

MEMORIAL DE CÁLCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES

End: RUA WALDEMAR MASCARENHAS, S/N - GOVERNADOR MANGABEIRA - BA.

Ocupação: ESCOLA (E-1)

Risco: Baixo

Número de hidrantes: 24

Proprietário: IFBA - CAMPUS GOVERNADOR MANGABEIRA.

Resp Técnico: HAMILTON DA SILVA COELHO FILHO

CREA: 5062758202

Sistema tipo: 2

Ø mangueira (mm):

40

$C_{mang} = 140$

Tubo: aço galvanizado

$C_{tubo} = 120$

Esguicho regulável DN 40

Trecho	Vazão lpm	P _{válvula} mca	Perda de carga (tubulação)						elevação m	v (m/s)	P _{montante} mca
			D (mm)	L _{real}	L _{virtual}	L _{total}	J _{unit}	J _{total}			
H14-A	150,00	30,01	65	149,54	37,80	187,34	0,014	2,54	4,97	0,753	37,52
H8-A	151,40	30,58	65	126,72	43,10	169,82	0,014	2,34	4,60	0,760	37,52
A-BI	151,20	37,52	65	36,33	17,60	53,93	0,014	0,74	0,00	0,759	38,26
BI-RI	151,20	38,26	65	1,50	19,40	20,90	0,014	0,29	3,00	0,759	41,55

Bomba de Incêndio e RTI

H_{man} = **41,55** mca

Reserva Técnica de Incêndio

Vazão = **151,20** l/min (9,1 m³/h)

(X) elevado

Volume: 25,0 m³

Pot = **2,79** cv

() subterrâneo

() ao nível do solo

aço galv. C = 120

cobre C = 150



ENG.º HAMILTON DA SILVA COELHO FILHO

CREA: 5062758202

Responsável Técnico

M E M O R I A L D E S C R I T I V O

PROJETO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO

Resp. Técnico: Arq. Antônio Sergio Cruz Teixeira – CAU: A22159-7
Endereço: Rua Waldemar Mascarenhas s/nº, Portão – Governador Mangabeira
- Bahia



Este Memorial tem como objetivo descrever os sistemas de prevenção a incêndio e pânico do do INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO CNPJ nº 10.724.903/0011-40, sito Rua Waldemar Mascarenhas, s/nº Governador Mangabeira, CEP: 44.350-000, Bahia, promovendo aos ocupantes da Edificação um nível adequado de segurança contra incêndio e prevenção ao pânico em caso de sinistro.

O enquadramento legal será feito de acordo com a lei de Incêndio nº 12.929/2013 e o Decreto Estadual nº 16.302 de 27/08/ 2015, que estabelece as normas de proteção contra incêndio e pânico, As Instruções Técnicas (IT) do Corpo de Bombeiros da Bahia combinado no que cabe com as Normas Técnicas da Associação Brasileiras de Normas Técnicas (ABNT) abaixo:

- ✓ Constituição Federal, Art. 144, §5º;
- ✓ Constituição Estadual, Art. 148, inciso II;
- ✓ Lei de Incêndio da Bahia nº 16.302 de 27/08/2015;
- ✓ NBR 5.419/2015 – Sistema Proteção Contra Descargas Atmosféricas;
- ✓ Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros da Bahia.

Antonio Sergio 

1 – DA EDIFICAÇÃO E ÁREAS DE RISCO:

- ✓ Proprietário: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO.

Atividade Principal: 85.41-4-00

Atividade Secundária: 85.32-5-00

Natureza Jurídica: 110-4 – Autarquia Federal

- ✓ Projetista: Antônio Sergio Cruz Teixeira.

- ✓ Tipo de edificação: *Edificação Existente.*

- ✓ Classificação: *EDUCAÇÃO E CULTURA FÍSICA – E-1 (RISCO PEQUENO)*

- ✓ Risco: 300 MJ/m². (conforme IT-14/2017)

- ✓ Capacidade Extintora: 2A20BC conforme NBR 12.693/2013

- ✓ Endereço: Rua Waldemar Mascarenhas s/nº, Governador Mangabeira - Bahia

- ✓ Área total construída: 14.902,16 m² (código-W).

- ✓ Área do maior Pavimento: 2.880,51 m² (código-Q) – Bloco Multidisciplinar.

- ✓ Área do menor Pavimento: 16,29 m² (código-P)

- ✓ Área total do terreno: 260.967,49 m²

- ✓ Número de Pavimentos: 02

- ✓ Números de Blocos: 15

- ✓ Altura da edificação: 3,57m - Baixa Altura - Código O

- ✓ Característica do imóvel:

Estrutura: Concreto pré-moldado,

Divisão Interna: Alvenaria de blocos

Cobertura: Telhas Fibrocimento

Pisos: Alta resistência

Esquadrias: Alumínio e Vidro.

Forro: Concreto/Gesso.

Garagens: Estacionamento descoberto

Antônio Sergio 

EDIFICAÇÕES

01 – GUARITA	16,29 m ²
02 – SUBESTAÇÃO OU CABINE PRIMÁRIA	33,23 m ²
03 – BLOCO ADMINISTRATIVO: Pav. Térreo = 481,41 m ²	
Pav. Sup. = <u>411,88 m²</u>	
	893,29 m ²
04 – BLOCO MULTIDISCIPLINAR	2.880,51 m ²
05 – BLOCO DE AULA: Pav. Térreo = 488,55 m ²	
Pav. Sup. = <u>488,55 m²</u>	
	977,10 m ²
06 – BLOCO PEDAGÓGICO Pav. Térreo = 488,55 m ²	
Pav. Sup. = <u>488,55 m²</u>	
	977,10 m ²
07 – BLOCO GARAGEM Pav. Térreo = 337,36 m ²	
Pav. Sup. = <u>68,25 m²</u>	
	405,61 m ²
08 – BLOCO ALMOXARIFADO	249,03 m ²
09 – BLOCO PESQUISA E EXTENÇÃO	234,96 m ²
10 – BLOCO AGROPECUÁRIO	1.896,70 m ²
11 – ESTACIONAMENTO	284,58 m ²
12 – BLOCO LABORATÓRIO PROPEDEUTICO	975,16 m ²
13 – QUADRA 1 - COBERTA	1.312,10 m ²
14 – BLOCO DESATIVADO 01	1.883,25 m ²
15 – BLOCO DESATIVADO 02	<u>1.883,25 m²</u>
ÁREA TOTAL PROJETO	14.902,16 m ²

NUMERO DE VAGAS DE ESTACIONAMENTO	18 VAGAS
NUMERO DE VAGAS PNE	02 VAGAS
NUMERO DE VAGAS IDOSO	<u>00 VAGAS</u>
TOTAL NUMERO DE VAGAS	20 VAGAS

Antonio Sergio 

MEDIDAS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO- Dec. 16.302/15

ANEXO ÚNICO Tabela 1- Tabela 6E		
Grupo: E	Ocupação/Uso: Educacional e Cultura Física	Divisão: E-1
Área construída: 14.902,16 m²		
Altura: 3,57m		
Medidas de Segurança Contra Incêndio e Pânico - PT		
X	Acesso de Viatura na Edificação	(IT nº 06/2016)
-	Separação entre edificações	(IT nº 07/2016)
X	Segurança Estrutural contra Incêndio	(IT nº 08/2016)
	Compartimentação horizontal (Áreas)	(IT nº 09/2016)
-	Compartimentação vertical	(IT nº 09/2016)
X	Controle de Materiais de Acabamento	(IT nº 10/2016)
X	Saídas de Emergência	(IT nº 11/2016)
-	Elevador de Emergência (Item 5.9)	(IT nº 11/2016)
-	Controle de Fumaça	(IT nº 15/2016)
-	Plano de Emergência	(IT nº 16/2016)
X	Brigada de Incêndio	(IT nº 17/2016)
X	Iluminação de Emergência	(IT nº 18/2017)
	Deteção de Incêndio	(IT nº 19/2017)
X	Alarme de Incêndio	(IT nº 19/2017)
X	Sinalização de Emergência	(IT nº 20/2017)
X	Extintores	(IT nº 21/2017)
X	Hidrantes e Mangotinhos	(IT nº 22/2016)
-	Chuveiros Automáticos	(IT nº 23-24/2016)
-	Sistema de Resfriamento	(IT nº)
-	Sistema de Espuma	(IT nº)
-	Sistema fixo de gases limpos e CO ²	(IT nº 26/2016)
X	SPDA	(Decreto 16.302/15)
X	Central de Gás	(IT nº 28/2017)
NOTA		

MEDIDAS DE SEGURANÇA ADOTADA NO PROJETO

X	Acesso de viatura do Corpo de Bombeiros
X	Separação entre edificações
X	Segurança Estrutural contra Incêndio
X	Controle de Material de Acabamento
X	Saídas de Emergência
X	Brigada de incêndio
X	Iluminação de Emergência
X	Alarme de Incêndio
X	Sinalização de Emergência
X	Extintores
X	Hidrantes
X	SPDA – Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas

3 - DO ACESSO VIATURA (IT-06)

3.1 - Acesso ao imóvel pela via pública – Rua Waldemar Magalhães s/nº.

3.1.1 – Largura mínima da **via 6.00m**

3.1.2 – Suportar viaturas com peso de 25 ton. distribuídas em dois eixos.

3.1.3 – Altura livre mínima de **4,50m**.

Antonio Sergio

4 - DA SEPARAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES (IT-07)

As edificações com área construída menor que 750,00m², (01- Guarira; 07 – Bloco Gagagem; 08 – Bloco Almoxarifado; 09 – Bloco Pesquisa e Extensão e 11 – Estacionamento) não cobertas pôr hidrantes estão atendendo ao afastamento máximo conforme Tabela 3 – **Ver ANEXO “SEPARAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES”**

5 - SEGURANÇA ESTRUTURAL CONTRA INCÊNDIO (NBR 14.432)

Para esta medida fora aplicada os critérios da NBR 14.432, com o intuito de estabelecer as condições a serem atendidas pelos elementos estruturais e de compartimentação que integram as edificações, quanto aos Tempos Requeridos de Resistência ao Fogo (TRRF), para que, em situação de incêndio, seja evitado o colapso estrutural por tempo suficiente para possibilitar a saída segura das pessoas e o acesso para as operações do Corpo de Bombeiros.

5.1. Descrição de sistema

Conforme os critérios estabelecidos pelo anexo A da norma aplicada o tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF) dos elementos estruturais e de compartimentação da edificação em questão é de 60 (sessenta) minutos.

As principais paredes desta edificação serão em alvenaria de tijolos cerâmicos de 8 furos e pelo anexo B esta parede resiste a 2 horas. Existem também paredes de gesso acartonado, com lâ de vidro, sendo então exigido que as mesmas atendam aos critérios da tabela do anexo C, sendo elas de 10cm acabadas, deverão ser do tipo 98/48/600/ 2 ST 12,5 - 2 ST 12,5, alcançando a resistência de 2 horas.

O dimensionamento dos elementos estruturais em situação de incêndio da edificação em questão deverá atender os critérios das NBR's 14323/99, 15200/04 e NBR 5628/01.

6 - CONTROLE DE MATERIAIS DE ACABAMENTO (IT-10):

PISO – CONCRETO/REVESTIMENTO CERÂMICO – CLASSE I
PAREDE EXTERNA – BLOCO EM ALVENARIA – CLASSE II-A
TETO – LAJE EM CONCRETO ARMADO – CLASSE I
FORRO – CONCRETO/GESSO/DRYWALL.

7 - DA SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA IT -20 E (NBR 13434- 2/2004 (FOTOLUMINESCENTE)

A sinalização de segurança contra incêndio e pânico está instalada de acordo a NBR 13434-2da ABNT de 2004 para meio de alerta contra incêndio, a fim de que a sinalização e indicações específicas que facilitem as operações de combate a incêndio e fuga.

Toda sinalização visual terá cores padronizadas podendo ser utilizado o branco fotoluminescente para fundo e o verde ou vermelho (sempre fotoluminescentes) para as margens de advertência, devendo quando indicar saídas de emergência serem dotadas de iluminação artificial própria e autônoma.

A sinalização dos equipamentos de combate a incêndio será vertical, com setas, círculos ou faixas, em coluna ou no solo.

Antonio Sergio

Além destes, obrigatoriamente onde houver riscos de acidentes como subestações, painéis de energia elétrica, geradores, bombas elétricas, conjunto moto-bomba, etc., que deverão dispor de sinalização adequada para o perigo de manuseio e funcionamento dos mesmos.

O Sistema de Sinalização de Segurança Contra Incêndio e Pânico foi projetado para cumprir duas funções básicas distintas definidas a seguir:

- Reduzir o risco de incêndio alertando para os riscos potenciais, requerendo ações que contribuam para a segurança contra incêndio e proibindo ações capazes de afetar o nível de segurança.
- Garantir que sejam adotadas ações adequadas à situações de risco, que orientem as ações de combate e facilitem a localização dos equipamentos e das rotas de saídas para escape, no caso de incêndio.

Toda sinalização visual deverá ter cores padronizadas, podendo ser utilizadas o branco fotoluminescente para o fundo e o verde para as mensagens de advertência.

Figura 04: Tamanho das placas de sinalização



Figura 01: Placas de sinalização de Segurança Contra Incêndio e Pânico

As placas devem ser instaladas de acordo com os modelos e demais observações da NBR 1434-2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

7.1 - SINALIZAÇÃO DE EQUIPAMENTO DE COMBATE A INCÊNDIO (NBR 13.434: 2001 – PARTE 1/2/3/4)

A Sinalização de Equipamento de Combate a Incêndio tem como função indicar a localização e os tipos de equipamentos de combate a incêndios disponíveis. Instalada acima do equipamento, com afastamento mínimo de 0,10 m e máximo de 1,0 m. Caso a visualização direta do equipamento não seja possível, a localização do mesmo deverá ser complementada por sinalização adicional. Esta sinalização deverá incluir um quadro com o símbolo do equipamento em questão e uma seta indicativa, conforme NBR 13.435:1995.

A Sinalização de Equipamento de Combate a Incêndio terá forma quadrada ou retangular, fundo na cor vermelha, símbolo (cor de contraste) fotoluminescente, margem (opcional) fotoluminescente.

Para esta medida fora aplicada atendendo os critérios da IT 20/2017, com o intuito de estabelecer as características mínimas exigíveis para as funções a que se destina o sistema de sinalização de emergência a ser instalado nas edificações.

Sinalização de Emergência tem como finalidade reduzir o risco de ocorrência de incêndio, alertando para os riscos existentes e garantir que sejam adotadas as ações

Antonio Sergio

adequadas à situação de risco, que orientem as ações de combate e facilidade a locação dos equipamentos e das rotas de saída para abandono seguro da edificação em caso de incêndio.

A sinalização de emergência faz uso de símbolos, mensagens e cores, definidos nesta instrução técnica, que devem ser alocados convenientemente no interior da edificação e áreas de risco conforme pode ser visto no quadro de representações simbólicas abaixo.

1. Sinalizações Básicas (vide planta)

I. Proibição.

Visa proibir e coibir ações capazes de conduzir ao início do incêndio ou ao seu agravamento.

II. Alerta.

Visa alertar para áreas e materiais com potencial de risco de incêndio, explosão, choques elétricos e contaminação por produtos perigosos.

III. Orientação de Salvamento.

Visa indicar as rotas de saídas e ações necessárias para o seu acesso e uso. **IV. Equipamentos.**

Visa indicar a locação e os tipos de equipamentos de combate a incêndio e alarme Disponível no local.

7.1.1. DIMENSÕES DE PLACAS E DISTÂNCIAS MÁXIMAS DE VISIBILIDADE

Neste aspecto, trabalhamos com placas retangulares de indicação de saída de emergência (Código IT-2012 e 13), placas retangulares de saída de emergência (Código17) e placas retangulares de indicação de rota de fuga (Código28), placas quadradas de extintores de incêndio (Código23), e placas quadradas de abrigo de mangueira e hidrantes (Código25), todas dimensionadas a partir da tabela 01 na NBR, que consta abaixo da lista de placas utilizadas.

Placas de Código - (S1), de acordo com IT-20 terão largura (L) referente a 2,0 vezes da altura (H). Trabalhamos com distâncias máximas de visibilidade de 6 e 8 metros. Os tamanhos de placa utilizados, respectivamente foram de: 205x105xmm e 260x130mm.



