

MEMORIAL DESCRITIVO

PROJETO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

CORUMBÁ - MS

Tribunal Regional do Trabalho da 24ª Região
CNPJ: 37.115.409/0001-63

Engº Gustavo dos Santos Pires
CREA 14.949/D – MS
GAMA G P INSTALAÇÕES ELÉTRICAS LTDA
CNPJ: 16.628.266/0001-13

SETEMBRO DE 2018

1. OBJETIVO

Este memorial descritivo tem como objetivo detalhar o projeto sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) da estrutura metálica de cobertura do estacionamento do TRT, comarca de Corumbá, localizada na Rua Alameda Joaquim Alcides Pereira, Dom Bosco, Corumbá - MS.

Para atender todas as necessidades específicas do projeto (conforme solicitação do Cliente), e atendimento às normas vigentes, toda a estrutura foi analisada determinando seu nível de proteção.

Tais projetos foram efetuados seguindo as recomendações da NBR 5410 e NBR 5419-2015. Serão descritos em projeto todo o sistema necessário e os componentes do SPDA presentes nas estruturas solicitadas.

2. DOCUMENTAÇÃO

Consta neste projeto a seguinte documentação:

- ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE – ART;
- PROJETO SPDA – COBERTURA E DETALHES (PAPEL A0);
- LISTA DE MATERIAL;
- MEMORIAL DESCRITIVO.

3. CARACTERÍSTICAS:

O TRT está localizado em Corumbá – MS e o sistema de proteção de descargas atmosféricas (SPDA) contempla a estrutura metálica de cobertura do estacionamento. De acordo com a NBR 5419-2015, para determinar se o SPDA é necessário na estrutura, leva-se em consideração o risco de exposição a descargas atmosféricas, números de eventos perigosos, localização da estrutura, entre outros diversos fatores que serão analisados.

Através destas características observadas na estrutura metálica do estacionamento do TRT, pôde-se realizar o estudo que determina o risco de exposição da estrutura e a necessidade de um SPDA.

3.1 Risco de exposição e avaliação da necessidade de um SPDA

De acordo com a NBR-5419-2015, um SPDA projetado e instalado em conformidade não pode assegurar a proteção absoluta de uma estrutura. Entretanto, a aplicação desta norma reduz de forma significativa os riscos de danos devidos às descargas atmosféricas, como citado na Parte 1 desta mesma norma em seu item 8.

3.2 Dados de projeto

Em relação à estrutura, foi adotado o nível de proteção IV, e de acordo com o link fornecido pela norma já citada, http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng, a densidade de descargas atmosféricas para a terra no local da edificação é de 8,4 /km² ano.

Os cálculos se basearam somente na análise de risco R4 "Perda de valores econômicos", visto que a edificação não oferece risco à perda de vida humana (R1), perda de serviço público (R2) e não é considerado patrimônio cultural (R3).

Os cálculos para a demonstração matemática das medidas adotadas se encontram no Anexo I deste memorial.

3.3 Composição SPDA

No projeto do SPDA que será detalhado nesse memorial, corresponde a utilização da estrutura metálica de cobertura do estacionamento existente como captor e descida natural para o sistema de captação e descida de descargas atmosféricas, interligado a malha de aterramento. Tal escolha foi definida de acordo com os parâmetros e conveniência das estruturas.

Temos três subdivisões em um sistema de SPDA: subsistema de captadores, subsistema de condutores de descida e subsistema de aterramento. Através do nível de proteção definido, e

demonstrado pelo Anexo I, que o mesmo atende os parâmetros da norma, foram definidas quais as características destes subsistemas.

Segue abaixo uma tabela onde está descrita a classificação da cobertura do estacionamento do TRT Corumbá e suas características. Em seguida serão apresentadas as especificações por subsistema.

