

ANEXO 04 - MEMORIAL DESCRITIVO

PROCESSO LICITATÓRIO - P02/23

PROCESSO ADM. Nº 11788/23

Elétrica/Rede Estruturada/SPDA

**Execução de obra remanescente para construção do
SER (Serviço Especializado em Reabilitação) na Estr. das
Olarias, 670 - Jardim Triangulo, Taboão da Serra - SP,
06775-005.**

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. NORMAS E ESPECIFICAÇÕES.....	1
3. ENTRADA DE SERVIÇO.....	1
4. RAMAL	
5. INFRAESTRUTURA ELÉTRICA.....	1
5.1. Cálculo de demandas.....	2
6. INFRAESTRUTURA DE REDE ESTRUTURADA.....	5
7. SPDA	
7.1. Sistema de Captação.....	5
7.2. Sistema de descidas.....	5
7.3. Sistema de aterramento.....	5
7.4. Cálculo	

1. INTRODUÇÃO

Este documento tem por objetivo descrever as instalações de elétrica, rede estruturada e SPDA a serem instaladas na Obra remanescente para construção do Serviço Especializado em Reabilitação (SER), no Jardim Triângulo.

2. NORMAS E ESPECIFICAÇÕES

- NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão.
- LIG_BT_2014: Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária de distribuição.
- NBR 14565: Procedimento Básico para Elaboração de Projetos de Cabeamento de Telecomunicações para Rede Interna Estruturada.
- EIA/TIA 568-B: Commercial Building Telecommunications Wiring Standard.
- EIA/TIA 569-A: Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces.
- 5419-2015: Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas

3. ENTRADA DE SERVIÇO

O fornecimento de energia elétrica será em tensão 220V, sistema trifásico, 60 Hz, fornecido pela ENEL. Derivando do poste próximo a entrada de energia.

4. RAMAL

O ramal deverá ser do tipo aérea, onde o cliente deixará pronto o poste de entrada.

5. INFRAESTRUTURA ELÉTRICA

Todas as instalações elétricas internas do prédio serão do tipo embutido em suas descidas, deverão ter infraestruturas no entre forro do tipo aparente, através de eletrodutos de PVC, perfilados perfurados e Eletrocalhas.

A interligação entre as duas estruturas se através de saídas laterais instalados em perfilados e eletrocalhas acima de forro, fazendo que com facilite as descidas dos cabos nos Eletrodutos embutidos.

Os pontos elétricos nas mesas, serão executadas pelo piso, colocando tomadas embaixo das mesas e a passagem dos cabos deverá ser divididas através de Eletroduto separados rede e elétrica e deverá ser previsto pela empresa responsável pelo móvel, a instalação de canaleta embaixo das mesas para instalação das tomadas.

Os quadros de distribuição serão do tipo embutido e deverão possuir disjuntores do tipo DIN e caixa moldada quando os cabos de alimentação forem maior que de #35mm².

Na instalação de cabos em Eletrodutos a soma das seções transversais dos cabos não deve ultrapassar a 40% da seção transversal do eletroduto e 50% para eletrocalhas, sendo que, os Eletrodutos entre caixas de passagens não deva ser superior a 30m.

Para relação de carga e demanda, deve verificar o projeto elétrico.

5.1. Calculo de demandas

Aqui será apresentado apenas as cargas do QDG-B1-1, pois é o quadro geral de alimentação do predio. O dimensionamento e especificação conforme normas LIG_BT da ENEL.

QDG-B1-1

Circuito	Descrição	Esquema	Tomadas (W)	Pot. total. (VA)	Pot. total. (W)
			11100		
QD-B1-TER-1	Quadro de distribuição - SER - Térreo - 1	3F+N+T		30410	26146
QD-B1-TER-2	Quadro de distribuição - SER - Térreo - 2	3F+N+T		11309	10322
QD-B1-TER-3	Quadro de distribuição - Chuveiros - Térreo	3F+N+T		43200	43200
QC-PISC-1	Quadro de Alimentação da Casa de Maquina	3F+N+T		13837	10518
78	Alimentação do Comando do Elevador	3F+T	1	13875	11100
79	Iluminação de Emergencia	F+N+T		870	870
QDG-B1-1P-1	Quadro Geral - 1PAV	3F+N+T		60577	57010
80	Reserva	F+N+T		0	0
81	Reserva	F+N+T		0	0
82	Reserva	F+N+T		0	0
QD-BOM-B1-1	Quadro de Alimentação - Bomba	3F+N+T		8216	5750
83	Iluminação - Externa	F+F		333	300
TOTAL			1	182628	165216

As demandas da LIG_BT foram inseridas no programa QI Eletrico afim de automatizar a demanda, ficando:

QDG-B1-1

Tipo de carga	Potência instalada (kVA)	Fator de demanda (%)	Demanda (kVA)
Bombas de Recalque	8.22	75.00	6.16
Chuveiros, ferros elétricos, aquecedores de água (Não residencial)	64.80	48.00	31.10
Iluminação e TUG's (Clínicas e hospitais)	68.30	34.64	23.66
Motores	13.88	100.00	13.88
Uso Específico	27.44	100.00	27.44
TOTAL			102.24

O ar condicionado não faz parte do escopo de fornecimento, porém estão sendo considerados cargas futuras e dimensionando o padrão de entrada para atendê-los futuramente, do qual deverão ser executados nos quadros para este serviço.