Placas de Código- (S2), de acordo com IT-20 terão largura (L) referente a 2,0 vezes da altura (H). Trabalhamos com distâncias máximas de visibilidade de 6 e 8 metros. Os tamanhos de placa utilizados, respectivamente foram de: 205x105xmm e 260x130mm.



Placas de Código- (S3), de acordo com IT-20 terão largura (L) referente a 2,0 vezes da altura (H). Trabalhamos com distâncias máximas de visibilidade de 6 e 8 metros. Os tamanhos de placa utilizados, respectivamente foram de: 205x105xmm e 260x130mm.



Antonio Sergio

Placas de Código– (S8), de acordo com IT-20 terão largura (L) referente a 2,0 vezes da altura (H). Trabalhamos com distâncias máximas de visibilidade de 6 e 8 metros. Os tamanhos de placa utilizados, respectivamente foram de: 205x105xmm e 260x130mm.



Placas de Código – (S10), de acordo com IT-20 terão largura (L) referente a 2,0 vezes da altura (H). Trabalhamos com distâncias máximas de visibilidade de 6 e 8 metros. Os tamanhos de placa utilizados, respectivamente foram de: 205x105xmm e 260x130mm.



Placas de Código– (S12), de acordo com IT-20 terão largura (L) referente a 2,0 vezes da altura (H). Trabalhamos com distâncias máximas de visibilidade de 6 e 8 metros. Os tamanhos de placa utilizados, respectivamente foram de: 205x105xmm e 260x130mm.



Placas de Código – (C1), de acordo com IT-20: 200x70mm.

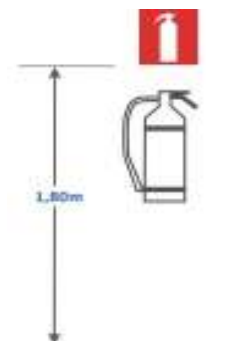


Placas de Código (E1-E2-E5-E8), de acordo com IT-20 terão largura (L) igual a altura (H). Trabalhamos com distância máxima de visibilidade de 8m, para indicar onde se localizam os extintores.

Os tamanhos da placa utilizadas respectivamente foram: 200x200mm.



Considerações sobre a implantação da sinalização de extintores:



Para a instalação dos extintores portáteis, devem ser observadas as seguintes exigências: As placas de sinalização de extintores devem ficar a 1,8m do piso.

Quando forem fixados em paredes ou colunas, os suportes devem resistir a três vezes a massa total do extintor;

Para extintores portáteis fixados em parede, devem ser observadas as seguintes alturas de montagem:

- i. a posição da alça de manuseio não deve exceder 1,60m do piso acabado;
- ii. a parte inferior deve guardar distância de, no mínimo, 0,20m do piso acabado.

Os extintores portáteis não devem ficar em contato direto com o piso.

Nas áreas industriais e depósitos, deve ser pintada de vermelho, com bordas amarelas, uma área de piso sob o extintor, a fim de evitar que seu acesso seja obstruído. Esta área deve ter, no mínimo, as seguintes dimensões:

- i. área pintada de vermelho: 0,70mx0,70 m;
- ii. bordas amarelas: 0,15m de largura. Os extintores devem ser instalados de maneira que:
 - a) Haja menor probabilidade de o fogo bloquear seu acesso;
 - b) Seja visível, para que todos os usuários fiquem familiarizados com sua localização;
 - c) Permaneça protegido contra intempéries e danos físicos em potencial;
 - d) Não fique obstruído por pilhas de mercadorias, matérias-primas ou qualquer outro material;
 - e) Esteja junto ao acesso dos riscos;
 - f) Sua remoção não seja dificultada por suporte, base, abrigo, etc.
 - g) Não fique instalado em escadas.

Placas de Código (P4-S17), de acordo com IT-20 terão largura (L) igual a altura (H).

Trabalhamos com distância máxima de visibilidade de 4 m, para indicar onde se localizam os extintores.

10^o

DESCRIÇÃO DA SINALIZAÇÕES:

ANEXO A

Formas geométricas e dimensões para a sinalização de emergência

Tabela A-1: Formas geométricas e dimensões das placas de sinalização





Sinal	Forma geométrica	Cota (mm)	Distância máxima de visibilidade (m)											
			4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28	30
Proibição		D	101	151	202	252	303	353	404	454	505	606	706	757
Alerta		L	136	204	272	340	408	476	544	612	680	816	951	1019
Orientação, salvamento e equipamentos		L	89	134	179	224	268	313	358	402	447	537	626	671
		H (L=2,0H)	63	95	126	158	190	221	253	285	316	379	443	474

FIGURA 02 – SINALIZAÇÕES DE EMERGÊNCIAS

Antonio Sergio

QUANTITATIVO SINALIZAÇÃO ORIENTAÇÃO E SALVAMENTO								
PAV / SINALIZ.	S1	S2	S3	S8	S9	S10	S12	S17
TÉRREO/1º PAV	23	23	13	4	1	0	62	8
TOTAIS	23	23	13	4	1	0	62	8

QUANTITATIVO SINALIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS							
PAV / SINALIZ.	P4	E1	E2	E3	E5	E8	M1
TÉRREO/1º PAV	0	16	16	1	112	19	11
TOTAIS	0	16	16	1	112	19	11



FIGURA 03 – SINALIZAÇÕES DE EMERGÊNCIAS

8 - DA ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA (NBR-10898/2013)

O Edifício deverá dispor de unidades autônomas de emergência, instalada de acordo com o projeto.

As unidades deverão ser modelo IE-16 da DYNALUX com as seguintes características:

- Tempo de autonomia de 1 horas com 1 lâmpada e 3,5 horas com lâmpadas;
- Lâmpadas LED de 15W de 12”;
- Circuito de proteção contra sobrecarga para maior durabilidade da bateria e das lâmpadas;
- Tensão bi volt AC 110/220V;
- Indicador de nível de carga (LOW/HIGH);
- Indicador de bateria em recarga(CHARGE);
- Interruptor para teste das lâmpadas.
- Nível de iluminamento: 5 Luiz.

Altura do ponto de luz em relação ao piso - m	Intensidade máxima do ponto de luz - cd	Iluminação ao nível do piso - cd/m ²
2m		

Tipos de luminárias	Blocos Autônomos
Tipos de lâmpada	LED de 15W
Potência em watts	15W
Tensão, em volts	220V
Fluxo	5 LUX
Ângulo de dispersão	
Vida útil do elemento	
De acordo com itens 4.7.2, 4.7.5 e Tabela 1 da NBR 10898/1999 da ABNT	

Deve assegurar o mínimo de proteção de acordo com a NBR6146, de forma a ter resistência contra impacto de água, sem causar danos mecânicos nem o desprendimento da luminária.

O sistema de iluminação de emergência deve:

- a) Permitir o controle visual das áreas a serem abandonadas permitindo a localização de pessoas impedidas de se locomoverem.
- b) Sinalizar as saídas de emergência, para facilitar a saída no momento do abandono do local.

O tempo de funcionamento do sistema de iluminação de emergência deve garantir a segurança pessoal e patrimonial de todos aqueles que estejam na área, até o restabelecimento da iluminação normal, ou até que outras medidas de segurança sejam tomadas.



FIGURA 04: LUMINÁRIA DE ACLARAMENTO

QUANTITATIVO ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA	
TÉRREO/1º PAV	222
TOTAIS	220

Será utilizado também nos Galpões maiores Refletores duplos em Led com 600lumens.



FIGURA 05: REFLETORES DUPLOS

QUANTITATIVO REFLETORES

QUANTITATIVO REFLETOR DE EMERGÊNCIA	
TÉRREO/1º PAV	4
TOTAIS	4

Antonio Sergio

9 - ACIONADORES MANUAIS:

Constitui-se num dispositivo destinado a transmitir informação de um princípio de incêndio, quando acionado pelo elemento humano, informação esta que pode ser **sonora** e/ou **visual**.

Deverão ser instalados conforme as orientações abaixo:

- a) em locais de maior probabilidade de trânsito de pessoas em caso de emergência, tais como:
corredores, átrios, saídas de emergência etc;
- b) a uma altura entre 0,90 e 1,35 metros do piso;
- c) ser equipamento obrigatório quando da existência de alarmes automáticos;
- d) e, a distância máxima a ser percorrida por uma pessoa em qualquer ponto da área protegida até o acionador manual mais próximo não deverá ser **superior a 30,00 metros**.

Este sistema de alarme manual funcionará **interligado a uma central de alarme, utilizará avisador sonoro e sinalização visual**.



GFE-MCPE-A

Figura 05: Acionador

Os acionadores manuais modelo GFE-MCPE-A são endereçáveis do tipo empurre e puxe pra baixo. Quando acionado será resetado (destravado) com o auxílio de uma chave.

O GFE-MCPE-A, é uma botoeira de ativação manual analógica endereçável, desenvolvida e construída em conformidade com a norma EN54 parte 11, compatível com todas as centrais endereçáveis GFE. Através de um mecanismo de comunicação otimizado, o tempo de resposta em alarme é aproximadamente de 1 segundo, dependente do número de botoeiras ligadas no laço. Existe também uma opção com isolador de laço incorporado.

Um LED bicolor lampeja a verde, quando interrogado pela central e fica fixo na cor Vermelha quando em alarme. O comando para o LED ficar ativo na cor Vermelha é efetuado pela central como resposta à

ativação da botoeira, confirmando assim que a central recebeu a ativação de alarme.

O endereçamento individual é atribuído através de um interruptor de 8 vias, até ao endereço 125. A unidade é fornecida com uma proteção basculante, de modo a eliminar acionamentos acidentais e evitar ativações maliciosas, já que são necessárias duas ações para acionar o dispositivo.

Antonio Sergio

Esta botoeira pode ser montada à superfície ou embebida e é facilmente reposta através de uma chave fornecida com o dispositivo.

10 - AVISADORES ÁUDIO-VISUAIS



VALKYRIE AS

Figura 06: Avisador Sonoro

A VALKYRIE AS é um sinalizador endereçável audiovisual de montagem em parede com baixo consumo. Podem ser endereçadas individualmente 32 sinalizadores por laço que podem utilizar a gama de endereços do 94 ao 125. O endereçamento é efetuado nos interruptores 1 a 5 no DIL switch de 8 bits. Estão disponíveis 4 tons diferentes que são selecionados nos interruptores 6 e 7 do referido DIL switch.

Quando não é necessário o controlo por endereço individual, a VALKYRIE AS pode ser configurada como sirene "Sombra", neste caso não ocupará endereço no laço libertando, portanto, endereços para outros dispositivos. Sinalizadores em modo "Sombra" não enviam informação para a central, logo a sua presença no laço não é monitorizada. No entanto retiram corrente elétrica do laço (4,1mA em alarme) e devem ser incluídas no cálculo de carga do laço.

11 - DOS APARELHOS EXTINTORES (NBR-12693/2013) – IT 21:

Determinação das classes de incêndio, envolvidas na edificação:

Devido à grande presença de equipamentos elétricos energizados (máquinas, equipamentos eletrônicos e outros), entende-se que será possível um surgimento de um princípio de incêndio **CLASSE C** na maioria das áreas (Operação, Telemática, CPD, Salas, Subestação) no empreendimento, utilizaremos os extintores de **CO₂ – 6kg**.

Para a presença de material combustível sólido, tais como: papeis, compensado, tecidos, entre outros, entende-se que será possível um surgimento de um princípio de incêndio **CLASSE A** nas seguintes áreas (RH, Consultório, Ambulatórios, Lanchonete, Pç. de Alimentação, Depósito) no empreendimento, utilizaremos os extintores de **Água – 10 lt**.

Para a presença de material combustível inflamável entende-se que será possível um surgimento de um princípio de incêndio **CLASSE B** em algumas áreas do empreendimento utilizaremos o extintor de **PQS de 6 kg**.

Para o extintor **CLASSE BC** será utilizado o pó a base de Bicarbonato de sódio [NaHCO₃].

Para o extintor **CLASSE ABC** será utilizado o pó químico Fosfato de monoamônio [NH₄H₂PO₄].

Antonio Sergio

Área protegida por cada unidade extintora:

Como a edificação é classificada como de **RISCO BAIXO**– Cada unidade extintora protegerá no máximo 270,00 m².

Determinação da distância máxima a ser percorrida até uma unidade extintora:

A tabela 1 da IT 21 fixa a distância máxima a ser percorrida até a unidade extintora em **25 metros**.

Portanto será adotada a distância máxima de **25 metros** a ser percorrida até a unidade extintora.

Observação na instalação do aparelho extintor:

Os extintores estão colocados de modo que não fiquem bloqueados pelo fogo, os mesmos serão colocados de modo que a sua alça de manuseio não fique acima de 1,60 m em relação ao piso acabado (conforme detalhado na planta).

Os extintores serão inspecionados no mínimo a cada 6 meses. E sua manutenção será feita respeitando o que estabelece as Normas Técnicas da ABNT.

De acordo com o item 5.1.4 da NBR 13.434/2001, parte 1, a sinalização de equipamentos de combate a incêndio deverá estar a 1,80m medida do piso acabado a base da sinalização e imediatamente acima do equipamento sinalizado, a distância máxima de visibilidade será de 20 m de acordo com a tabela 1 da NBR 13.434/2001, parte 2, a placa de sinalização será quadrada de cor de fundo vermelha, desenho do símbolo fotoluminescente e as dimensões mínimas de acordo com a figura e nota na planta.

Os extintores com capacidade para 6kg e 10kg cilindro, fabricado em aço carbono sem costura, tratado e pintado contra oxidação, na cor vermelho.

Os extintores acima mencionados deverão ser aprovados pela ABNT de acordo com a Norma EB-149.

Serão de fabricação BUCKA SPIERO, APAG ou similar.

A sinalização dos extintores deverão atender aos requisitos do item 7 deste memorial (Sinalização de Emergência);

Os extintores portáteis deverão ser afixados em locais com boa visibilidade e acesso desimpedido;

Os extintores portáteis deverão ser afixados de maneira que nenhuma de suas partes fique acima de 1,60 metros do piso acabado.

QUANTITATIVO EXTINTORES					
TIPO	H2O 10lt	PÓ 4kg	CO2 6kg	PÓ ABC4kg	PÓ 80BC
TÉRREO/1º PAV	24	24	17	41	1
TOTAIS	24	24	17	41	1

12 - DA SAÍDA DE EMERGÊNCIA IT-11 E (NBR-9077/2001)

Quanto à ocupação: *EDUCACIONAL – E-1*

Quanto à altura (piso a piso):

E-1– Edificações térreas (Código K)

Quanto às características construtivas: Mediana resistência ao fogo (Código Y).

Área do maior pavimento (térreo): - Bloco Multidisciplinar

E-1 – 2.880,51 m² - Grande Pavimento (Código Q).

Número de saídas:

E-1 – 12

Escada: NE – Não Enclausurada.

Antonio Sergio

12.1-DO CÁLCULO DE DIMENSIONAMENTO DA SAÍDA DE EMERGÊNCIA:

1.Dimensionamento das saídas de emergência (IT-11).

1.1 Largura das saídas

1.1.1 A largura das saídas deve ser dimensionada em função do número de pessoas que por elas deva transitar, observados os seguintes critérios:

- a) os acessos são dimensionados em função dos pavimentos que servirem à população;
- b) as escadas, rampas e descargas são dimensionadas em função do pavimento de maior população, o qual determina as larguras mínimas para os lanços correspondentes aos demais pavimentos, considerando-se o sentido da saída.

1.1.2 A largura das saídas, isto é, dos acessos, escadas, descargas, e outros, é dada pela seguinte fórmula:

$$N = P/C$$

Onde:

N = número de unidades de passagem, arredondado para número inteiro.

P = população, conforme coeficiente da Tabela 5 do Anexo e critérios das seções 4.3 e 4.4.1.1

C = capacidade da unidade de passagem, conforme Tabela 5 do Anexo

Logo:

Conforme IT 11/2016 do CBMBA:

ANEXO A – TABELA 1:

E-1: População = 1 pessoa por 1,5 m² de área.