TABELA 01					
DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA	NÍVEL DE PROTEÇÃO DA ESTRUTURA	ÂNGULO DE PROTEÇÃO	ALTURA DA EDIFICAÇÃO	RAIO DE PROTEÇÃO	ESPAÇAMENTO ENTRE DESCIDAS
Cobertura estacionamento TRT Corumbá	IV	30°	5 m	60 m	7,5 m

3.3.1 Subsistema de captores

Neste projeto foi adotado um modelo de SPDA onde a captação é feita pela estrutura da cobertura do estacionamento, levando a denominação de captores naturais. Visto que a área de exposição metálica da estrutura é considerável e não apresentará nenhum dano sob descargas de tensões e correntes elevadas.

A região metálica das placas solares, presentes sobre a estrutura do estacionamento estarão conectadas por meio de cabo de cobre flexível e conector olhal nos captores naturais especificados acima.

3.3.2 Subsistema de condutores de descida

Devido à estrutura física de toda a cobertura do estacionamento e os pilares de sustentação ser metálico, o mesmo foi utilizado como descida natural deste subsistema. Não necessitando a criação de uma estrutura de descida não natural. Segundo a norma NBR 5419:2015, parte 3, a espessura mínima da chapa metálica permitida é de 2 mm², sendo assim as estruturas usadas como descidas naturais atendem os parâmetros estipulados.

De acordo com os projetos, civis e arquitetônicos, as descidas naturais correspondem aos pilares de sustentação da estrutura que foram alocados a cada 7 metros e meio de distância.

O subsistema de descida natural deve ser interligado por meio de cabo de cobre nu 35mm^2 e conector sapatinha ao subsistema de aterramento. A conexão deve ser aparente e acima do solo.

As conexões serão realizadas conforme os detalhes presentes em projeto. Também constam em projeto o modo de conexão entre as decidas e a malha de aterramento.

3.3.3 Subsistema de aterramento

Do ponto de vista da proteção contra descargas atmosféricas, um subsistema de aterramento único integrado à estrutura é preferível e adequado para todas as finalidades (ou seja, proteção contra o raio, sistemas de potência de baixa tensão e sistemas de sinal).

Para assegurar a dispersão da corrente de descarga atmosférica na terra sem causar sobretensões perigosas, o arranjo (apresentado no projeto) e as dimensões do subsistema de aterramento são mais importantes que o próprio valor da resistência de aterramento. Entretanto, recomenda-se, para o caso de eletrodos não naturais, uma resistência de aproximadamente $10\ \Omega$ em qualquer época do ano, como forma de reduzir os gradientes de potencial no solo e a probabilidade de centelhamento perigoso.

O sistema de aterramento proposto neste projeto é composto de cabo de cobre nú de bitola 50mm^2 percorrendo todo o comprimento da estrutura conforme projeto apresentado. Está conectada a fundação da estrutura de cobertura do estacionamento e a todos os demais subsistemas de aterramento, e a fim de produzir uma única malha de aterramento.

As conexões mecânicas embutidas no solo são feitas com conector grampo para aterramento. O cabo de cobre nu de 35mm^2 é conectado ao de 50mm^2 que percorre o comprimento da estrutura sendo conectada a fundação, conforme visto em projeto.

A interligação da malha de aterramento junto ao neutro da medição deve ser feita através de condutor de cobre nu ou aço cobreado, bitola mínima de 50mm^2 , nunca inferior a bitola do condutor de aterramento. A ligação de partes metálicas normalmente sem tensão (caixas de medição, proteção, TC, carcaça de equipamentos e estruturas metálicas como containers), ao sistema de aterramento, deve ser feita através de condutor de cobre nu ou de aço cobreado, bitola mínima 16mm^2 .

3.3.4 Conexões

O número de conexões nos condutores do SPDA deve ser reduzido ao mínimo. As conexões devem ser asseguradas por meio de conectores de compressão.

Salvo no caso de elementos naturais, os captosres e os condutores de descida devem ser firmemente fixados, de modo a impedir que esforços eletrodinâmicos, ou esforços mecânicos acidentais (por exemplo, vibração) possam causar sua ruptura ou desconexão.