Portanto temos uma média de 41 aparelhos de ar condicionados, trabalhando, portanto, com demanda da companhia de energia para este número em 78%, portanto temos:

$$1,2 \text{ kVA} \times 35 \times 0,75 = 32,76 \text{ kVA ou}$$

Somando com a entrada atual do SER temos:

$$32,76 + 102,24 = 134,96 \text{ kVA}$$

Com a carga informada na demanda e conforme orientação da ENEL tabela IV, deverá ser utilizado disjuntor tripolar caixa moldada 350A e cabos e $2\text{Fx}3\#120\text{mm}^2 + 2\text{N}\#120\text{mm}^2 + 2\#70\text{mm}^2$ - 0,6/1kV - PVC

6. INFRAESTRUTURA DE REDE ESTRUTURADA

A rede será montada de forma embutida quando abaixo do forro e aparente no entre forro.

Todos pontos lógico localizado no projeto estão em alinhamento com o projeto elétrico, fazendo com que, cada ponto lógico tenha um ponto elétrico.

Em pontos indicados como Wifi (Acces Point), deverão ser previstos equipamentos para fornecimento de rede WiFi, contemplando todo os pavimentos do prédio onde estão localizados, não precisando de alimentação elétrica separada, pois os switch's deverão ter sistema PPOE.

Na instalação de cabos em eletrodutos, a soma das seções transversais dos cabos não deve ultrapassar a 40% da seção transversal do eletrodutos e 50% pra eletrocalhas, sendo que, os eletrodutos entre caixas de passagens não deve ser superior a 30m.

Os cabos de rede de comunicação, não podem ser passados juntos com os cabos de elétricas, sendo seu uso exclusivo.

Deverá ser instalado nos racks para comportar todos os equipamentos de rede estruturada e telefonia, switches, patch panel, Pabx (a critério do cliente), unidades de ventilação, tomadas e guias para os cabos.

Ver anexo 1 para mapa de Cabos da Rede estruturada.

7. SPDA

7.1. Sistema de Captação

O Sistema de captação é destinado a interceptar as descargas atmosféricas, sendo adotado para o prédio o sistema do tipo gaiola de Faraday. A cobertura será em telhas metálicas, onde deverão ser utilizadas como captores naturais.

7.2. Sistema de descidas

O sistema de descida é destinado a conduzir a corrente de descargas atmosféricas desde o sistema captor até ao sistema de malha de aterramento.

As descidas serão executadas com internamento, na estrutura de pilares e paredes, através de vergalhões lisos galvanizados e amarrados junto ao estrutural do predio.

7.3. Sistema de aterramento

Do ponto de vista da proteção contra o raio, um subsistema de aterramento único integrado à estrutura é preferível e adequado para todas as finalidades.

Para assegurar a dispersão da corrente de descarga atmosférica na terra sem causar sobretensões perigosas, o arranjo e as dimensões do subsistema de aterramento são mais importantes que o próprio valor da resistência do aterramento.

As descidas dentro dos pilares e paredes deverão ser interligadas ao anel de aterramento e interligando também a uma caixa de equalização, fazendo com que, o aterramento SPDA e dos circuitos elétricos serão equalizados todo e um único sistema de aterramento, não podendo assim fazer aterramento separadamente, pois o solo não é um isolante, fazendo com que, em uma eventual descarga e os mesmos não estiverem equalizados, piora os efeitos de formação de

gradientes de potenciais perigosos no solo, levando a gerar falhas em equipamentos e instalação, isso porque, a compatibilidade eletromagnética de equipamentos é comprometida quando as malhas estão desconectadas entre si.

7.4. Cálculo

Para estudo de proteção, este memorial demonstrará a análise de risco R1 e R2 e a análise apenas do maior prédio no caso Bloco 1, sendo esta análise suficiente para dimensionamento do SPDA.