Capacidade de Unidade de Descarga (UP):

Acesso/descargas = 100 - Escadas/rampas = 75 - Portas=100

EDIFICAÇÕES

03 – BLOCO ADMINISTRATIVO

Classificação Edificação NBR 9077:

Tabela 2 – Quanto à altura (pisos a piso): Edificações baixa (Código L)

Tabela 3 – Quanto a dimensões:

Área do maior pavimento (1º Pav.) = 481,41 m²

$\alpha = S_p < 750 \text{ m}^2$ (Código P) = Pequeno pavimento

Área Edificação = 893,29 m²

$\gamma = 750 \text{ m}^2 \leq S_t < 1500 \text{ m}^2$ (Código U) = Edificações médias

Tabela 4 – Características construtivas: Mediana resistência ao fogo (Código Y).

Tipo de Escada: Anexo C – Tabela 3

Escada: NE – Não Enclausurada.

Antonio Sergio

1 – ACESSOS e PORTAS – PAV. TÉRREO:

Área Construída (maior pavimento) = 481,41m²

$$N = P/C$$

Onde $P = 481,41/1,5\text{m}^2 \Rightarrow P = 320,94 \Rightarrow P = 321$ pessoas aproximadamente.

Cálculo da Unidade de passagem mínima:

Para $C=100$

$N = 321/100 \Rightarrow N = 3,21$ majora-se para 4UP \Rightarrow Logo teremos: $0,55 \times 4 = 2,20$ m;

Este Pavimento apresenta varias salas onde cada 6 Sala possui Portas medindo 1,05m totalizando **5,25m**

Obs: Para o Labotarório e Sala EAD a capacidade máxima das mesmas deverão ser de 50 alunos, conforme Planta 04/18

2 – ESCADA e RAMPAS

Classificação Ed. Altura – $h = 3,20\text{m}$ - Edificações baixas (Código L)

Número de saídas: 2 – 01 (Escada) e 01 (Rampa)

Escada: NE – Não Enclausurada.

Área do pavimento 1º Pavimento

E-1 – 411,88 m² - Pequeno Pavimento (Código P).

$$N = P/C$$

Onde: $P = 411,88/1,5\text{m}^2 \Rightarrow P = 274,59 \Rightarrow P = 275$ pessoas aproximadamente.

Cálculo da Unidade de passagem mínima:

$C=75$

$N = 275 / 75 \Rightarrow N = 3,66$ majora-se para 4 UP \Rightarrow Logo teremos: $0,55 \times 4 = 2,20\text{m}$.

Temos na edificação Escada = 1,44m e Rampa = 1,20m totalizando = **2,64m**

Formula de Blondel - **$63 \text{ cm} \leq (2h + b) \leq 64\text{cm}$**

Escada: $h = 17$

$B = 30$

$$2h + b = 2 \times 17 + 30 \Rightarrow \boxed{2h + b = 64\text{cm}}$$

04 – BLOCO MULTIDISPLINAR

Classificação Edificação NBR 9077:

Tabela 2 – Quanto à altura (pisos a pisos): Edificações térrea (Código K)

Tabela 3 – Quanto a dimensões:

Área do maior pavimento = 2.880,51 m²

$\alpha = S_p \geq 750 \text{ m}^2$ (Codigo Q) = Grande pavimento

Área Edificação = 2.880,51 m²

$\gamma = 1500 \text{ m}^2 \leq S_t < 5000 \text{ m}^2$ (Codigo V) = Edificações grandes

Tabela 4 – Características construtivas: Mediana resistência ao fogo (Código Y).

Antonio Sergio

1 – ACESSOS e PORTAS – PAV. TÉRREO:

Pôr este Bloco ser térreo com varias salas e vãos livres adotaremos o calculo para as maiores áreas.

4.1 - Cozinha Insustrial = 135,13 m²

$$N = P/C$$

Onde $P = 135,13/1,5m^2 \Rightarrow P = 91,02 \Rightarrow P = 92$ pessoas aproximadamente.
 $C=100$.

Cálculo da Unidade de passagem mínima:

$N = 92/100 \Rightarrow N = 0,92$ majora-se para 1UP \Rightarrow Logo teremos: $0,55 \times 1 = 0,55$ m;
 $C=100$

De acordo com o item 5.4.2 a largura mínima de saída de emergência no pavimento de descarga é de 1,10m

Largura existente conforme Planta 05/18 é de **1,50m**

4.2 – Refeitório = 292,82 m²

$$N = P/C$$

Onde $P = 292,82/1,5m^2 \Rightarrow P = 195,21 \Rightarrow P = 196$ pessoas aproximadamente.

Cálculo da Unidade de passagem mínima:

$$C=100$$

$N = 196/100 \Rightarrow N = 1,92$ majora-se para 2UP \Rightarrow Logo teremos: $0,55 \times 2 = 1,10$ m;

Largura existente conforme Planta 05/18 é de $2 \times 2,00m =$ **4,00m**

4.3 – Área de Convivência = 99,60 m²

$$N = P/C$$

Onde $P = 99,60/1,5m^2 \Rightarrow P = 66,40 \Rightarrow P = 67$ pessoas aproximadamente.

Cálculo da Unidade de passagem mínima:

$$C=100$$

$N = 67/100 \Rightarrow N = 0,67$ majora-se para 1UP \Rightarrow Logo teremos: $0,55 \times 1 = 0,55$ m;

Conforme o item 5.5.4.3 alinea “a” da referida IT que estabelece **80cm** como **1 unidade de passagem**.

Largura existente conforme Planta 05/18 é de **2,00m**

4.4 – Área de Convivência = 129,62 m²

$$N = P/C$$

Onde $P = 129,62/1,5m^2 \Rightarrow P = 86,41 \Rightarrow P = 87$ pessoas aproximadamente.

Cálculo da Unidade de passagem mínima:

$$C=100$$

$N = 87/100 \Rightarrow N = 0,87$ majora-se para 1UP \Rightarrow Logo teremos: $0,55 \times 1 = 0,55$ m;

Conforme o item 5.5.4.3 alinea “a” da referida IT que estabelece **80cm** como **1 unidade de passagem**.

Largura existente conforme Planta 05/18 é de **2,00m**

Antonio Sergio

05 – BLOCO COM AULA

06 – BLOCO PEDAGÓGICO

Classificação Edificação NBR 9077:

Tabela 2 – Quanto à altura (pisos a pisos): Edificações baixas (Código L)

Tabela 3 – Quanto a dimensões:

Área do maior pavimento = iguais (Pav, Térreo e 1º Pav.) = 488,55 m²

$\alpha = S_p < 750 \text{ m}^2$ (Código P) = Pequeno pavimento

Área Edificação = 977,10 m²

$\gamma = 750 \text{ m}^2 \leq S_t < 1500 \text{ m}^2$ (Código U) = Edificações médias

Tabela 4 – Características construtivas: Mediana resistência ao fogo (Código Y).

Tipo de Escada: Anexo C – Tabela 3

Escada: NE – Não Enclausurada.

1 – ACESSOS e PORTAS – PAV. TÉRREO:

Área Construída (maior pavimento) = 488,55m²

$N = P/C$

Onde $P = 488,55/1,5\text{m}^2 \Rightarrow P = 325,7 \Rightarrow P = 335$ pessoas aproximadamente.

Cálculo da Unidade de passagem mínima:

Para $C=100$

$N = 325/100 \Rightarrow N = 3,25$ majora-se para 4UP \Rightarrow Logo teremos: $0,55 \times 4 = 2,20 \text{ m}$;

A edificação possui 02 saídas uma com 2,00m e outra com 1,50 totalizando **3,50m**
Conforme Plantas 06/18 e 07/18.

3 – ESCADA e RAMPAS

Classificação Ed. Altura – $h = 3,20\text{m}$ - Edificações baixas (Código L)

Número de saídas: 2 – 01 (Escada) e 01 (Rampa)

Escada: NE – Não Enclausurada.

Área do pavimento 1º Pavimento

$E-1 - 488,55 \text{ m}^2$ - Pequeno Pavimento (Código P).

$N = P/C$

Onde: $P = 488,55/1,5\text{m}^2 \Rightarrow P = 325,70 \Rightarrow P = 326$ pessoas aproximadamente.

Cálculo da Unidade de passagem mínima:

$C=75$

$N = 326 / 75 \Rightarrow N = 4,35$ majora-se para 5 UP \Rightarrow Logo teremos: $0,55 \times 5 = 2,75\text{m}$.

Temos na edificação Escada = **1,50m**

Antonio Sérgio

O item 5.4.2 da referida IT estabelece que a largura mínima para acessos, descargas e escadas, deva ser no mínimo, de duas unidades de passagem, para atender ao pavimento e a população ali existente, temos 01 (uma) escada Não Enclausurada com 1,50 m **conforme medido em planta baixa**, como a largura da escada existente é menor que o calculado faz necessário efetuar o **cálculo inverso** para determinar a população máxima afim de atender a largura da escada existente de 1,50 m.

$$N = P/C$$

N = Numero de unidades de passagem arredondando para numero inteiro imediatamente superior.

P = População, conforme coeficiente da Tabela 1 (Anexo “A”), e critérios das seções 5.3 e 5.4.1.1.

C = Capacidade da unidade de passagem conforme da Tabela 1 (Anexo “A”) = 75

Onde $N = 1 \text{ UP} = 0,55 \text{ cm} \Rightarrow 0,55 \times N = 1 \times 1,50 \Rightarrow N = 1,50/0,55 \Rightarrow N = 2,73 \text{ UP}$.

$$NUP = 1,50 \text{ cm} \Rightarrow P = N \times C \Rightarrow P = 2,73 \times 75 \Rightarrow P = 204,75 \text{ pessoas}$$

Logo a população máxima para o 1º Pavimento será de no máximo **175 pessoas**

Formula de Blondel - $63 \text{ cm} \leq (2h + b) \leq 64 \text{ cm}$

Escada: $h = 17$

$$B = 30$$

$$2h + b = 2 \times 17 + 30 \Rightarrow \boxed{2h + b = 64 \text{ cm}}$$

07 – BLOCO GARAGEM

Classificação Edificação NBR 9077:

Tabela 2 – Quanto à altura (pisos a pisos): Edificações baixa (Código L)

Tabela 3 – Quanto a dimensões:

Área do maior pavimento = iguais (Pav, Térreo e 1º Pav.) = 337,36 m²

$\alpha = Sp < 750 \text{ m}^2$ (Codigo P) = Pequeno pavimento

Área Edificação = 405,61 m²

$\alpha = Sp < 750 \text{ m}^2$ (Codigo P) = Pequeno pavimento

Tabela 4 – Características construtivas: Mediana resistência ao fogo (Código Y).

Tipo de Escada: Anexo C – Tabela 3

Escada: NE – Não Enclausurada.

1 – ACESSOS e PORTAS – PAV. TÉRREO:

Área Construída (maior pavimento) = 337,36m²

$$N = P/C$$

Onde $P = 337,36/1,5 \text{ m}^2 \Rightarrow P = 224,90 \Rightarrow P = 225$ pessoas aproximadamente.

Cálculo da Unidade de passagem mínima:

Para $C=100$

$N = 225/100 \Rightarrow N = 2,25$ majora-se para 3UP \Rightarrow Logo teremos: $0,55 \times 3 = 1,65 \text{ m}$;

A edificação possui 01 saída com **5,11m** Conforme Prancha 08/18.

Antonio Sergio

4 – ESCADA e RAMPAS

Classificação Ed. Altura – $h = 3,20\text{m}$ - Edificações baixas (Código L)

Número de saídas: 2 – 01 (Escada) e 01 (Rampa)

Escada: NE – Não Enclausurada.

Área do pavimento Mezanino

$E-1 - 68,25 \text{ m}^2$ - Pequeno Pavimento (Código P).

$N = P/C$

Onde: $P = 68,25/1,5\text{m}^2 \Rightarrow P = 45,50 \Rightarrow P = 46$ pessoas aproximadamente.

Cálculo da Unidade de passagem mínima:

$C=75$

$N = 46 / 75 \Rightarrow N = 0,61$ majora-se para 1UP \Rightarrow Logo teremos: $0,55 \times 1 = 0,55\text{m}$.

Temos na edificação Escada = **1,23m**

08 – BLOCO ALMOXARIFADO

Classificação Edificação NBR 9077:

Tabela 2 – Quanto à altura (pisos a pisos): Edificações baixa (Código L)

Tabela 3 – Quanto a dimensões:

Área do maior pavimento = iguais (Pav, Térreo) = $249,03 \text{ m}^2$

$\alpha = S_p < 750 \text{ m}^2$ (Codigo P) = Pequeno pavimento

Área Edificação = $249,03 \text{ m}^2$

$\alpha = S_p < 750 \text{ m}^2$ (Codigo P) = Pequeno pavimento

Tabela 4 – Características construtivas: Mediana resistência ao fogo (Código Y).

OBS: Esta edificação possui todas as salas voltadas para o exterior da edificação
CONFORME Prancha 08/18

09 – BLOCO PESQUISA E EXTENSÃO

Classificação Edificação NBR 9077:

Tabela 2 – Quanto à altura (pisos a pisos): Edificações baixa (Código L)

Tabela 3 – Quanto a dimensões:

Área do maior pavimento = iguais (Pav, Térreo) = $234,96 \text{ m}^2$

$\alpha = S_p < 750 \text{ m}^2$ (Codigo P) = Pequeno pavimento

Área Edificação = $234,96 \text{ m}^2$

$\alpha = S_p < 750 \text{ m}^2$ (Codigo P) = Pequeno pavimento

Tabela 4 – Características construtivas: Mediana resistência ao fogo (Código Y).

OBS: Esta edificação possui todas as salas voltadas para o exterior da edificação
CONFORME Prancha 08/18

Antonio Sergio

10 – BLOCO AGROPECUÁRIO

Classificação Edificação NBR 9077:

Tabela 2 – Quanto à altura (pisos a pisos): Edificações baixa (Código L)

Tabela 3 – Quanto a dimensões:

Área do maior pavimento = iguais (Pav, Térreo) = 1.896,70 m²

$\alpha = Sp > 750 \text{ m}^2$ (Codigo Q) = grande pavimento

Área Edificação = 1.896,70 m²²

$\gamma = 1500 \text{ m}^2 \leq St < 5000 \text{ m}^2$ (Codigo V) = Edificações grandes

Tabela 4 – Características construtivas: Mediana resistência ao fogo (Código Y).

OBS: Esta edificação possui todas as salas voltadas para o exterior da edificação CONFORME Prancha 09/18

12 – BLOCO LABORATÓRIO PROPEDEÚTICA

Classificação Edificação NBR 9077:

Tabela 2 – Quanto à altura (pisos a pisos): Edificações baixa (Código L)

Tabela 3 – Quanto a dimensões:

Área do maior pavimento = iguais (Pav, Térreo) = 975,16 m²

$\alpha = Sp > 750 \text{ m}^2$ (Codigo Q) = grande pavimento

Área Edificação = 975,16 m²

$\gamma = 750 \text{ m}^2 \leq St < 1500 \text{ m}^2$ (Codigo U) = Edificações médias

Tabela 4 – Características construtivas: Mediana resistência ao fogo (Código Y).

OBS: Esta edificação possui todas as salas voltadas para o exterior da edificação CONFORME Prancha 10/18

13 – BLOCO DESATIVADO 01

14 – BLOCO DESATIVADO 02

Classificação Edificação NBR 9077:

Tabela 2 – Quanto à altura (pisos a pisos): Edificações baixa (Código L)

Tabela 3 – Quanto a dimensões:

Área do maior pavimento = iguais (Pav, Térreo) = 1.883,25 m²

$\alpha = Sp > 750 \text{ m}^2$ (Codigo Q) = grande pavimento

Área Edificação = 1.883,25 m²

$\gamma = 1500 \text{ m}^2 \leq St < 5000 \text{ m}^2$ (Codigo V) = Edificações grandes

Tabela 4 – Características construtivas: Mediana resistência ao fogo (Código Y).

OBS: Estas edificações estão desativadas CONFORME Prancha 11/18 e 12/18

Antonio Sergio

15 – QUADRA COBERTA

Classificação Edificação NBR 9077:

Tabela 2 – Quanto à altura (pisos a pisos): Edificações baixa (Código L)

Tabela 3 – Quanto a dimensões:

Área do maior pavimento = iguais (Pav, Térreo) = 1.312,10 m²

$\alpha = S_p > 750 \text{ m}^2$ (Código Q) = grande pavimento

Área Edificação = 1.312,10 m²

$\gamma = 750 \text{ m}^2 \leq S_t < 1500 \text{ m}^2$ (Código U) = Edificações médias

Tabela 4 – Características construtivas: Mediana resistência ao fogo (Código Y).