3.3.5 Materiais

Os componentes do SPDA utilizados neste projeto estão referenciados pelas Tabelas 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 da NBR-5419:2015 Parte 3. Após a instalação devem apresentar condutividade elétrica e resistência à corrosão compatíveis com a aplicação.

3.4 Inspeções

As inspeções visam assegurar que o SPDA está conforme o projeto, que todos os componentes estão em bom estado e o valor da resistência esteja dentro dos parâmetros definidos por norma, portanto, uma inspeção visual do SPDA deve ser efetuada anualmente, a fim de manter estas características.

De acordo com o Anexo A, item A.1, da NBR-5419:2015 parte 2, através da consulta realizada no referido site (http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng), a densidade de descargas atmosféricas em Corumbá -MS é NG=8,4 km²/ano.

De acordo com o Anexo A, item A.2.1.1 da NBR-5419:2015 parte 2, para uma estrutura retangular isolada com comprimento L, largura W, e altura H em um solo plano, a área de exposição equivalente (AD) é dada por.

$$AD = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + \pi * (3 * H)^2$$

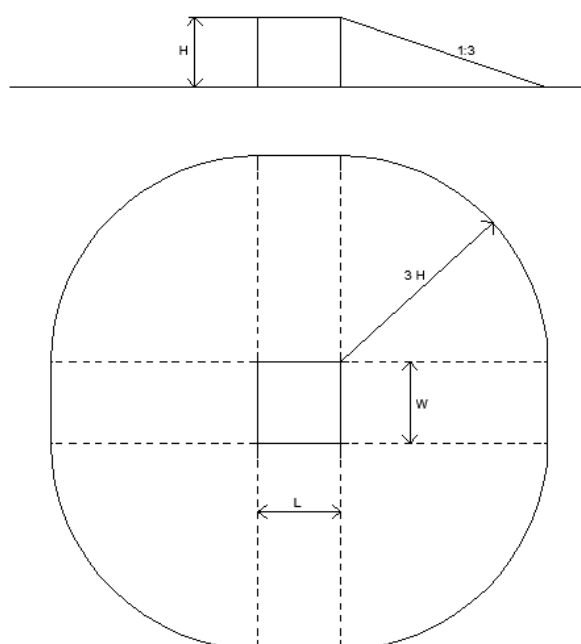


Figura 1 – Exemplo de estrutura retangular isolada

Desta forma, o estacionamento do TRT possui área de exposição como demonstra a equação a seguir:

$$AD = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + \pi * (3 * H)^2$$

$$AD = 2963,86 \text{ m}^2$$

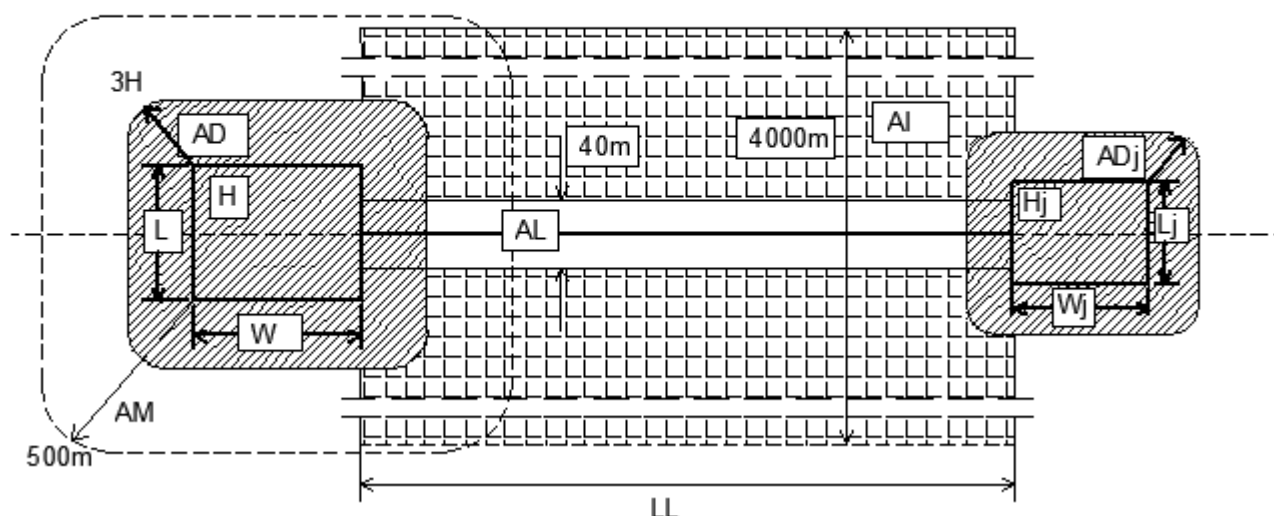


Figura 2 – Área de exposição equivalentes

RISCO DE PERDA DE VIDA HUMANA (R1)

Tal análise leva em consideração duas componentes de risco:

- Descarga direta na estrutura e próxima a ela;
- Descarga direta em uma linha conectada a estrutura e próxima a essa mesma linha.

COMPONENTE Ra: Componente de risco para ferimentos a seres vivos mediante descarga na estrutura

COMPONENTE DE RISCO PARA FERIMENTOS A SERES VIVOS (DESCARGA NA ESTRUTURA) (Ra)				
PARAMETROS DE ENTRADA	SÍMBOLO	COMENTÁRIO	VALOR	REFERÊNCIA
Número eventos perigosos para estrutura	Nd	-	0,006224106	Cálculo abaixo
Probabilidade de ferimentos de seres vivos por choque elétrico	Pa	-	1	Cálculo abaixo
Perda relacionada a ferimentos dos seres vivos por choque elétrico	La	-	1,25571E-05	Cálculo abaixo
Componente relativo a ferimentos	Ra	Nd x Pa x La	7,81566E-08	

NÚMERO EVENTOS PERIGOSOS PARA ESTRUTURA (Nd)				
PARAMETROS DE ENTRADA	SÍMBOLO	COMENTÁRIO	VALOR	REFERÊNCIA
Densidade de descargas atmosféricas para terra	Ng	-	8,4	Site NBR-5419
Área de exposição equivalente da estrutura	Ad	-	2963,86	-
Fator de localização da estrutura	Cd	Cercada por objetos mais altos	0,25	Tabela A.1
Númer de eventos perigosos para estrutura	Nd	$Cd \times Ad \times Ng \times 10^{-6}$	0,006224106	

PROBABILIDADE DE FERIMENTOS DE SERES VIVOS POR CHOQUE ELÉTRICO (Pa)				
PARAMETROS DE ENTRADA	SÍMBOLO	COMENTÁRIO	VALOR	REFERÊNCIA
Probabilidade descarga causar danos a seres vivos por tensão de passo	Pta	Nenhuma	1	Tabela B.1
Probabilidade de descarga causar danos físicos	Pb	Estrutura não protegida por SPDA	1	Tabela B.2
Probabilidade de ferimentos de seres vivos por choque elétrico	Pa	$Pta \times Pb$	1	

PERDA RELACIONADA A FERIMENTOS DOS SERES VIVOS POR CHOQUE ELÉTRICO (DESCARGA NA ESTRUTURA) (La)				
PARAMETROS DE ENTRADA	SÍMBOLO	COMENTÁRIO	VALOR	REFERÊNCIA
Fator de redução da perda de animais pelo tipo de solo	Rt	Concreto	0,01	Tabela C.3
Probabilidade de descarga causar danos físicos	Lt	Todos os tipos	0,1	Tabela C.2
Número de pessoas na zona	Nz	-	5	-
Número total de pessoas na estrutura	Nt	-	2	-
Tempo de exposição de pessoas na zona (h/ano)	Tz	-	44	-
Perda relacionada a ferimentos dos seres vivos por choque elétrico	La	$Rt \times Lt \times (Nz/Nt) \times (Tz/8760)$	1,25571E-05	

COMPONENTE Rb: Componente de risco para danos físicos mediante descarga na estrutura