Dados da edificação

Altura (m)	Largura (m)	Comprimento (m)
8.75 m	16.94 m	45.27 m

A área de exposição equivalente (A_d) corresponde à área do plano da estrutura prolongada em todas as direções, de modo a levar em conta sua altura. Os limites da área de exposição equivalente estão afastados do perímetro da estrutura por uma distância correspondente à altura da estrutura no ponto considerado.

$$A_d = 6140.54 \text{ m}^2$$

Dados do projeto

Classificação da estrutura

Nível de proteção: III

Densidade de descargas atmosféricas

Densidade de descargas atmosféricas para a terra: $11.24/\text{km}^2 \times \text{ano}$

Definições padrão NBR 5419/2015 em referência ao nível de proteção

Com o nível de proteção definido, a NBR 5419/2015 apresenta as características do SPDA a serem adotadas no projeto:

Largura máxima da malha (método Gaiola de Faraday) = 15 m

Raio da esfera rolante (método Eletrogeométrico) = 45 m

Risco de perda de vida humana (R1) - Padrão

Os resultados para risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes) levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e próximo desta, e descargas em uma linha conectada à estrutura e próximo desta.

Componente Ra (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura e fora, nas zonas até 3m ao redor dos condutores de descidas.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$11.24/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$3.45 \times 10^{-2}/\text{ano}$

Pa (probabilidade de uma descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico)

Pta (Probabilidade de uma descarga a uma estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque e de passo)	1×10^{-2}
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1×10^{-1}
$Pa = Pta \times Pb$	1×10^{-3}

La (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1×10^{-2}
Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160

nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano

$La = rt \times Lt \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	1×10^{-4}
---	--------------------

$$Ra = Nd \times Pa \times La$$

$$Ra = 3.45 \times 10^{-9} / \text{ano}$$

Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$11.24 / \text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$3.45 \times 10^{-2} / \text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1×10^{-1}

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-2}
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	2
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$Lb = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	1×10^{-4}

$$R_b = N_d \times P_b \times L_b$$

$$R_b = 3.45 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

Componente Ru (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura.

AI (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
AI = 40 x LI	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	11.24/km ² x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	4.5x10 ⁻² /ano	4.5x10 ⁻² /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	0/ano	0/ano

Ptu (Probabilidade de uma estrutura em uma linha que adentre a estrutura causar choques a seres vivos devidos a tensões de toque perigosas)	0.01
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.05

Pu (probabilidade de uma descarga em uma linha causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pu = Ptu \times Peb \times Pld \times Cld$	5×10^{-4}	5×10^{-4}

Lu (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1×10^{-2}
Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$Lu = rt \times Lt \times (nz / nt) \times (tz / 8760)$	1×10^{-4}

$$Ru = Ru.E + Ru.T$$

$$Ru = [(NI.E + Ndj.E) \times Pu.E \times Lu] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pu.T \times Lu]$$

$$Ru = 4.5 \times 10^{-9} / \text{ano}$$

Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na

estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

AI (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
AI = 40 x LI	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	11.24/km ² x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	4.5x10 ⁻² /ano	4.5x10 ⁻² /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	0/ano	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.05	

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
PId (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1

Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$P_v = P_{eb} \times P_{ld} \times C_{ld}$	5×10^{-2}	5×10^{-2}

L_v (valores de perda na zona considerada)

r_p (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
r_f (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-2}
h_z (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	2
L_f (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
n_z (Número de pessoas na zona considerada)	160
n_t (Número total de pessoas na estrutura)	160
t_z (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$L_v = r_p \times r_f \times h_z \times L_f \times (n_z/n_t) \times (t_z/8760)$	1×10^{-4}

$$R_v = R_{v.E} + R_{v.T}$$

$$R_v = [(N_{I.E} + N_{dj.E}) \times P_{v.E} \times L_v] + [(N_{I.T} + N_{dj.T}) \times P_{v.T} \times L_v]$$

$$R_v = 4.5 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

Resultado de R1

O risco R1 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R_1 = R_a + R_b + R_u + R_v$$

$$R_1 = 8.03 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

Risco de perdas de serviço ao público (R2) - Padrão

Os resultados para risco de perda de serviço ao público levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e próximo desta, e descargas em uma linha conectada à estrutura e próximo desta.

Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a danos físicos, causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$11.24/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$3.45 \times 10^{-2}/\text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1×10^{-1}

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-2}
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lb = rp \times rf \times Lf \times (nz/nt)$	5×10^{-4}

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Rb = 1.73 \times 10^{-6}/\text{ano}$$

Componente Rc (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras

estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$11.24/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$3.45 \times 10^{-2}/\text{ano}$

Pc (probabilidade de uma descarga na estrutura causar falha a sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5×10^{-2}	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pc.E = Pspd.E \times Cld.E$, $Pc.T = Pspd.T \times Cld.T$	5×10^{-2}	1
$Pc = 1 - [(1 - Pc.E) \times (1 - Pc.T)]$	1	

Lc (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lc = Lo \times (nz/nt)$	1×10^{-2}

$$Rc = Nd \times Pc \times Lc$$

$$Rc = 3.45 \times 10^{-4}/\text{ano}$$

Componente Rm (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da estrutura)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por pulsos eletromagnéticos devido às descargas atmosféricas. Perdas de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida

humana.