1 – ACESSOS e PORTAS – PAV. TÉRREO:

Área Construída (maior pavimento) = 1.312,10m²

$N = P/C$

Onde $P = 1.312,10/1,5 \text{ m}^2 \Rightarrow P = 874,73 \Rightarrow P = 875$ pessoas aproximadamente.

Cálculo da Unidade de passagem mínima:

Para $C=100$

$N = 875/100 \Rightarrow N = 8,75$ majora-se para 9UP \Rightarrow Logo teremos: $0,55 \times 9 = 4,95 \text{ m}$;

A Quadra possui 02 (duas) saídas com 1,85m e 02 (duas) saídas com 1,96 totalizando **7,62m** conforme Prancha 13/18

13 - DO SISTEMA DE PROTEÇÃO POR HIDRANTES IT-22 E (NBR-13714/2000).

Para a rede de hidrantes (conforme IT-22) adotaremos para *ESCOLA EM GERAL – EI* onde todo o sistema será abastecida pelo reservatório superior em estrutura metálica, com uma reserva técnica de 25 m³ conforme TABELA 3 da IT-22. O seu funcionamento será feito através de Sistema Moto bombas instaladas no interior da estrutura metálica. Foi projetado de acordo com a IT-22 acima mencionadas e dimensionadas para risco médio, ou seja:

- Hidrantes: Tipo 2
- Vazão no hidrante mais desfavorável: 125 L/min.
- Pressão do requinte do hidrante mais desfavorável: 15mca.
- Diâmetro do requinte do esguicho: 40mm.
- Diâmetro da mangueira, revestida de borracha: 40mm.
- Comprimento da mangueira: 2 lances de 15m para cada hidrante.

Os hidrantes terão saída de 65mm (2½”) de diâmetro, possuindo cada saída uma válvula ou registro, com engates do tipo utilizado pelo Corpo de Bombeiro local.

Os hidrantes foram distribuídos de maneira que qualquer ponto de risco a proteger esteja, no máximo, a 10m da ponta do esguicho, acoplados a não mais de 30m de mangueira. Consideramos a operação simultânea de duas linhas de mangueiras de 30m cada ligadas a hidrantes distintos ou não, também será utilizado na área externa hidrante com 4 lances de 15m para cada hidrante.

O sistema possui as seguintes características:

MEMORIAL DESCRITIVO IF BAIANO – GOVERNADOR MANGABEIRA

Canalização saindo do reservatório SUPERIOR.

Bomba de pressurização acionada pôr pressostato quando da abertura de algum hidrante.

Registro de passeio interligado a rede interna para uso do Corpo de Bombeiros.

Válvula de retenção, que direcionam o fluxo e mantém a pressão especificada.

ANEXO B

Cálculo Bombas elaborado pelo **Eng. Hamilton da Silva Coelho Filho** Responsável Técnico conforme **ART nº 28027230201263097** em anexo.

BOMBAS PARA HIDRANTES

MEMORIAL DE CALCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES											
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> End: RUA WALDEMAR MASCARENHAS, S/N - GOVERNADOR MANGABEIRA - BA. Risco: Baixo Número de hidrantes: 24 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Ocupação: ESCOLA (E-1) Proprietário: IFBA - CAMPUS GOVERNADOR MANGABEIRA. </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Resp Técnico: HAMILTON DA SILVA COELHO FILHO CREA: 5062758202 </div>											
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Sistema tipo: 2 Id mangueira (mm): 40 C_{resq} = 140 Tubo: aço galvanizado C_{resq} = 120 Esguicho regulável DN 40 </div>											
Trecho	Vazão lpm	P _{válvula} mca	D (mm)	Perda de carga (tubulação)					elevação m	v (m/s)	P _{montante} mca
H14-A	150,00	30,01	85	L _{resq}	L _{atual}	L _{resq}	J _{resq}	J _{atual}	4,97	0,753	37,52
H8-A	151,40	30,58	85	145,54	37,80	187,34	0,014	2,34	4,60	0,760	37,52
A-Bi	151,20	37,52	85	126,72	43,10	169,82	0,014	0,74	0,00	0,759	38,28
Bi-Ri	151,20	38,28	85	38,33	17,60	53,93	0,014	0,29	3,00	0,759	41,55

Bomba de Incêndio e RTI					
H _{resq} =	41,55	mca	Reserva Técnica de Incêndio		
Vazão =	151,20	l/min	(X)	elevado	Volume: 25,0 m³
Pot =	2,79	cv	()	subterrâneo	
			()	ao nível do solo	

aço galv. C = 120

cobre C = 150

ENG.º HAMILTON DA SILVA COELHO FILHO
CREA: 5062758202
Responsável Técnico

13.1 - DA RESERVA TÉCNICA DE INCÊNDIO:

Conforme tabela 03 da IT-22:

Tipo da RTI: INFERIOR.

Volumes da RTI(litros): 25.000 lts.

Volume total do reservatório:30.000lts.

13.2 - DAS MANGUEIRAS DE INCÊNDIO

O comprimento total das mangueiras que servem cada saída a um ponto de hidrante deve ser suficiente para vencer todos os desvios e obstáculos que existem o considerando também toda a influência que a ocupação final é capaz de exercer, não excedendo os limites estabelecidos na Tabela 1 da NBR-13714. Dessa forma serão utilizados 02 (dois) lances de mangueiras de 15m com diâmetro nominal DN(2^{1/2}").

TIPO	PRESSÃO MÁXIMA	CARACTERISTICAS	UTILIZAÇÃO
2	1,5kgf/cm²	Conforme NBR 11861	Industrial tipo II

Antonio Sergio

13.3.DOS ESGUICHOS

São dispositivos para lançamento de água através de mangueiras, sendo reguláveis, possibilitando a emissão do jato compacto ou neblina conforme norma NBR14870/02.

13.4.DOS ABRIGOS

Os abrigos devem ser duplos, em cor vermelha, possuindo apoio ou fixação própria, independente e da tubulação que abastece o hidrante.

No seu interior cada abrigo deve possuir os seguintes equipamentos, conforme projeto em anexo:

-02(duas) Linhas de Mangueiras de 15m (Diâmetro de 2^{1/2}");

-01(um) Esguicho Regulável (40mm de Diâmetro);

-02(duas) Chave de Mangueira Dupla.

Os abrigos terão forma paralelepipedal com as dimensões mínimas de 70cm de altura, 50 cm de largura e profundidade igual ou maior que 18cm. Cada abrigo deverá dispor de mangueiras de incêndio, esguicho de jato sólido ou regulável, conforme o risco, e chaves de mangueira.

13.5 - DA CANALIZAÇÃO PREVENTIVA:

A canalização preventiva contra incêndios será executada em tubos de ferro ou aço galvanizado, na cor vermelha, resistente a uma pressão mínima de 18kgf/cm² com diâmetro mínimo de 2^{1/2}" (63mm), tudo de acordo com as normas da ABNT.

Os materiais termoplásticos (Tipo CPVC), na forma de tubos e conexões, somente devem ser utilizados enterrados a 0,50 m e fora da projeção da planta da edificação satisfazendo a todos os requisitos de resistência à pressão interna e a esforços mecânicos necessários ao funcionamento da instalação atendendo ao item 5.11.6.11.

13.6 - DOS HIDRANTES DE RECALQUE:

Todos os sistemas devem ser dotados de dispositivo de recalque, consistindo em um prolongamento de mesmo diâmetro da tubulação principal, com diâmetro mínimo DN100 (3"), cujos engates são compatíveis ao utilizados pelo Corpo de Bombeiros local.

Será utilizada uma tubulação com diâmetro DN 63 (2^{1/2}").

Quando o dispositivo de recalque estiver situado no passeio, este deverá ser enterrado em caixa de alvenaria, com fundo permeável ou dreno, tampa articulada e requadro em ferro fundido, identificada pela palavra "INCÊNDIO", com dimensões de 0,40m x 0,60m, afastada a 0,50m da guia do passeio; a introdução tem que estar voltada para cima em ângulo de 45° e posicionada, no máximo, a 0,15m de profundidade em relação ao piso do passeio, conforme a figura 1; o volante de manobra da válvula deve estar situado a no máximo 0,50 m do nível do piso acabado. Tal válvula deve ser do tipo

Antonio Sergio

gaveta ou esfera, permitindo o fluxo de água nos dois sentidos, e instalada de forma a garantir seu adequado manuseio.

A localização do dispositivo de recalque deve prever e permitir a aproximação da viatura apropriada para o recalque da água, a partir do logradouro público, sem existir qualquer obstáculo que dependa de remoção para o livre acesso dos bombeiros.

14.CENTRAL DE GÁS (NBR-15523):

A Central de gás está localizado no pavimento térreo em uma área descoberta e devidamente ventilada, sendo o seu acesso realizado pôr área externa.

14.1 – REQUISITOS GERAIS PARA INSTALAÇÃO:

A localização dos recipientes permite acesso fácil e desimpedido a todos as válvulas e possui espaço suficiente para manutenção.

Os recipientes serão instalados em uma área que permite a circulação de ar e com os distanciamentos mínimos abaixo relacionados:

- a) 1,50 m de ralos;
- b) 3,00 m de fontes de ignição;
- c) 6,00 m de entrada de ar-condicionado e peças de ventilação;

O local da central será impermeabilizado e estão indicados nas Planta 05-18 e 09-18.

Será construído:

1 (uma) Central de Gás – GLP – 8 x P45 = 360kg Planta 05-16.

1 (uma) Central de Gás – GLP – 3 x P45 = 135kg Planta 09-16.

- os **recipientes** serão substituídos pôr outros quando do reabastecimento;
- o **abrigo** para os recipientes de GLP terá **cobertura** de material incombustível (laje de concreto armado) e **paredes** com tempo de resistência ao fogo (**TRF**) mínimo de **02 (duas)** horas com materiais e formas aprovados, conforme NBR 10636 da ABNT, com altura mínima de 1,80 m(um metro e oitenta centímetros);
- **ventilação** natural de no mínimo 10% da área da planta baixa e com aberturas inferiores, ao nível do piso, para promover a circulação de ar;
- será colocada sinalização alertando que somente pessoas autorizadas devem ter acesso à central e **avisos** com letras não menores que 50 mm, em quantidade tal que possam ser visualizados de qualquer direção de acesso à central de GLP com os seguintes dizeres: **PERIGO - INFLAMÁVEL - NÃO FUME** (Item 5.10);
- na central de GLP, é expressamente proibida a **armazenagem** de qualquer tipo de material, bem como outra utilização diversa da instalação;
- **não** devem existir instalações elétricas, caixas de passagem, ralos, valetas de captação de águas pluviais, aberturas de dutos de esgoto ou aberturas para compartimentos subterrâneos conforme itens desta NBR;

Antonio Sergio

- a identificação das **tubulações** para condução de GLP deve ser realizada através de pintura, na cor amarela para centrais com **recipientes transportáveis**; na cor amarela ou branca, com as conexões na cor amarela, para fase gasosa nas centrais com recipientes estacionários e na cor branca, com as conexões na cor laranja, para a fase líquida nas centrais com recipientes estacionários;
- os **medidores de vazão** de GLP deverão situar-se em áreas de uso comum, em cubículos ou armários incombustíveis próprios, ventilados direta ou indiretamente para o exterior.

Os **projetos** pertinentes (**executivos**) da instalação da central de gás, devem ser elaborados por profissional comprovadamente habilitado, do qual deve ser exigida a **ART** - Anotação de Responsabilidade Técnica devidamente assinada, quitada e registrada no **CREA** - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia.

15.SPDA – SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS (NBR-5419):

O de SPDA – Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosfericas tem como objetivo obter um ótimo desenvolvimento na execução do mesmo, apresentando de forma clara os métodos e instalações necessárias para atender a todas as funções principais postostas pelo sistema de SPDA:

A – Visam às proteções das estruturas das edificações contra descarga atmosféricas, através da viabilização de um caminho alternativo para a terra.

B – “Descarregar” cargas estáticas acumuladas nas carcaças das máquinas ou equipamentos para a terra.

C – Facilitar o funcionamento dos dispositivos de proteção (fusíveis, disjuntores, DPS e etc.), através da corrente desviada para a terra, onde deverá ser contratado um projeto adicional, específico para instalação de tais equipamentos.

D – 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 somente minimizar os efeitos destruidores, a partir da colocação de pontos preferenciais de captação e condução segura da descarga para a terra.

Este Sistema foi elaborado pelo **Eng. Roberto Carlos Novaes Ribeiro** sendo o mesmo Responsável Técnico conforme **ART nº BA 20210691203** em anexo.



17. SUBESTAÇÃO IT-37

DEFINIÇÃO: Subestação é um conjunto de equipamentos interligados entre si com os objetivos de controlar o fluxo de potência, modificar tensões e alterar a natureza da corrente elétrica.

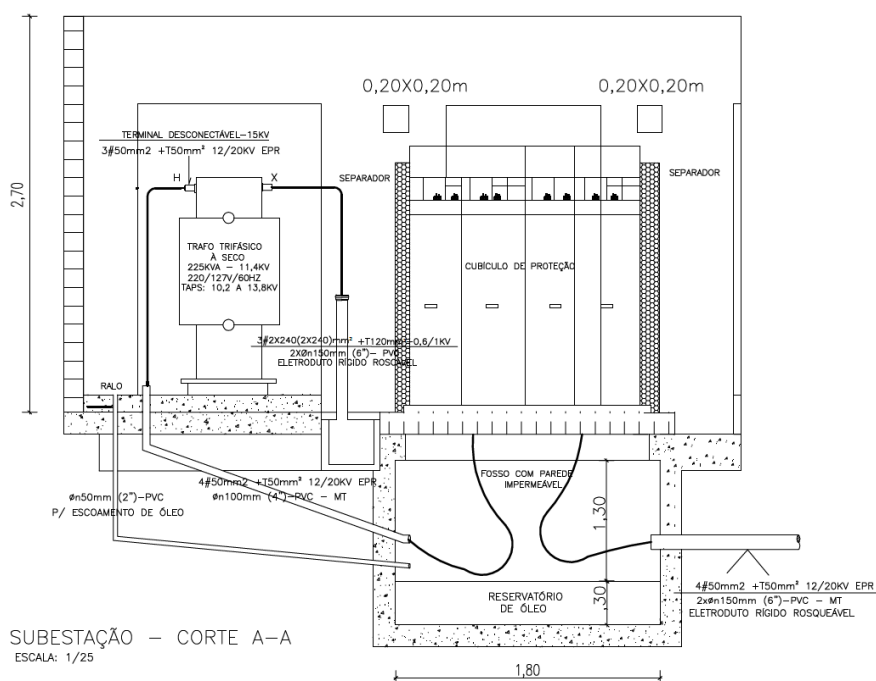
TIPO DE DUBESTAÇÃO:

A Subestação é do tipo abrigada plena terá como função baixar o nível de tensão vindo da concessionária COELBA de 11,4 Kv para 220/127V.

O transformador utilizado será do tipo À Óleo.

Volume do óleo Isolante do transformador < (menor) que 400L

Tanque de contenção de óleo conforme indicado no corte abaixo:



PROTEÇÃO DA DUBESTAÇÃO:

Dispositivos utilizados:

- Iluminação de Emergência do tipo aclaramento dentro do abrigo;
- 01 extintor sobre rodas de CO₂ de 25Kg C.E: 80-B:C, atendendo às especificações e distanciamentos conforme a IT 21 - Sistema de proteção por extintores de incêndio.
- Sinalização de Emergência

Proteção Passiva:

- Porta metálica
- Paredes com o TRRF=2 horas
- Piso: classe I
- Paredes: Classe I
- Teto: Classe I

Antonio Sereijo

16.DA BRIGADA DE INCÊNDIO IT-17 E (NBR-1476/2006)

O empreendimento deverá contar com um Programa de Brigada de Incêndio atendendo os requisitos da NBR 14276 e IT-17 CBMBA no qual constará as condições gerais da edificação, o planejamento da brigada de Incêndio, os procedimentos básicos no caso de emergência e como será feito o controle do programa de brigada de incêndio.

Os mesmos serão treinados para adotarem procedimentos preventivos (vistorias de equipamentos, verificação de riscos, orientação à população flutuante em promoção de exercícios simulados) e de emergência (corte de energia, utilização de equipamentos de combate ao fogo, orientação para a fuga, acionamento e acompanhamento ao Corpo de Bombeiros, primeiros socorros, etc.).