COMPONENTE DE RISCO PARA DANOS FÍSICOS NA ESTRUTURA (DESCARGA NA ESTRUTURA) (Rb)				
PARAMETROS DE ENTRADA	SÍMBOLO	COMENTÁRIO	VALOR	REFERÊNCIA
Número eventos perigosos para estrutura	Nd	-	0,006224106	Cálculo acima
Probabilidade de descarga causar danos físicos	Pb	Estrutura não protegida por SPDA	1	Tabela B.2
Perda em uma estrutura relacionada a danos físicos	Lb	-	0	Cálculo abaixo
Componente relativo a danos físicos na estrutura	Rb	$Nd \times Pb \times Lb$	0	

PERDA EM UMA ESTRUTURA RELACIONADA A DANOS FÍSICOS (DESCARGA NA ESTRUTURA) (Lb)				
PARAMETROS DE ENTRADA	SÍMBOLO	COMENTÁRIO	VALOR	REFERÊNCIA
Fator de redução da perda devido a danos físicos por incêndio	Rp	Nenhuma providência	1	Tabela C.4
Fator de redução da perda devido a danos físicos por incêndio ou explosão	Rf	Nenhum	0	Tabela C.5
Fator de aumento da perda quando houver perigo especial	H _z	Sem perigo especial	1	Tabela C.6
Número típico de vítimas por danos físicos	Lf	Outros	0,01	Tabela C.2
Número de pessoas na zona	N _z	-	5	-
Número total de pessoas na estrutura	N _t	-	2	-
Tempo de exposição de pessoas na zona (h/ano)	T _z	-	44	-
Perda relacionada a danos físicos	Lb	$R_p \times R_f \times H_z \times L_f \times (N_z/N_t) \times (T_z/8760)$	0	

COMPONENTE Ru: Componente de risco para ferimentos a seres vivos mediante descarga na linha conectada

COMPONENTE DE RISCO PARA FERIMENTOS A SERES VIVOS (DESCARGA NA LINHA) (Ru)				
PARAMETROS DE ENTRADA	SÍMBOLO	COMENTÁRIO	VALOR	REFERÊNCIA
Número de eventos perigosos devido a descargas na linha	N _L	-	0	Cálculo abaixo
Número de eventos perigosos em uma estrutura adjacente	N _{DJ}	-	0	Cálculo abaixo
Probabilidade de ferimentos a seres vivos em descargas perto da linha	P _u	-	0	Cálculo abaixo
Perda relacionada a seres vivos através de descarga na linha	L _u	$R_t \times L_t \times (N_z/N_t) \times (T_z/8760)$	1,25571E-05	Cálculo acima
Componente relativo a ferimentos	R _u	$(N_L + N_{DJ}) \times P_u \times L_u$	0	

NÚMERO EVENTOS PERIGOSOS DEVIDO A DESCARGAS NA LINHA (NL)				
PARAMETROS DE ENTRADA	SÍMBOLO	COMENTÁRIO	VALOR	REFERÊNCIA
Densidade de descargas atmosféricas para terra	N_g	-	8,4	Site NBR-5419
Área de exposição equivalente em uma linha	A_L	-	0	-
Fator de instalação da linha	C_L	-		Tabela A.2
Fator ambiental da linha	C_e	-		Tabela A.4
Fator tipo de linha	C_t	-		Tabela A.3
Número de eventos perigosos devido a descargas na linha	N_L	$N_g \times A_L \times C_L \times C_e \times C_t \times 10^{-6}$	0	

NÚMERO DE EVENTOS PERIGOSOS EM UMA ESTRUTURA ADJACENTE (Ndj)				
PARAMETROS DE ENTRADA	SÍMBOLO	COMENTÁRIO	VALOR	REFERÊNCIA
Densidade de descargas atmosféricas para terra	N_g	-	8,4	Site NBR-5419
Área de exposição equivalente a estrutura adjacente	A_{DJ}	-	0	-
Fator de localização de estrutura adjacente	C_{DJ}	-	0	Tabela A.1
Fator tipo de linha	C_t	-		Tabela A.3
Número de eventos perigosos em uma estrutura adjacente	N_{DJ}	$N_g \times A_{dj} \times C_{dj} \times C_t \times 10^{-6}$	0	

