixa de inspeção, e a conexão dos eletrodos com a fundação da edificação.

a) Recomendação :

Como não se consegue fazer a inspeção dos eletrodos de aterramento no subsistema de aterramento no nível inferior do shaft, recomenda-se que os cabos de descida sejam desconectados da malha de cobertura e interligado a armadura do prédio, desta forma será feita a equalização de potencial com o subsistema aterramento do projeto novo utilizando a armadura metálica da edificação

Nota: Sistemas de aterramento naturais: São constituídos de elementos metálicos embutidos nas fundações das edificações e parte integrantes destas.

Por exemplo as fundações de concreto armado das edificações.

5.1.4. Subsistema de aterramento dos quadros do elevador:

Foi feita uma inspeção na sala de máquina dos elevadores para conhecer o sistema de aterramento do circuito dos quadros do elevador e verificar se era possível interligar o sistema de aterramento do circuito do elevador e o SPDA da edificação.

Conforme pedido do fabricante/fornecedor do elevador, foi colocado uma haste de aterramento no fundo do shaft dos elevadores "A", "B", "C" e "M" para alimentação dos quadros 1/713, 2/714, 3/715 e 716/Máquina) e instalados DR´s no circuito de iluminação como proteção de choque elétrico de pessoas.

Foi feita uma medição de aterramento com alicate terrometro nos cabos de terra (cor verde) quadros de força B, C e M , conforme as figuras 23,24,25,26 e 27.

a) Recomendação :

Como boa prática sempre citada na NBR 5419 é necessário interligar a malha de aterramento do SPDA da edificação com cada a haste de aterramento do quadros dos elevadores "A" , "B", "C" e "M" , afim de equalização de potencial dos dois sistemas de aterramento, para evitar transtornos com centelhamento/sobretensão nos equipamentos elétricos.

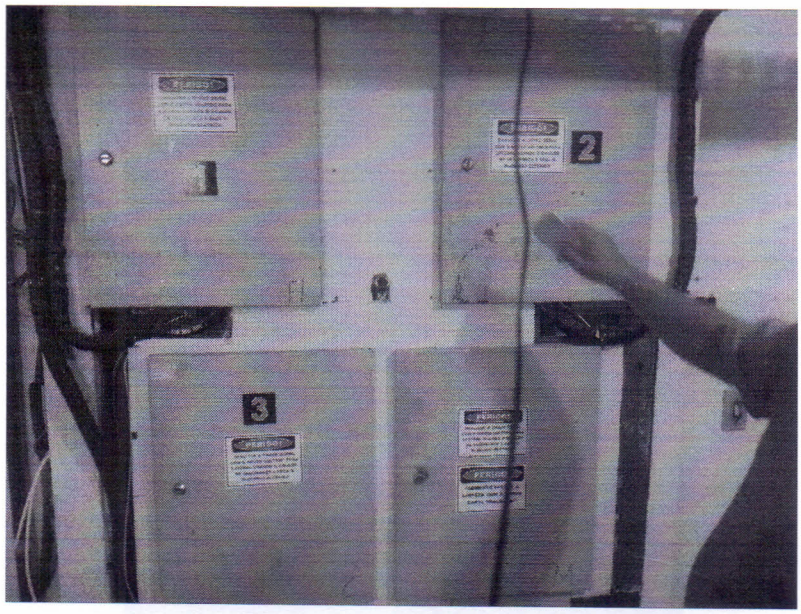

Figura 22 - Quadros elevadores "A", "B", "C" e "M"