A brigada de incêndio deve ser composta levando-se em conta a população fixa e o percentual de cálculo, que é obtido levando-se em conta a classe e a sub classe de ocupação da planta, conforme a equação a seguir:

Número de brigadistas por pavimento ou compartimento = [população fixa por pavimento] x [% de cálculo da tabela descrito na NBR].

16.1 CALCULO DA BRIGADA DE INCÊNDIO PELA IT 17:

A composição da brigada de combate a incêndio será composta por empregados do empreendimento por turno de serviço atendendo a Tabela A.1; do Decreto 16.302/2015.

INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 17/2016**TABELA A.1 – COMPOSIÇÃO MÍNIMA DE BRIGADISTA POR PAVIMENTO OU COMPARTIMENTO**

TABELA A.1 – Continuação

Grupo	Divisão	Descrição	Exemplos	Grau de Risco	População fixa por pavimento ou compartimento						Nível de Treinamento (Anexo B)
					Até 2	Até 4	Até 6	Até 8	Até 10	Acima de 10	
	E-1	Escola em geral	Escolas de primeiro, segundo e terceiro graus, cursos supletivos e pré-universitário e assemelhados	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Intermediário

Notas: 5) quando a população fixa de um pavimento, compartimento ou setor for maior que **10 pessoas**, será acrescentado mais um brigadista para cada grupo de até **20 pessoas** para risco baixo, mais um brigadista para cada grupo de até 15 pessoas para risco médio e mais um brigadista para cada grupo de até 10 pessoas para risco alto.

Antonio Sergio 

*1 – ESCOLA EM GERAL – E-1 – TERCEIRO GRAU (RISCO BAIXO)***EDIFICAÇÕES****01 - GUARITA**

ESTUDO DE POPULAÇÃO FIXA - BRIGADA DE INCÊNDIO						
PAVIMENTOS	QTDE FUNCIONÁRIOS POR TURNOS		IT-17/2016 "Brigada de Incêndio, Anexo A, Tab. A.1 - Grupo E, Divisão E-1		N° BRIGADISTAS	
	4					
	2	2				
	Matutino/Vesp.	Noturno.	Até 2	Até 2		
Térreo		2	2	1	1	2
TOTAL DE BRIGADISTAS:						2

Logo: Teremos = **2 Brigadistas.****03 – BLOCO ADMINISTRATIVO**

ESTUDO DE POPULAÇÃO FIXA - BRIGADA DE INCÊNDIO					
PAVIMENTOS	QTDE FUNCIONÁRIOS POR TURNOS		IT-17/2016 "Brigada de Incêndio, Anexo A, Tab. A.1 - Grupo E, Divisão E-1		N° BRIGADISTAS
	41				
	41	0			
	Matutino/Vesp.	Noturno.	Até 10	Acima de 10	
Térreo	7	0	2	0	2
1º Pav.	34	0	2	2	4
TOTAL DE BRIGADISTAS:					6

Logo: Teremos = **6 Brigadistas.**


04 – BLOCO MULTIDISCIPLINAR

ESTUDO DE POPULAÇÃO FIXA - BRIGADA DE INCÊNDIO					
PAVIMENTOS	QTDE FUNCIONÁRIOS POR TURNOS		IT-17/2016 "Brigada de Incêndio, Anexo A, Tab. A.1 - Grupo E, Divisão E-1		N° BRIGADISTAS
	18				
	18	0			
	Matutino/Vesp.	Noturno.	Até 10	Acima de 10	
Térreo	18	0	2	1	3
TOTAL DE BRIGADISTAS:					3

Logo: Teremos = **3 Brigadistas.**

05 – BLOCO COM AULA – Não existe População Fixa

06 – BLOCO PEDAGÓGICO

ESTUDO DE POPULAÇÃO FIXA - BRIGADA DE INCÊNDIO					
PAVIMENTOS	QTDE FUNCIONÁRIOS POR TURNOS		IT-17/2016 "Brigada de Incêndio, Anexo A, Tab. A.1 - Grupo E, Divisão E-1		N° BRIGADISTAS
	54				
	54	0			
	Matutino/Vesp.	Noturno.	Até 10	Acima de 10	
Térreo	34	0	2	2	4
1º Pav.	20	0	2	1	3
TOTAL DE BRIGADISTAS:					7

Logo: Teremos = **7 Brigadistas.**

Antonio Sergio

07 – BLOCO GARAGEM

ESTUDO DE POPULAÇÃO FIXA - BRIGADA DE INCÊNDIO					
PAVIMENTOS	QTDE FUNCIONÁRIOS POR TURNOS		IT-17/2016 "Brigada de Incêndio, Anexo A, Tab. A.1 - Grupo E, Divisão E-1		N° BRIGADISTAS
	2				
	2	0			
	Matutino/Vesp.	Noturno.	Até 2	Acima de 10	
Térreo	1	0	1	0	1
1º Pav.	1	0	1	0	1
TOTAL DE BRIGADISTAS:					2

Logo: Teremos = **2 Brigadistas.**

08 – BLOCO ALMOXARIFADO

ESTUDO DE POPULAÇÃO FIXA - BRIGADA DE INCÊNDIO					
PAVIMENTOS	QTDE FUNCIONÁRIOS POR TURNOS		IT-17/2016 "Brigada de Incêndio, Anexo A, Tab. A.1 - Grupo E, Divisão E-1		N° BRIGADISTAS
	2				
	2	0			
	Matutino/Vesp.	Noturno.	Até 2	Acima de 10	
Térreo	2	0	1	0	1
TOTAL DE BRIGADISTAS:					1

Logo: Teremos = **1 Brigadistas.**

09 – BLOCO PESQUISA E EXTENSÃO

ESTUDO DE POPULAÇÃO FIXA - BRIGADA DE INCÊNDIO					
PAVIMENTOS	QTDE FUNCIONÁRIOS POR TURNOS		IT-17/2016 "Brigada de Incêndio, Anexo A, Tab. A.1 - Grupo E, Divisão E-1		N° BRIGADISTAS
	12				
	12	0			
	Matutino/Vesp.	Noturno.	Até 2	Acima de 10	
Térreo	12	0	2	1	3
TOTAL DE BRIGADISTAS:					3

Logo: Teremos = **3 Brigadistas.**


10 – BLOCO AGROPECUÁRIO

ESTUDO DE POPULAÇÃO FIXA - BRIGADA DE INCÊNDIO					
PAVIMENTOS	QTDE FUNCIONÁRIOS POR TURNOS		IT-17/2016 "Brigada de Incêndio, Anexo A, Tab. A.1 - Grupo E, Divisão E-1		N° BRIGADISTAS
	4				
	4	0			
	Matutino/Vesp.	Noturno.	Até 4	Acima de 10	
Térreo	4	0	2	0	2
TOTAL DE BRIGADISTAS:					2

Logo: Teremos = **2 Brigadistas.**

11 – ESTACIONAMENTO – Não existe População Fixa

12 – BLOCO LABORATÓRIO PROPEDEUTICO

ESTUDO DE POPULAÇÃO FIXA - BRIGADA DE INCÊNDIO					
PAVIMENTOS	QTDE FUNCIONÁRIOS POR TURNOS		IT-17/2016 "Brigada de Incêndio, Anexo A, Tab. A.1 - Grupo E, Divisão E-1		N° BRIGADISTAS
	8				
	8	0			
	Matutino/Vesp.	Noturno.	Até 8	Acima de 10	
Térreo	8	0	2	0	2
TOTAL DE BRIGADISTAS:					2

Logo: Teremos = **2 Brigadistas.**

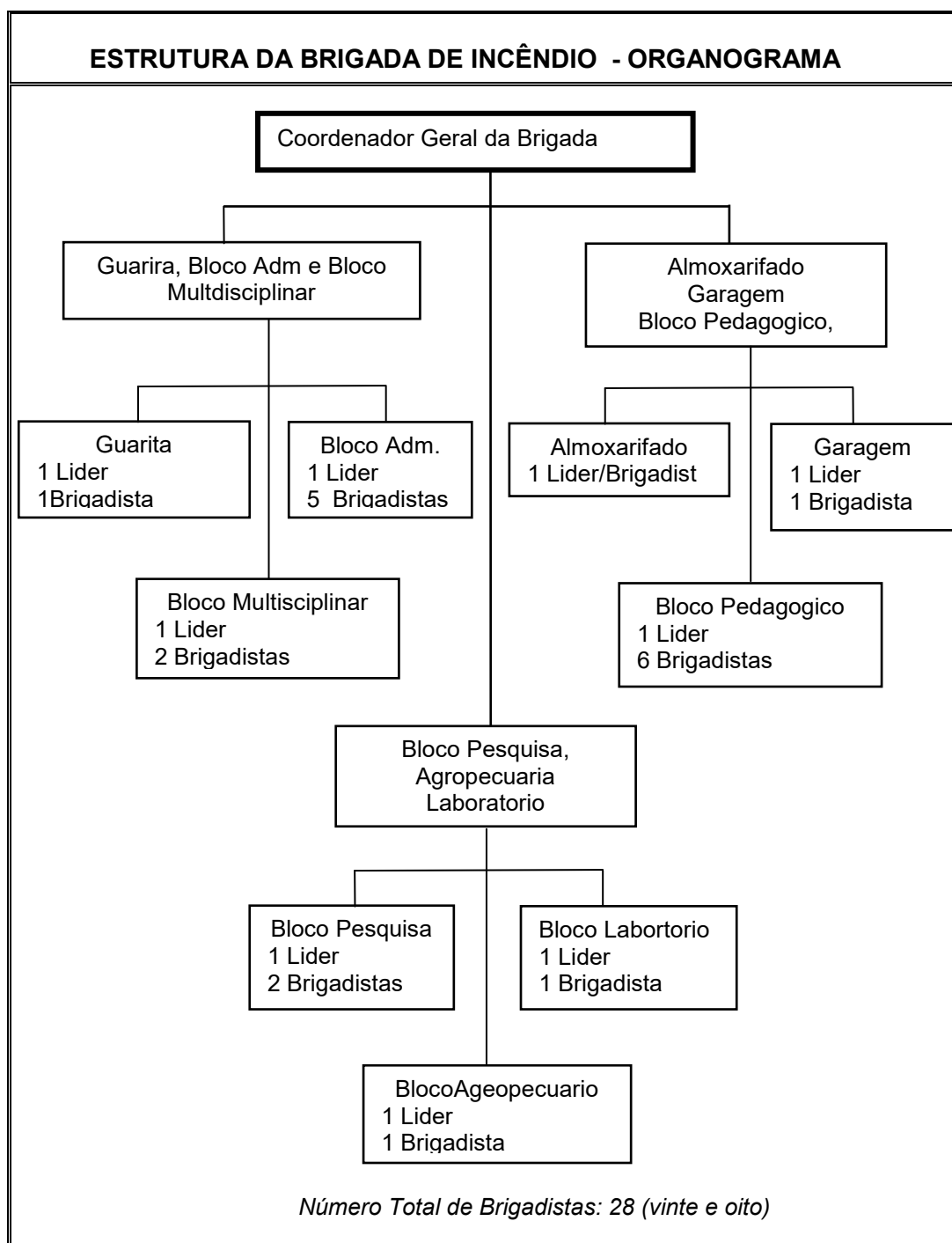
13 – BLOCO DESATIVADO 01 – Não existe População Fixa

14 – BLOCO DESATIVADO 02 – Não existe População Fixa

15 – QUADRA COBERTA – Não existe População Fixa

Devera também atender o **Anexo B – Formação e Reciclagem de Brigadistas Nível I e II assim como a Tabela B1 - Conteúdo Programático**

Antonio Sergio



Antonio Sergio

15.1 – Formação

- a) Parte teórica de combate a incêndio: 6 HORAS;
Aspectos Legais Responsabilidade do brigadista;
Propagação do fogo;
Classe de incêndio;
Prevenção de incêndio;
Método de incêndio;
Agentes extintores Água, Pós, CO2, espumas e outros;
EPI (equipamentos de proteção individual);
Equipamentos de combate a incêndio;
Equipamentos de detecção, alarme, luz de emergência e comunicações;
Abandono de area;
Pessoas com mobilidade reduzida;
Riscos específicos da planta;
Sistema de controle de incidents;
- b) Teórica de primeiros socorros: 4 HORAS;
Vias aéreas;
RCP (reanimação cardiopulmonar);
Hemorragias;
- c) Prática de primeiros socorros: 6 HORAS;
Vias aéreas;
RCP (reanimação cardiopulmonar);
Hemorragias;
- d) Prática de combate a incêndio: 8 HORAS;
Reconhecimento das Classes de incêndio;
Aplicação dos Métodos de extinção;
Limitação e uso dos equipamentos de proteção individual;
Operação de Equipamentos Portáteis de combate a incêndio (extintores);
Operação de Equipamentos Fixos de combate a incêndio (Mangueiras; acessórios e Hidrantes);

5.2 – Inventário de Primeiros Socorros:

Conforme Anexo H – Pop. Fixa entre 100 e 500 = 02 (dois) Inventário

Cada Inventário contem:

- a) 50 (cinquenta) unidades de compressas de gaze 08 (oito) dobras (7,50cm x 7,50cm);
- b) 04 (quatro) unidades de compressas de gaze esterilizadas (10 cm x 15 cm);
- c) 04 (quatro) unidades de compressas de gaze esterilizadas (10 cm x 15 cm);
- d) 10 (dez) unidades de ataduras de crepe (20 cm de largura);
- e) 05 (cinco) frascos de soro fisiológico de 250 ml (duzentos e cinquenta mililitros);

Antonio Sergio

MEMORIAL DESCRITIVO IF BAIANO – GOVERNADOR MANGABEIRA

- f) 04 (quatro) unidades de plástico protetor de queimaduras e eviscerações (1m x 1m) esterilizado;
- g) 05 (cinco) frascos de soro fisiológico de 250 ml (duzentos e cinquenta mililitros);
- h) 01 (uma) unidade de fita adesiva grande (crepe);
- i) 03 (três) unidades de talas moldáveis grandes (86 cm x 10 cm x 02 cm);
- j) 03 (três) unidades de talas moldáveis médias (63 cm x 09 cm x 02 cm);
- k) 01 (uma) prancha longa de madeira ou material de similar resistência (190 cm x 45 cm);
- l) 06 (seis) unidades de bandagens triangulares (142 cm x 100 cm x 100 cm);
- m) 01(um) ressuscitador manual (ambu) ou máscara de ressuscitação para ventilação artificial;
- n) 01 (um) colar cervical de cada tamanho padronizado (grande, médio e pequeno) ou 02 (dois) reguláveis;
- o) 01 (uma) tesoura de ponta romba e equipamentos de proteção individual para o socorrista (Óculos de segurança, mascara semi-facial e luvas de procedimento).

Salvador, 26 de abril de 2022



ANTÔNIO SÉRGIO CRUZ TEIXEIRA
Arquiteto/Eng. Segurança

- PROJETO DE SPDA - REGULAMENTAÇÃO APLICADA

- a) LEI ESTADUAL Nº 12.929 DE 27 DE DEZEMBRO DE 2013**
- b) DECRETO ESTADUAL Nº 16.302 de 27 de AGOSTO de 2015**
- c) NBR's - Normas Brasileiras Registradas da ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas**
- d) INSTRUÇÕES TÉCNICAS DO CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DA BAHIA**

MEMORIAL DESCRITIVO E CÁLCULO



**LAUDO DE GERENCIAMENTO DE RISCO E PROJETO DE SPDA – SISTEMA DE PROTEÇÃO
CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS**

EDIFICAÇÃO EXISTENTE (Adequação à legislação).