PROBABILIDADE DE FERIMENTOS DE SERES VIVOS ATRAVÉS DE DESCARGA PERTO DA LINHA (P_u)				
PARAMETROS DE ENTRADA	SÍMBOLO	COMENTÁRIO	VALOR	REFERÊNCIA
Probabilidade de choque por meio de linha que adentra a estrutura	P_{TU}	-	0	Tabela B.6
Probabilidade em função do funcionamento de DPS	P_{EB}	-		Tabela B.7
Probabilidade de choque em função da tensão suportável do equipamento	P_{LD}	-		Tabela B.8
Fator da blindagem da linha	C_{LD}	-		Tabela B.4
Probabilidade de ferimentos de seres vivos através de descarga perto da linha	P_U	$P_{TU} \times P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$	0	

COMPONENTE Rb: Componente de risco para danos físicos mediante descarga na linha conectada

COMPONENTE DE RISCO PARA DANOS FÍSICOS A ESTRUTURA (DESCARGA NA LINHA) (Rv)				
PARAMETROS DE ENTRADA	SÍMBOLO	COMENTÁRIO	VALOR	REFERÊNCIA
Número de eventos perigosos devido a descargas na linha	N_L	-	0	Cálculo acima
Número de eventos perigosos em uma estrutura adjacente	N_{DJ}	-	0	Cálculo acima
Probabilidade de danos físicos a estrutura através de descarga perto a linha	P_v	-	0	Cálculo abaixo
Perda em uma estrutura devido a danos físicos através de descarga na linha	L_v	-	0	Cálculo acima
Componente relativo a danos físicos na estrutura	R_v	$(N_L + N_{DJ}) \times P_v \times L_v$	0	

PROBABILIDADE DE DANOS FÍSICOS A ESTRUTURA ATRAVÉS DE DESCARGA PERTO DA LINHA (P_v)				
PARAMETROS DE ENTRADA	SÍMBOLO	COMENTÁRIO	VALOR	REFERÊNCIA
Probabilidade em função do funcionamento de DPS	P_{EB}	Sem DPS	1	Tabela B.7
Probabilidade de choque em função da tensão suportável do equipamento	P_{LD}	-	0	Tabela B.8
Fator da blindagem da linha	C_{LD}	-	0	Tabela B.4
Probabilidade de danos físicos a estrutura através de descarga perto da linha	P_v	$P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$	0	

RESULTADO

RISCO DE PERDA DE VIDA HUMANA (R1)				
PARAMETROS DE ENTRADA	SÍMBOLO	COMENTÁRIO	VALOR	REFERÊNCIA
Componente relativo a ferimentos a seres vivos através de descarga na estrutura	R_a	$N_d \times P_a \times L_a$	7,81566E-08	Cálculo acima
Componente relativo a danos físicos na estrutura através de descarga na própria estrutura	R_b	$N_d \times P_b \times L_b$	0	Cálculo acima
Componente relativo a ferimentos a seres vivos através de descarga na linha	R_u	$(N_L + N_{DJ}) \times P_u \times L_u$	0	Cálculo acima
Componente relativo a danos físicos na estrutura através de descarga na linha	R_v	$(N_L + N_{DJ}) \times P_v \times L_v$	0	Cálculo acima
Risco de perda de vida humana	R_1	$R_a + R_b + R_u + R_v$	7,81566E-08	

De acordo com os cálculos realizados, o $R1$ (risco de perda de vida humana) é $7,81566 \cdot 10^{-8}$, e segundo a Tabela 4 da NBR5419-2015 parte 2, o Rt (risco tolerável) é 10^{-5} , dessa forma as condições propostas para o SPDA são aceitáveis, visto que $R1 < Rt$.