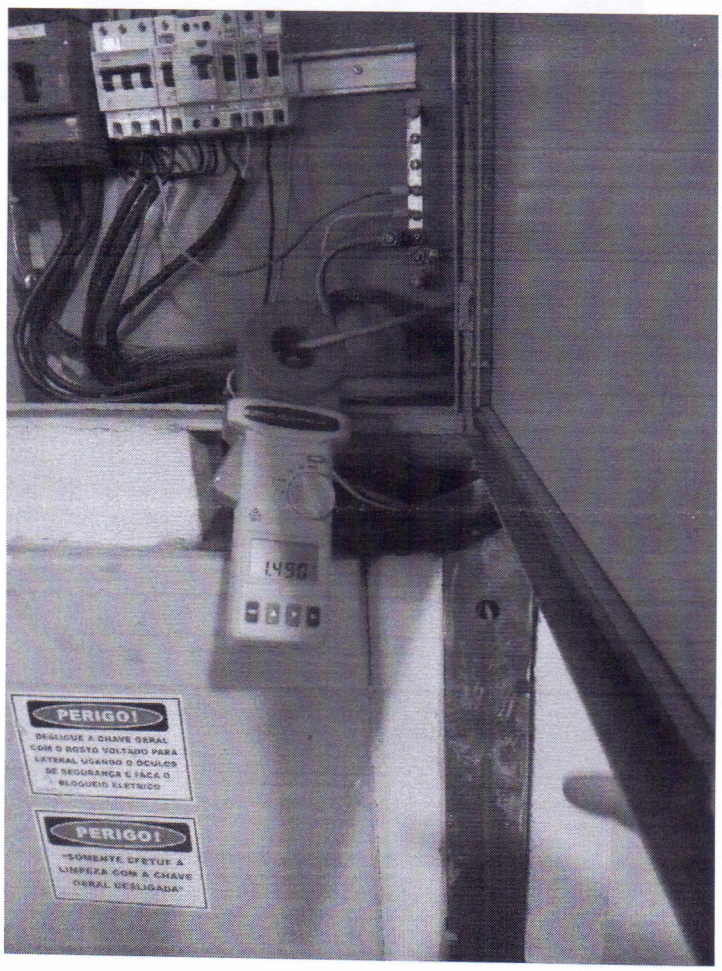

Figura 23 - Valor medida da Resistencia de aterramento do Quadro 2 do elevador "B"

Figura 24 - Quadro 3 do circuito do elevador "C"- Medição da resistência haste de aterramento dedicada quadro de alimentação do elevador "C"

Figura 25- Valor medido da resistência haste de aterramento dedicada quadro 3 de alimentação do elevador "C"

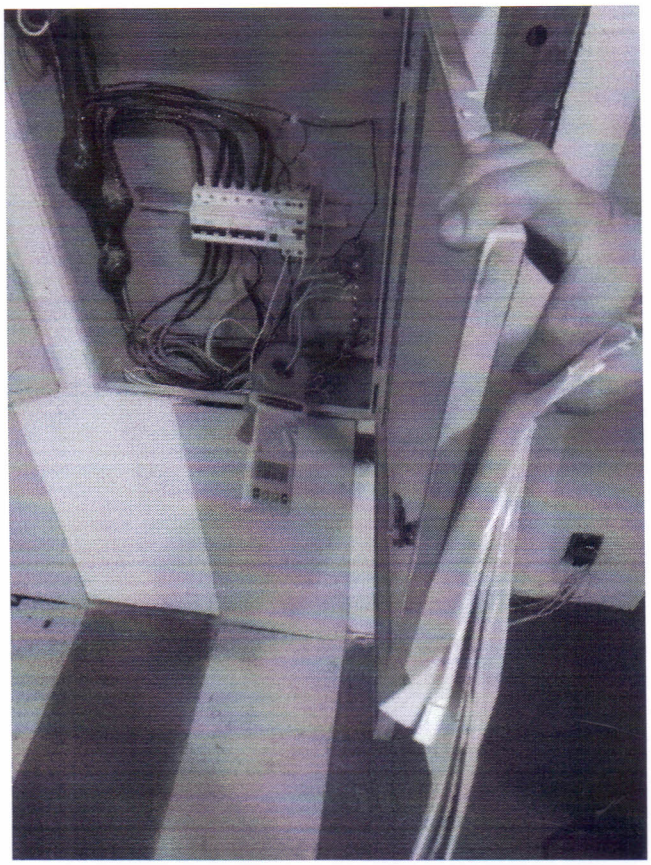

Figura 26 - Quadro 716 de alimentação do circuito do elevador "M"

Figura 27 - Valor medido de resistência ohmico do Quadro 716 do elevador "M"

6. Referências

NBR 5410: - Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

NBR 5419: - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro, 2005.

Guia " O setor Eletrico de Normas Brasileiras" – NBR 5419 – Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas" – Autor : Jobson Modena

SOUZA, André Nunes de et al. SPDA Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas Teoria, Prática e Legislação. São Paulo: Érica, 2014.

TERMOTÉCNICA, Indústria e Comércio Ltda. Apostila Orientativa Sobre SPDA. Belo Horizonte, 2001.

7. Responsabilidade do Relatório

Belo Horizonte, 04 de Maio de 2016

Avaliador: Engenheiro Eletricista - Elson Patrício - CREA: 85214D

Rubrica: _____ Data: 04/05/2016