Número de peças gráficas do projeto = 18 (dezoito)

PROPRIETÁRIO : Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano

CNPJ: 10.724.903/0011-40

LOCALIZAÇÃO: Rua Waldemar Mascarenhas, s/n, Portão, Governador Mangabeira – BA.,
CEP:44350-000

OBSERVAÇÕES IMPORTANTES

- 1) AS NBR's – Normas Brasileiras Registradas DA ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas DEVERÃO SER INTEGRALMENTE APLICADAS QUANDO DA EXECUÇÃO DO PROJETO;
- 2) O DIMENSIONAMENTO DOS SISTEMAS CONFORME NORMAS TÉCNICAS ESPECÍFICAS, NECESSÁRIO AO ADEQUADO FUNCIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS INDICADOS, SERÁ DE RESPONSABILIDADE DO PROFISSIONAL QUE ELABORAR O PROJETO EXECUTIVO DAS INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES PARA A EDIFICAÇÃO;
- 3) TODOS OS DISPOSITIVOS AQUI ESPECIFICADOS SERÃO DE FABRICANTES ESCOLHIDOS POR LIVRE OPÇÃO DO RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA EXECUÇÃO DO PROJETO E DO PROPRIETÁRIO DA EDIFICAÇÃO;
- 4) CASO TENHAM SIDO MODIFICADAS, QUANDO DA EXECUÇÃO DA OBRA, A LOCALIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES BEM COMO DOS DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA IDENTIFICADOS NAS PEÇAS GRÁFICAS DEVERÁ SER APRESENTADO NOVO PROJETO COM MEMORIAL DESCRITIVO PARA APROVAÇÃO.

SPDA = Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas

NBR 5419/2015 - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas

DEFINIÇÃO: Sistema completo destinado a proteger uma estrutura contra os efeitos das descargas atmosféricas. É composto de um sistema externo e de um sistema interno de proteção. Em casos particulares, o SPDA pode compreender unicamente um sistema externo ou interno.

**Gaiola de FARADAY para proteção da edificação e
FRANKLIN para proteção de equipamentos(quando houver).**

OBS : a execução do SPDA, será do profissional responsável pelo projeto de
instalações elétricas da edificação, inscrito no CREA-Ba.

Em **função do estágio construtivo da edificação** foi adotado o seguinte sistema:

[X] SISTEMA EXTERNO (com condutores de descida visíveis)

Em edifícios que já estejam com as fachadas prontas é a única solução porém, para diminuir o impacto estético, em vez de cabos poderão ser usadas **fitas de alumínio nas descidas**.

[X] SISTEMA ESTRUTURAL (utilizando as ferragens do concreto armado ou metálica)

Aplicado a edifícios em início de construção. Neste sistema, não há necessidade de anéis de cintamento horizontal visto que as ferragens das lajes são equalizadas com as dos pilares assumindo a função de um anel em cada laje

QUADRO RESUMO

Identificação da Edificação: 1- Guarita – 03/18

Classificação da Estrutura	Estrutura Comum
Tipo da Estrutura	Guarita
Nível de Proteção	Não se aplica
Classe do SPDA	Não se aplica
Dimensão da Estrutura	Comp.= 5,54m, Larg.= 3,64m e Altura= 3,63m
Conclusão do laudo de gerenciamento de risco conforme o resultado obtido na memória de cálculo	Estrutura protegida, <u>não se faz necessário</u> a instalação de SPDA - Sistema de Proteção contra descargas Atmosféricas

Identificação da Edificação: 2- Subestação – 03/18

Classificação da Estrutura	Estrutura Comum
Tipo da Estrutura	Subestação Abrigada de Energia em alvenaria e CA
Nível de Proteção	II
Classe do SPDA	II
Dimensão da Estrutura	Comp.= 6.93m, Larg.= 5,08m e Altura= 3,20m
Subsistema de Captação	
Captação Não Natural	Gaiola de Faraday – Malha com Cabo de cobre nu de #35mm ²
Subsistema de Condução	
Condutores de Descidas Não Natural	Cabo de cobre nu com seção de #35 mm ² Espaçamento médio: Inferior a 10m Número de descidas: 04 Proteção mecânica: Tubo de PVC/H=3m

Subsistema de Aterramento	
Tipo de Aterramento: Não Natural	Malha de Aterramento - Cabo de cobre nu de 50 mm ² em anel conectado a hastes verticais de Ø 5/8" e h = 2,40 m com tampa para inspeção. Número de hastes: 04

Identificação da Edificação: 3- Bloco da Administração – 04/18	
Classificação da Estrutura	Estrutura Comum
Tipo da Estrutura	Edifício da Administração, em alvenaria e CA
Nível de Proteção	II
Classe do SPDA	II
Dimensão da Estrutura	Comp.= 36,09m, Larg.= 13,21m e Altura= 7,73m
Subsistema de Captação	
Captação Não Natural	Gaiola de Faraday – Malha com Cabo de cobre nu de #35mm ²
Subsistema de Condução	
Condutores de Descidas Não Natural	Cabo de cobre nu com seção de #35 mm ² Espaçamento médio: 10m Número de descidas: 12 Proteção mecânica: Tubo de PVC/H=3m
Subsistema de Aterramento	
Tipo de Aterramento: Não Natural	Malha de Aterramento - Cabo de cobre nu de 50 mm ² em anel conectado a hastes verticais de Ø 5/8" e h = 2,40 m com tampa para inspeção. Número de hastes: 12

Identificação da Edificação: 4- Bloco Multidisciplinar – 05/18	
Classificação da Estrutura	Estrutura Comum
Tipo da Estrutura	Edifício da unidade Multidisciplinar, em alvenaria e CA
Nível de Proteção	II
Classe do SPDA	II
Dimensão da Estrutura	Comp.= 105,26m, Larg.= 45,16m e Altura= 4.19m
Subsistema de Captação	
Captação Não Natural	Gaiola de Faraday – Malha com Cabo de cobre nu de #35mm ²
Subsistema de Condução	
Condutores de Descidas Não Natural	Cabo de cobre nu com seção de #35 mm ² Espaçamento médio: 10m Número de descidas: 30 Proteção mecânica: Tubo de PVC/H=3m
Subsistema de Aterramento	
Tipo de Aterramento: Não Natural	Malha de Aterramento - Cabo de cobre nu de 50 mm ² em anel conectado a hastes verticais de Ø 5/8" e h = 2,40 m com tampa para inspeção. Número de hastes: 30

Identificação da Edificação: 5- Bloco de Salas de Aula – 06/18	
Classificação da Estrutura	Estrutura Comum
Tipo da Estrutura	Edifício de Salas de Aula, em alvenaria e CA
Nível de Proteção	II
Classe do SPDA	II
Dimensão da Estrutura	Comp.= 32,00m, Larg.= 29,35m e Altura= 8,58m
Subsistema de Captação	
Captação Não Natural	Gaiola de Faraday – Malha com Cabo de cobre nu de #35mm ²
Subsistema de Condução	
Condutores de Descidas Não Natural	Cabo de cobre nu com seção de #35 mm ² Espaçamento médio: 10m Número de descidas: 12 Proteção mecânica: Tubo de PVC/H=3m
Subsistema de Aterramento	
Tipo de Aterramento: Não Natural	Malha de Aterramento - Cabo de cobre nu de 50 mm ² em anel conectado a hastes verticais de Ø 5/8" e h = 2,40 m com tampa para inspeção. Número de hastes: 12

Identificação da Edificação: 6- Bloco Pedagógico – 07/18	
Classificação da Estrutura	Estrutura Comum
Tipo da Estrutura	Edifício da unidade Pedagógica, em alvenaria e CA
Nível de Proteção	II
Classe do SPDA	II
Dimensão da Estrutura	Comp.= 32,00m, Larg.= 29,35m e Altura= 8,58m
Subsistema de Captação	
Captação Não Natural	Gaiola de Faraday – Malha com Cabo de cobre nu de #35mm ²
Subsistema de Condução	
Condutores de Descidas Não Natural	Cabo de cobre nu com seção de #35 mm ² Espaçamento médio: 10m Número de descidas: 12 Proteção mecânica: Tubo de PVC/H=3m
Subsistema de Aterramento	
Tipo de Aterramento: Não Natural	Malha de Aterramento - Cabo de cobre nu de 50 mm ² em anel conectado a hastes verticais de Ø 5/8" e h = 2,40 m com tampa para inspeção. Número de hastes: 12

Identificação da Edificação: 7- Bloco de Garagem – 08/18	
Classificação da Estrutura	Estrutura Comum
Tipo da Estrutura	Galpão da garagem, em alvenaria e CA
Nível de Proteção	Não se aplica
Classe do SPDA	Não se aplica
Dimensão da Estrutura	Comp.= 30,15m, Larg.= 11,12m e Altura= 8,65m
Conclusão do laudo de gerenciamento de risco conforme o resultado obtido na memória de cálculo	Estrutura protegida, <u>não se necessário</u> a instalação de SPDA - Sistema de Proteção contra descargas Atmosféricas

Identificação da Edificação: 8- Bloco do Almoxarifado – 08/18	
Classificação da Estrutura	Estrutura Comum
Tipo da Estrutura	Edifício do Almoxarifado, em alvenaria e CA
Nível de Proteção	II
Classe do SPDA	II
Dimensão da Estrutura	Comp.= 38,55m, Larg.= 6,46m e Altura= 4,30m
Subsistema de Captação	
Captação Não Natural	Gaiola de Faraday – Malha com Cabo de cobre nu de #35mm ²
Subsistema de Condução	
Condutores de Descidas Não Natural	Cabo de cobre nu com seção de #35 mm ² Espaçamento médio: 10m Número de descidas: 12 Proteção mecânica: Tubo de PVC/H=3m
Subsistema de Aterramento	
Tipo de Aterramento: Não Natural	Malha de Aterramento - Cabo de cobre nu de 50 mm ² em anel conectado a hastes verticais de Ø 5/8" e h = 2,40 m com tampa para inspeção. Número de hastes: 12

Identificação da Edificação: 9- Bloco de Pesquisa e Extensão – 08/18	
Classificação da Estrutura	Estrutura Comum
Tipo da Estrutura	Edifício de Pesquisa e Extensão, em alvenaria e CA
Nível de Proteção	II
Classe do SPDA	II
Dimensão da Estrutura	Comp.= 26,70m, Larg.= 8,80m e Altura= 4,30m
Subsistema de Captação	
Captação Não Natural	Gaiola de Faraday – Malha com Cabo de cobre nu de #35mm ²
Subsistema de Condução	
Condutores de Descidas Não Natural	Cabo de cobre nu com seção de #35 mm ² Espaçamento médio: 10m Número de descidas: 10 Proteção mecânica: Tubo de PVC/H=3m
Subsistema de Aterramento	
Tipo de Aterramento: Não Natural	Malha de Aterramento - Cabo de cobre nu de 50 mm ² em anel conectado a hastes verticais de Ø 5/8" e h = 2,40 m com tampa para inspeção. Número de hastes: 10

Identificação da Edificação: 10- Bloco Agropecuário – 09/18	
Classificação da Estrutura	Estrutura Comum
Tipo da Estrutura	Edifício Agropecuário, em alvenaria e CA
Nível de Proteção	II
Classe do SPDA	II
Dimensão da Estrutura	Comp.= 172,80m, Larg.= 21,53m e Altura= 3,90m
Subsistema de Captação	
Captação Não Natural	Gaiola de Faraday – Malha com Cabo de cobre nu de #35mm ²
Subsistema de Condução	
Condutores de Descidas Não Natural	Cabo de cobre nu com seção de #35 mm ² Espaçamento médio: 10m Número de descidas: 46 Proteção mecânica: Tubo de PVC/H=3m
Subsistema de Aterramento	
Tipo de Aterramento: Não Natural	Malha de Aterramento - Cabo de cobre nu de 50 mm ² em anel conectado a hastes verticais de Ø 5/8" e h = 2,40 m com tampa para inspeção. Número de hastes: 46

Identificação da Edificação: 11- Estacionamento – 09/18	
Classificação da Estrutura	Estrutura Comum
Tipo da Estrutura	Telheiro do Estacionamento, em alvenaria e CA
Nível de Proteção	Não se aplica
Classe do SPDA	Não se aplica
Dimensão da Estrutura	Comp.= 54,10m, Larg.= 7,50m e Altura= 3,90m
Conclusão do laudo de gerenciamento de risco conforme o resultado obtido na memória de cálculo	Estrutura protegida, <u>não se necessário</u> a instalação de SPDA - Sistema de Proteção contra descargas Atmosféricas

Identificação da Edificação: 12- Bloco Laboratório Probedêutico – 10/18	
Classificação da Estrutura	Estrutura Comum
Tipo da Estrutura	Edifício de Laboratórios, em alvenaria e CA
Nível de Proteção	II
Classe do SPDA	II
Dimensão da Estrutura	Comp.= 85,75m, Larg.= 21,90m e Altura= 3,90m
Subsistema de Captação	
Captação Não Natural	Gaiola de Faraday – Malha com Cabo de cobre nu de #35mm ²
Subsistema de Condução	
Condutores de Descidas Não Natural	Cabo de cobre nu com seção de #35 mm ² Espaçamento médio: 10m Número de descidas: 28 Proteção mecânica: Tubo de PVC/H=3m
Subsistema de Aterramento	
Tipo de Aterramento: Não Natural	Malha de Aterramento - Cabo de cobre nu de 50 mm ² em anel conectado a hastes verticais de Ø 5/8" e h = 2,40 m com tampa para inspeção. Número de hastes: 28

Identificação da Edificação: 13- Bloco Desativado 01 – 11/18	
Classificação da Estrutura	Estrutura Comum
Tipo da Estrutura	Edificação Desativada, em alvenaria e CA
Nível de Proteção	II
Classe do SPDA	II
Dimensão da Estrutura	Comp.= 168,84m, Larg.= 21,71m e Altura= 3,90m
Subsistema de Captação	
Captação Não Natural	Gaiola de Faraday – Malha com Cabo de cobre nu de #35mm ²
Subsistema de Condução	
Condutores de Descidas Não Natural	Cabo de cobre nu com seção de #35 mm ² Espaçamento médio: 10m Número de descidas: 36 Proteção mecânica: Tubo de PVC/H=3m
Subsistema de Aterramento	
Tipo de Aterramento: Não Natural	Malha de Aterramento - Cabo de cobre nu de 50 mm ² em anel conectado a hastes verticais de Ø 5/8" e h = 2,40 m com tampa para inspeção. Número de hastes: 36

Identificação da Edificação: 14- Bloco Desativado 02 – 12/18	
Classificação da Estrutura	Estrutura Comum
Tipo da Estrutura	Edificação Desativada, em alvenaria e CA
Nível de Proteção	II
Classe do SPDA	II
Dimensão da Estrutura	Comp.= 168,84m, Larg.= 21,71m e Altura= 3,90m
Subsistema de Captação	
Captação Não Natural	Gaiola de Faraday – Malha com Cabo de cobre nu de #35mm ²
Subsistema de Condução	
Condutores de Descidas Não Natural	Cabo de cobre nu com seção de #35 mm ² Espaçamento médio: 10m Número de descidas: 36 Proteção mecânica: Tubo de PVC/H=3m
Subsistema de Aterramento	
Tipo de Aterramento: Não Natural	Malha de Aterramento - Cabo de cobre nu de 50 mm ² em anel conectado a hastes verticais de Ø 5/8" e h = 2,40 m com tampa para inspeção. Número de hastes: 36

Identificação da Edificação: 15- Quadra Coberta – 13/18	
Classificação da Estrutura	Estrutura Comum
Tipo da Estrutura	Quadra em Estrutura Metálica e CA
Nível de Proteção	II
Classe do SPDA	II
Dimensão da Estrutura	Comp.= 43,31m, Larg.= 32,01m e Altura= 12,34m
Subsistema de Captação	
Captação Natural	Telha Metálica com Espessura de 0,7mm
Subsistema de Condução	
Condutores de Descidas Natural	Pilares em CA com barras de aço dedicada: FGF CA-25 Ø 3/8” conectadas na fundação Espaçamento médio: 10m Número de descidas: 14
Subsistema de Aterramento	
Tipo de Aterramento: Natural	Elementos da fundação - Barras de aço dedicada na fundação: FGF CA-25 Ø 3/8” conectadas as descidas com caixas de inspeção com cabos de cobre nu de 50 mm².

Identificação da Edificação: 16- Reservatório de Água – 05/18	
Classificação da Estrutura	Estrutura Comum
Tipo da Estrutura	Reservatório de Água tipo Taça, em Estrutura Metálica
Nível de Proteção	Não se aplica
Classe do SPDA	Não se aplica
Dimensão da Estrutura	Øtaça= 2,86m, Øcoluna= 1,27m e Altura= 10,00m
Subsistema de Captação	
Captação Natural	Parte superior da Taça em estrutura metálica com espessura superior a 5mm
Subsistema de Condução	
Condutores de Descidas Natural	Coluna do Costado do reservatório em estrutura metálica com espessura superior a 5mm.
Subsistema de Aterramento	
Tipo de Aterramento: Natural	Elementos da fundação do reservatório - Barras de aço dedicada na fundação: FGF CA-25 Ø 3/8” conectadas a descida natural, coluna do costado e inteligada com cabo de cobre nu de 50 mm².