Nm (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da estrutura)

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	11.24/km ² x ano
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	838333.32 m ²
Nm = Ng x Am x 10 ⁻⁶	9.42/ano

Pm (probabilidade de uma descarga perto da estrutura causar falha de sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5x10 ⁻²	1
Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura)	1	1
Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura)	1	1
Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno)	1	1
Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)	1	1
Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)	1	1
Pms = (Ks1 x Ks2 x Ks3 x Ks4) ²	1	1
Pm.E = Pspd.E x Pms.E, Pm.T = Pspd.T x Pms.T	5x10 ⁻²	1
Pm = 1 – [(1 – Pm.E) x (1 – Pm.T)]	1	

Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻²
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
Lm = Lo x (nz/nt)	1x10 ⁻²

$$Rm = Nm \times Pm \times Lm$$

$$Rm = 9.42 \times 10^{-2} / \text{ano}$$

Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas, geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura), devido à corrente da descarga atmosférica transmitida, ou ao longo das linhas.

AI (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
AI = 40 x LI	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	11.24/km ² x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	4.5x10 ⁻² /ano	4.5x10 ⁻² /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	0/ano	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.05	

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$P_v = P_{eb} \times P_{ld} \times C_{ld}$	5×10^{-2}	5×10^{-2}

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-2}
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$L_v = r_p \times r_f \times L_f \times (nz/nt)$	5×10^{-4}

$$R_v = R_{v.E} + R_{v.T}$$

$$R_v = [(Nl.E + Ndj.E) \times P_{v.E} \times L_v] + [(Nl.T + Ndj.T) \times P_{v.T} \times L_v]$$

$$R_v = 2.25 \times 10^{-6}/\text{ano}$$

Componente Rw (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
AI = 40 x LI	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	11.24/km ² x ano	

NI (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	4.5x10 ⁻² /ano	4.5x10 ⁻² /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	0/ano	0/ano

Pw (probabilidade de uma descarga em uma linha causar falha a sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5x10 ⁻²	1
Plid (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pw = Pspd x Plid x Cld	5x10 ⁻²	1

Lw (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lw = Lo \times (nz/nt)$	1×10^{-2}

$$Rw = Rw.E + Rw.T$$

$$Rw = [(NI.E + Ndj.E) \times Pw.E \times Lw] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pw.T \times Lw]$$

$$Rw = 4.72 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

Componente Rz (risco de falha dos sistemas internos causado por descargas perto da linha)

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda da vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

Ai (área de exposição equivalente de descargas para a terra perto da linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$Ai = 4000 \times LI$	4000000 m ²	4000000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	11.24/km ² x ano	

Ni (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas perto da linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1

$Ni = Ng \times Ai \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	4.5/ano	4.5/ano
--	---------	---------

Pz (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada à estrutura causar falha de sistemas internos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	5×10^{-2}	1
Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)	1	1
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)	1	1
$Pz = Pspd \times Pli \times Cli$	5×10^{-2}	1

Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lz = Lo \times (nz/nt)$	1×10^{-2}

$$Rz = Rz.E + Rz.T$$

$$Rz = (Ni.E \times Pz.E \times Lz) + (Ni.T \times Pz.T \times Lz)$$

$$Rz = 4.72 \times 10^{-2} / \text{ano}$$

Resultado de R2

O risco R2 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R2 = Rb + Rc + Rm + Rv + Rw + Rz$$

$$R2 = 1.42 \times 10^{-1} / \text{ano}$$

Avaliação final do risco - Estrutura

O risco é um valor relativo a uma provável perda anual média. Para cada tipo de perda que possa ocorrer na estrutura, o risco resultante deve ser avaliado. O risco para a estrutura é a soma dos riscos relevantes de todas as zonas da estrutura; em cada zona, o risco é a soma de todos os componentes de risco relevantes na zona.

Zona	R1	R2	R3	R4
Estrutura	0.08026×10^{-5}	142.25×10^{-3}	0	142.27×10^{-3}

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

R1: risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes)

$$R1 = 0.08026 \times 10^{-5} / \text{ano}$$

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a NBR5419/2015, pois $R \leq 10^{-5}$

R2: risco de perdas de serviço ao público

$$R2 = 142.25 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

Status: A instalação de um sistema de SPDA é necessária, segundo a norma NBR5419/2015, pois $R > 10^{-3}$

Taboão da Serra, 25 de Maio de 2023

Engº Guilherme P. Alberto
CREA/SP 5069696688