Identificação da Edificação: 17- Reservatório de Água – 05/18	
Classificação da Estrutura	Estrutura Comum
Tipo da Estrutura	Reservatório de Água tipo cilindro, em Estrutura Metálica
Nível de Proteção	Não se aplica
Classe do SPDA	Não se aplica
Dimensão da Estrutura	Øcoluna= 1,27m e Altura= 11,40m
Subsistema de Captação	
Captação Natural	Parte superior da Taça em estrutura metálica com espessura superior a 5mm
Subsistema de Condução	
Condutores de Descidas Natural	Coluna do Costado do reservatório em estrutura metálica com espessura superior a 5mm.
Subsistema de Aterramento	
Tipo de Aterramento: Natural	Elementos da fundação do reservatório - Barras de aço dedicada na fundação: FGF CA-25 Ø 3/8” conectadas a descida natural, coluna do costado e inteligada com cabo de cobre nu de 50 mm².

ANEXO

LAUDO TÉCNICO DE GERENCIAMENTO DE RISCOS DE SPDA

- Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (MEMORIAL DE CÁLCULO)

e

ART – Anotação de Responsabilidade Técnica do
CREA / Ba do profissional Eng^o Eletricista que
elaborou o
LAUDO TÉCNICO conforme orientações contidas na
NBR 5419 / 2015 – Partes 1, 2, 3 e 4.

LAUDO TÉCNICO DE GERENCIAMENTO DE RISCOS DE SPDA

OBJETIVO DO TRABALHO

Verificação da necessidade de instalação de
**SPDA - Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas em
estruturas conforme orientações contidas na
NBR 5419 / 2015 – Partes 1, 2, 3 e 4.**
NBR - Norma Brasileira Registrada da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

MEMÓRIA DE CÁLCULO

Programa adotado para o objetivo do trabalho: Pro Elétrica / Site:

<http://www.multiplus.com/software/projetos-eletricos/pro-eletrica/?gclid=Cj0KEQjwldzHBRCfg aImKrf7N4BEiQABJTPKMX5FdIEncOT 0FWBliaoA1OT hZdi6SZt34FYJI 1uMaAiDI8P8HAQ> - hardlock: PE-9280

- Densidade e descargas atmosféricas para a terra [Ng]

Ng = 1,59 [Descargas / km²/ano]

Fonte = <http://www.inpe.br/webelat/ABNT NBR5419 Ng/>



Densidade de descargas atmosféricas para a terra (Ng)
Dados publicados na ABNT NBR 5419-2:2015

Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 2: Gerenciamento de risco.



Latitude:

Longitude:

Endereço: Tv. Frederico Pontes, 62 - Água de Meninos, Salvador - BA, 40301-155, Brasil

Mostrar no mapa



Fonte: Imagem Google Maps_2021

Estrutura: 1- Guarita

1) Densidade e descargas atmosféricas para a terra [Ng]

Ng = 1.59 [Descargas / km²/ano]

Fonte = Mapa - Nordeste

2) Geometria da Estrutura

Comprimento [L] = 5.54 m

Largura [W] = 3.64 m

Altura [H] = 3.63 m

3) Ad - Área de exposição equivalente [em m²]

$$Ad = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + PI * (3 * H)^2$$

$$Ad = 5.54 * 3.64 + 2 * (3 * 3.63) * (5.54 + 3.64) + 3.14159 * (3 * 3.63)^2$$

$$Ad = 592.67 \text{ m}^2$$

4) Fatores de Ponderação

4.1) Fator de Localização da Estrutura PRINCIPAL - Cd (Tabela A.1)

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos
 $Cd = 0.5$

4.2) Comprimento da Linha de Energia

$Ll = 1000 \text{ [m]}$

4.3) Fator de Instalação da Linha ENERGIA - Ci (Tabela A.2)

Aéreo
 $Ci = 1.0$

4.4) Fator do Tipo de Linha ENERGIA - Ct (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal
 $Ct = 1.0$

4.5) Fator Ambiental da Linha ENERGIA - Ce (Tabela A.4)

Rural
 $Ce = 1.0$

4.6) Comprimento da Linha de Sinal

$Llt = 1000 \text{ [m]}$

4.7) Fator de Instalação da Linha SINAL - Cit (Tabela A.2)

Aéreo
 $Cit = 1.0$

4.8) Fator do Tipo de Linha SINAL - Ctt (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal
 $Ctt = 1.0$

4.9) Fator Ambiental da Linha SINAL - Cet (Tabela A.4)

Rural
 $Cet = 1.0$

4.10) Nd - Número de Eventos Perigosos para a Estrutura [por ano]

$Nd = Ng * Ad * Cd * 10^{-6}$
 $Nd = 0.00047$

4.11) Nm - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da estrutura [por ano]

$$\begin{aligned}Nm &= Ng * Am * 10^{-6} \\Am &= 2 * 500 * (L + W) + Pi * 500^2 \\Am &= 794578.16 \\Nm &= 1.26338\end{aligned}$$

4.12) NI - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha de Energia [por ano]

$$\begin{aligned}Nl &= Ng * Al * Ci * Ce * Ct * 10^{-6} \\Al &= 40 * Ll \\Al &= 40000 \\Nl &= 0.0636\end{aligned}$$

4.13) Ni - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha de Energia [por ano]

$$\begin{aligned}Ni &= Ng * Ai * Ci * Ce * Ct * 10^{-6} \\Ai &= 4000 * Ll \\Ai &= 4000000 \\Ni &= 6.36\end{aligned}$$

4.14) Nlt - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha SINAL [por ano]

$$\begin{aligned}Nlt &= Ng * Al * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6} \\Alt &= 40 * Llt \\Alt &= 40000 \\Nlt &= 0.0636\end{aligned}$$

4.15) Nit - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha SINAL [por ano]

$$\begin{aligned}Nit &= Ng * Ait * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6} \\Ait &= 4000 * Llt \\Ait &= 4000000 \\Nit &= 6.36\end{aligned}$$

4.16) Proteção da Estrutura - Pb (Tabela B.2)

$$\begin{aligned}\text{Estrutura não protegida por SPDA} \\Pb &= 1\end{aligned}$$

4.17) Tipo de linha externa Energia - Cld e Cli (Tabela B.4)

$$\begin{aligned}\text{Linha aérea não blindada} \\Cld &= 1 \\Cli &= 1\end{aligned}$$

4.18) Tipo de linha externa SINAL - Cldt e Clit (Tabela B.4)

Linha aérea não blindada

Cldt = 1

Clit = 1

4.19) Ks1

Ks1: leva em consideração a eficiência da blindagem por malha da estrutura, SPDA ou outra blindagem na interface ZPR 0/1;

Dentro de uma ZPR, em uma distância de segurança do limite da malha no mínimo igual à largura da malha W_m ,

fatores Ks1 e Ks2 para SPDA ou blindagem tipo malha espacial podem ser avaliados como: $Ks1 = 0,12 \times W_{m1}$

$Ks1 = 1$

4.20) Uw Energia

Uw: é a tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido, expressa em quilovolts (kV).

$Uw = 2.5$

4.21) Ks4 Energia

Ks4: leva em consideração a tensão suportável de impulso do sistema a ser protegido. $Ks4 = 1 / Uw$

$Ks4 = 0.4$

4.22) Uwt Sinal

$Uwt = 1.5$

4.23) Ks4t Sinal

$Ks4t = 0.67$

4.24) Nível de Proteção NP - Peb (Tabela B.7)

Sem DPS

Peb = 1

4.25) Roteamento, blindagem e interligação ENERGIA - Pld (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo

barramento de equipotencialização do equipamento ($Uw=2.5$)

$Pld = 1$

4.26) Roteamento, blindagem e interligação SINAL - Pldt (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento ($U_w=1.5$)
 $Pldt = 1$

4.27) Pv - Probabilidade de Descarga na linha de Energia Causar danos físicos

$P_v = P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$
 $P_v = 1$

4.28) Pvt - Probabilidade de Descarga na linha de Sinal Causar danos físicos

$P_{vt} = P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt}$
 $P_{vt} = 1$

5) Zonas da Edificação

5.1) Zona: Zona 1 (Interna)

5.1.1) Número de pessoas na Zona

$n_z = 1$

5.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

$n_t = 1$

5.1.3) Tempo de presença das pessoas na Zona (h/ano)

$t_z = 8760$

5.1.4) Tempo de presença das pessoas em locais perigosos fora da estrutura (h/ano)

$t_e = 0$

5.1.5) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

Considerar

5.1.6) L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

Desprezar

5.1.7) L3 - Perda inaceitável de patrimônio cultural

Desprezar

5.1.8) L4 - Perda econômica

Considerar

5.1.9) Risco de Explosão / Hospitais

Não

5.1.10) Medidas de Proteção (descargas na linha) - Ptu (Tabela B.6)

Nenhuma medida de proteção
 $Ptu = 1$

5.1.11) Ks2

$Ks2 = 1$

5.1.12) Nível de Proteção NP ENERGIA - Pspd (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado
 $Pspd = 1$

5.1.13) Fiação Interna ENERGIA - Ks3 (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
 $Ks3 = 1$

5.1.14) Nível de Proteção NP SINAL - Pspdt (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado
 $Pspdt = 1$

5.1.15) Fiação Interna SINAL - Ks3t (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
 $Ks3t = 1$

5.1.16) Pc - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos

$Pc = Pspd * Cld$
 $Pc = 1$

5.1.17) Pct - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$$\begin{aligned} Pct &= Pspdt * Cldt \\ Pct &= 1 \end{aligned}$$

5.1.18) Pms

$$\begin{aligned} Pms &= (Ks1 * Ks2 * Ks3 * Ks4)^2 \\ Pms &= 0.16 \end{aligned}$$

5.1.19) Pmst

$$\begin{aligned} Pmst &= (Ks1 * Ks2 * Ks3t * Ks4t)^2 \\ Pmst &= 0.4489 \end{aligned}$$

5.1.20) Pm - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos

$$\begin{aligned} Pm &= Pspd * Pms \\ Pm &= 0.16 \end{aligned}$$

5.1.21) Pmt - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$$\begin{aligned} Pmt &= Pspdt * Pmst \\ Pm &= 0.4489 \end{aligned}$$

5.1.22) Pu - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque

$$\begin{aligned} Pu &= Ptu * Peb * Pld * Cld \\ Pu &= 1 \end{aligned}$$

5.1.23) Put - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque SINAL

$$\begin{aligned} Put &= Ptu * Peb * Pldt * Cldt \\ Put &= 1 \end{aligned}$$

5.1.24) Pw - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos

$$\begin{aligned} Pw &= Pspd * Pld * Cld \\ Pw &= 1 \end{aligned}$$

5.1.25) Pwt - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$\begin{aligned} Pwt &= Pspdt * Pldt * Cldt \\ Pwt &= 1 \end{aligned}$$

5.1.26) Pli

Pli para Uw = 2.5 kV
Pli = 0.3

5.1.27) Plit

Plit para Uwt = 1.5 kV
Plit = 0.5

5.1.28) Pz - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos

Pz = Pspd * Pli * Cli
Pz = 0.3

5.1.29) Pzt - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos SINAL

Pzt = Pspdt * Plit * Clit
Pzt = 0.5

5.1.30) Medidas de Proteção (descargas na estrutura) - Pta (Tabela B.1)

Nenhuma medida de Proteção
Pta = 1

5.1.31) Tipo de superfície do solo ou piso - Fator de redução rt (Tabela C.3)

Mármore, cerâmica (Resistência de contato entre 1 e 10 ohms)
rt = 0.001

5.1.32) Providências para reduzir consequências de incêndio - Fator de redução rp (Tabela C.4)

Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente,
instalações de alarme manuais, hidrantes. compartimentos à prova de fogo,
rotas de escape
rp = 0.5

5.1.33) Risco de incêndio ou explosão na estrutura - Fator de redução rf (Tabela C.5)

Incêndio: Risco Baixo
rf = 0.001

5.1.34) Perigo Especial - Fator hz (Tabela C.6)

Baixo nível de pânico (por exemplo, uma estrutura limitada a dois andares e número de pessoas não superior a 100)
hz = 2

5.1.35) Pa - Probabilidade de Descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque

$$Pa = P_{ta} * P_b$$
$$Pa = 1$$

5.1.36) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

5.1.36.1) Lt

$$L_t = 0.01$$

5.1.36.2) D2 - Danos Físicos - Lf (Tabela C.2)

Outros

$$L_f = 0.01$$

5.1.36.3) D3 - Falhas de sistemas internos - Lo (Tabela C.2)

Não Aplicável

$$L_o = 0$$

5.1.36.4) La

$$L_a = r_t * L_t * (n_z / n_t) * (t_z / 8760)$$
$$L_a = 0.01 * 10^{-3}$$

5.1.36.5) Lu

$$L_u = L_a = 0.01 * 10^{-3}$$

5.1.36.6) Lb

$$L_b = r_p * r_f * h_z * L_f * (n_z / n_t) * (t_z / 8760)$$
$$L_b = 0.01 * 10^{-3}$$

5.1.36.7) Lv

$$L_v = L_b = 0.01 * 10^{-3}$$

5.1.36.8) Lc

$$L_c = L_o * (n_z / n_t) * (t_z / 8760)$$
$$L_c = 0$$

5.1.36.9) Lm Lw Lz

$$L_m = L_w = L_z = L_c = 0$$

5.1.37) L4 - Perda econômica

5.1.37.1) D2 - Danos físicos - Lf (Tabela C.12)

Outros
 $Lf4 = 0.1$

5.1.37.2) D3 - Falha de sistemas internos - Lo (Tabela C.12)

Outros
 $Lo4 = 0.0001$

5.1.37.3) ca - Valor dos animais na Zona (milhões)

$ca = 0$ milhões

5.1.37.4) cb - Valor da edificação relevante à Zona (milhões)

$cb = 0.04$ milhões

5.1.37.5) cc - Valor do conteúdo da Zona (milhões)

$cc = 0.005$ milhões

5.1.37.6) cs - Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na Zona (milhões)

$cs = 0$ milhões

5.1.37.7) ct - Valor total da estrutura (soma de todas as zonas) (milhões)

$ct = 0.045$ milhões

5.1.37.8) La4

$La4 = rt * Lt4 * (ca / ct)$
 $La4 = 0$

5.1.37.9) Lu4

$Lu4 = La4 = 0$

5.1.37.10) Lb4

$Lb4 = rp * rf * Lf4 * ((ca + cb + cc + cs) / ct)$
 $Lb4 = 0.00005$

5.1.37.11) Lv4

$Lv4 = Lb4 = 0.00005$

5.1.37.12) Lc4

$$\begin{aligned}Lc4 &= Lo4 * (cs / ct) \\Lc4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.37.13) Lm4 Lw4 Lz4

$$Lm4 = Lw4 = Lz4 = Lc4 = 0$$

5.1.37.14) Le4

$$\begin{aligned}Le4 &= Lfe4 * (ce / ct) \\Le4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.37.15) Lft4

$$\begin{aligned}Lft4 &= Lf4 + Le4 \\Lft4 &= 0.1\end{aligned}$$

5.1.38) Riscos [R1] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.38.1) Ra

$$\begin{aligned}Ra &= Nd * Pa * La \\Ra &= 0.00047 * 1 * 0.01*10^{-3} \\Ra &= 0.04712*10^{-7}\end{aligned}$$

5.1.38.2) Rb

$$\begin{aligned}Rb &= Nd * Pb * Lb \\Rb &= 0.00047 * 1 * 0.01*10^{-3} \\Rb &= 0.04712*10^{-7}\end{aligned}$$

5.1.38.3) Ru

$$\begin{aligned}Ru &= (Nl + Ndj) * Pu * Lu \\Ru &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.01*10^{-3} \\Ru &= 0.00636*10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.38.4) Rut

$$\begin{aligned}Rut &= (Nlt + Ndj1) * Put * Lu \\Rut &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.01*10^{-3} \\Rut &= 0.00636*10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.38.5) Rv

$$\begin{aligned}Rv &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv \\Rv &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.01*10^{-3} \\Rv &= 0.00636*10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.38.6) Rvt

$$\begin{aligned}Rvt &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv \\Rvt &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.01*10^{-3} \\Rvt &= 0.00636*10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.38.7) R1z

$$\begin{aligned}R1z &= Ra + Rb + Ru + Rv + Rut + Rvt \\R1z &= 0.04712*10^{-7} + 0.04712*10^{-7} + 0.00636*10^{-4} + 0.00636*10^{-4} + \\0.00636*10^{-4} + 0.00636*10^{-4} \\R1z &= 0.255 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

5.1.39) Riscos [R4] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.39.1) Rb4

$$\begin{aligned}Rb4 &= Nd * Pb * Lb4 \\Rb4 &= 0.00047 * 1 * 0.00005 \\Rb4 &= 0.02356*10^{-6}\end{aligned}$$

5.1.39.2) Rc4

$$\begin{aligned}Rc4 &= Nd * Pc * Lc4 \\Rc4 &= 0.00047 * 1 * 0 \\Rc4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.39.3) Rm4

$$\begin{aligned}Rm4 &= Nm * Pm * Lm4 \\Rm4 &= 1.26338 * 0.16 * 0 \\Rm4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.39.4) Rv4

$$\begin{aligned}Rv4 &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv4 \\Rv4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.00005 \\Rv4 &= 0.0318*10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.39.5) Rvt4

$$\begin{aligned}Rvt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv4 \\Rvt4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.00005 \\Rvt4 &= 0.0318*10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.39.6) Rw4

$$\begin{aligned}Rw4 &= (Nl + Ndj) * Pw * Lw4 \\Rw4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0 \\Rw4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.39.7) Rwt4

$$\begin{aligned} Rwt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pwt * Lw4 \\ Rwt4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0 \\ Rwt4 &= 0 \end{aligned}$$

5.1.39.8) Rz4

$$\begin{aligned} Rz4 &= Ni * Pz * Lz4 \\ Rz4 &= 6.36 * 0.3 * 0 \\ Rz4 &= 0 \end{aligned}$$

5.1.39.9) R4z

$$\begin{aligned} R4z &= Rb4 + Rc4 + Rm4 + Rv4 + Rw4 + Rz4 + Rvt4 + Rwt4 + Rzt4 \\ R4z &= 0.02356*10^{-6} + 0 + 0 + 0.0318*10^{-4} + 0 + 0 + 0.0318*10^{-4} + 0 + 0 \\ R4z &= 0.00638 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

6) Risco Total

6.1) R1

$$\begin{aligned} Ra + Rb &= 0.000942 \times 10^{-5} \\ R1 &= 0.255 \times 10^{-5} \\ Rt1 &= 1 \times 10^{-5} \\ R1 &\leq Rt1 \\ (Ra + Rb) &\leq Rt1 \\ [OK] \end{aligned}$$

6.2) R4

$$\begin{aligned} Ra + Rb &= 0.0000236 \times 10^{-3} \\ R4 &= 0.00638 \times 10^{-3} \\ Rt4 &= 1 \times 10^{-3} \\ R4 &\leq Rt4 \\ (Ra + Rb) &\leq Rt4 \\ [OK] \end{aligned}$$

6.3) Estrutura Protegida.

$$\begin{aligned} R1 &\leq Rt1 \\ R4 &\leq Rt4 \end{aligned}$$

CONCLUSÃO - 1 Guarita

A estrutura **NÃO NECESSITA** da instalação de SPDA.

Estrutura: 2- Subestação

1) Densidade e descargas atmosféricas para a terra [Ng]

$Ng = 1.59$ [Descargas / km²/ano]
Fonte = Mapa - Nordeste

2) Geometria da Estrutura

Comprimento [L] = 6.93 m
Largura [W] = 5.08 m
Altura [H] = 3.2 m

3) Ad - Área de exposição equivalente [em m²]

$Ad = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + \pi * (3 * H)^2$
 $Ad = 6.93 * 5.08 + 2 * (3 * 3.2) * (6.93 + 5.08) + 3.14159 * (3 * 3.2)^2$
 $Ad = 555.33 \text{ m}^2$

4) Fatores de Ponderação

4.1) Fator de Localização da Estrutura PRINCIPAL - Cd (Tabela A.1)

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos
 $Cd = 0.5$

4.2) Comprimento da Linha de Energia

$Ll = 1000$ [m]

4.3) Fator de Instalação da Linha ENERGIA - Ci (Tabela A.2)

Aéreo
 $Ci = 1.0$

4.4) Fator do Tipo de Linha ENERGIA - Ct (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal
 $Ct = 1.0$

4.5) Fator Ambiental da Linha ENERGIA - Ce (Tabela A.4)

Rural
 $Ce = 1.0$

4.6) Comprimento da Linha de Sinal

$Llt = 1000$ [m]

4.7) Fator de Instalação da Linha SINAL - Cit (Tabela A.2)

Aéreo
Cit = 1.0

4.8) Fator do Tipo de Linha SINAL - Ctt (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal
Ctt = 1.0

4.9) Fator Ambiental da Linha SINAL - Cet (Tabela A.4)

Rural
Cet = 1.0

4.10) Nd - Número de Eventos Perigosos para a Estrutura [por ano]

$Nd = Ng * Ad * Cd * 10^{-6}$
Nd = 0.00044

4.11) Nm - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da estrutura [por ano]

$Nm = Ng * Am * 10^{-6}$
 $Am = 2 * 500 * (L + W) + Pi * 500^2$
Am = 797408.16
Nm = 1.26788

4.12) Nl - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha de Energia [por ano]

$Nl = Ng * Al * Ci * Ce * Ct * 10^{-6}$
Al = 40 * Ll
Al = 40000
Nl = 0.0636

4.13) Ni - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha de Energia [por ano]

$Ni = Ng * Ai * Ci * Ce * Ct * 10^{-6}$
Ai = 4000 * Ll
Ai = 4000000
Ni = 6.36

4.14) Nlt - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha SINAL [por ano]

$Nlt = Ng * Al * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6}$
Alt = 40 * Llt
Alt = 40000
Nlt = 0.0636

4.15) Nit - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha SINAL [por ano]

```
Nit = Ng * Ait * Cit * Cet * Ctt * 10^-6  
Ait = 4000 * Llt  
Ait = 4000000  
Nit = 6.36
```

4.16) Proteção da Estrutura - Pb (Tabela B.2)

```
Estrutura não protegida por SPDA  
Pb = 1
```

4.17) Tipo de linha externa Energia - Cld e Cli (Tabela B.4)

```
Linha aérea não blindada  
Cld = 1  
Cli = 1
```

4.18) Tipo de linha externa SINAL - Cldt e Clit (Tabela B.4)

```
Linha aérea não blindada  
Cldt = 1  
Clit = 1
```

4.19) Ks1

Ks1: leva em consideração a eficiência da blindagem por malha da estrutura, SPDA ou outra blindagem na interface ZPR 0/1;

Dentro de uma ZPR, em uma distância de segurança do limite da malha no mínimo igual à largura da malha Wm,

fatores Ks1 e Ks2 para SPDA ou blindagem tipo malha espacial podem ser avaliados como: $Ks1 = 0,12 \times Wm1$

Ks1 = 1

4.20) Uw Energia

Uw: é a tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido, expressa em quilovolts (kV).

Uw = 2.5

4.21) Ks4 Energia

Ks4: leva em consideração a tensão suportável de impulso do sistema a ser protegido. $Ks4 = 1 / Uw$

Ks4 = 0.4

4.22) Uwt Sinal

Uwt = 1.5

4.23) Ks4t Sinal

$$Ks4t = 0.67$$

4.24) Nível de Proteção NP - Peb (Tabela B.7)

$$\begin{aligned} \text{Sem DPS} \\ \text{Peb} &= 1 \end{aligned}$$

4.25) Roteamento, blindagem e interligação ENERGIA - Pld (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento ($U_w=2.5$)
 $Pld = 1$

4.26) Roteamento, blindagem e interligação SINAL - Pldt (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento ($U_w=1.5$)
 $Pldt = 1$

4.27) Pv - Probabilidade de Descarga na linha de Energia Causar danos físicos

$$\begin{aligned} P_v &= P_{eb} * P_{ld} * C_{ld} \\ P_v &= 1 \end{aligned}$$

4.28) Pvt - Probabilidade de Descarga na linha de Sinal Causar danos físicos

$$\begin{aligned} P_{vt} &= P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt} \\ P_{vt} &= 1 \end{aligned}$$

5) Zonas da Edificação

5.1) Zona: Zona 1 (Interna)

5.1.1) Número de pessoas na Zona

$$n_z = 1$$

5.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

$$n_t = 1$$

5.1.3) Tempo de presença das pessoas na Zona (h/ano)

$$t_z = 8760$$

5.1.4) Tempo de presença das pessoas em locais perigosos fora da estrutura (h/ano)

$t_e = 0$

5.1.5) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

Considerar

5.1.6) L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

Desprezar

5.1.7) L3 - Perda inaceitável de patrimônio cultural

Desprezar

5.1.8) L4 - Perda econômica

Considerar

5.1.9) Risco de Explosão / Hospitais

Não

5.1.10) Medidas de Proteção (descargas na linha) - Ptu (Tabela B.6)

Nenhuma medida de proteção
 $P_{tu} = 1$

5.1.11) Ks2

$K_{s2} = 1$

5.1.12) Nível de Proteção NP ENERGIA - Pspd (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado
 $P_{spd} = 1$

5.1.13) Fiação Interna ENERGIA - Ks3 (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
 $K_{s3} = 1$

5.1.14) Nível de Proteção NP SINAL - Pspdt (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado
 $P_{spdt} = 1$

5.1.15) Fiação Interna SINAL - Ks3t (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m2)
 $Ks3t = 1$

5.1.16) Pc - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos

$$Pc = Pspd * Cld$$
$$Pc = 1$$

5.1.17) Pct - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$$Pct = Pspdt * Cldt$$
$$Pct = 1$$

5.1.18) Pms

$$Pms = (Ks1 * Ks2 * Ks3 * Ks4)^2$$
$$Pms = 0.16$$

5.1.19) Pmst

$$Pmst = (Ks1 * Ks2 * Ks3t * Ks4t)^2$$
$$Pmst = 0.4489$$

5.1.20) Pm - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos

$$Pm = Pspd * Pms$$
$$Pm = 0.16$$

5.1.21) Pmt - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$$Pmt = Pspdt * Pmst$$
$$Pm = 0.4489$$

5.1.22) Pu - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque

$$Pu = Pt_u * P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$$
$$Pu = 1$$

5.1.23) Put - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque SINAL

$$Put = Pt_u * P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt}$$
$$Put = 1$$

5.1.24) Pw - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos

$$P_w = P_{spd} * P_{ld} * C_{ld}$$
$$P_w = 1$$

5.1.25) Pwt - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$P_{wt} = P_{spdt} * P_{ldt} * C_{ldt}$$
$$P_{wt} = 1$$

5.1.26) Pli

$$P_{li} \text{ para } U_w = 2.5 \text{ kV}$$
$$P_{li} = 0.3$$

5.1.27) Plit

$$P_{lit} \text{ para } U_{wt} = 1.5 \text{ kV}$$
$$P_{lit} = 0.5$$

5.1.28) Pz - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos

$$P_z = P_{spd} * P_{li} * C_{li}$$
$$P_z = 0.3$$

5.1.29) Pzt - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$P_{zt} = P_{spdt} * P_{lit} * C_{lit}$$
$$P_{zt} = 0.5$$

5.1.30) Medidas de Proteção (descargas na estrutura) - Pta (Tabela B.1)

$$\text{Nenhuma medida de Proteção}$$
$$P_{ta} = 1$$

5.1.31) Tipo de superfície do solo ou piso - Fator de redução r_t (Tabela C.3)

$$\text{Mármore, cerâmica (Resistência de contato entre 1 e 10 ohms)}$$
$$r_t = 0.001$$

5.1.32) Providências para reduzir consequências de incêndio - Fator de redução r_p (Tabela C.4)

Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes. compartimentos à prova de fogo, rotas de escape

$$r_p = 0.5$$

5.1.33) Risco de incêndio ou explosão na estrutura - Fator de redução r_f (Tabela C.5)

Incêndio: Risco Alto
 $r_f = 0.1$

5.1.34) Perigo Especial - Fator h_z (Tabela C.6)

Baixo nível de pânico (por exemplo, uma estrutura limitada a dois andares e número de pessoas não superior a 100)
 $h_z = 2$

5.1.35) P_a - Probabilidade de Descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque

$P_a = P_{ta} * P_b$
 $P_a = 1$

5.1.36) L_1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

5.1.36.1) L_t

$L_t = 0.01$

5.1.36.2) D_2 - Danos Físicos - L_f (Tabela C.2)

Outros
 $L_f = 0.01$

5.1.36.3) D_3 - Falhas de sistemas internos - L_o (Tabela C.2)

Não Aplicável
 $L_o = 0$

5.1.36.4) L_a

$L_a = r_t * L_t * (n_z / n_t) * (t_z / 8760)$
 $L_a = 0.01 * 10^{-3}$

5.1.36.5) L_u

$L_u = L_a = 0.01 * 10^{-3}$

5.1.36.6) L_b

$L_b = r_p * r_f * h_z * L_f * (n_z / n_t) * (t_z / 8760)$
 $L_b = 0.001$

5.1.36.7) L_v

$L_v = L_b = 0.001$

5.1.36.8) Lc

$$Lc = Lo * (nz / nt) * (tz / 8760) \\ Lc = 0$$

5.1.36.9) Lm Lw Lz

$$Lm = Lw = Lz = Lc = 0$$

5.1.37) L4 - Perda econômica

5.1.37.1) D2 - Danos físicos - Lf (Tabela C.12)

$$\text{Outros} \\ Lf4 = 0.1$$

5.1.37.2) D3 - Falha de sistemas internos - Lo (Tabela C.12)

$$\text{Outros} \\ Lo4 = 0.0001$$

5.1.37.3) ca - Valor dos animais na Zona (milhões)

$$ca = 0 \text{ milhões}$$

5.1.37.4) cb - Valor da edificação relevante à Zona (milhões)

$$cb = 0.03 \text{ milhões}$$

5.1.37.5) cc - Valor do conteúdo da Zona (milhões)

$$cc = 0.12 \text{ milhões}$$

5.1.37.6) cs - Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na Zona (milhões)

$$cs = 0 \text{ milhões}$$

5.1.37.7) ct - Valor total da estrutura (soma de todas as zonas) (milhões)

$$ct = 0.15 \text{ milhões}$$

5.1.37.8) La4

$$La4 = rt * Lt4 * (ca / ct) \\ La4 = 0$$

5.1.37.9) Lu4

$$Lu4 = La4 = 0$$

5.1.37.10) Lb4

$$\begin{aligned}Lb4 &= rp * rf * Lf4 * ((ca + cb + cc + cs) / ct) \\Lb4 &= 0.005\end{aligned}$$

5.1.37.11) Lv4

$$Lv4 = Lb4 = 0.005$$

5.1.37.12) Lc4

$$\begin{aligned}Lc4 &= Lo4 * (cs / ct) \\Lc4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.37.13) Lm4 Lw4 Lz4

$$Lm4 = Lw4 = Lz4 = Lc4 = 0$$

5.1.37.14) Le4

$$\begin{aligned}Le4 &= Lfe4 * (ce / ct) \\Le4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.37.15) Lft4

$$\begin{aligned}Lft4 &= Lf4 + Le4 \\Lft4 &= 0.1\end{aligned}$$

5.1.38) Riscos [R1] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.38.1) Ra

$$\begin{aligned}Ra &= Nd * Pa * La \\Ra &= 0.00044 * 1 * 0.01*10^{-3} \\Ra &= 0.04415*10^{-7}\end{aligned}$$

5.1.38.2) Rb

$$\begin{aligned}Rb &= Nd * Pb * Lb \\Rb &= 0.00044 * 1 * 0.001 \\Rb &= 0.04415*10^{-5}\end{aligned}$$

5.1.38.3) Ru

$$\begin{aligned}Ru &= (Nl + Ndj) * Pu * Lu \\Ru &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.01*10^{-3} \\Ru &= 0.00636*10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.38.4) Rut

$$\begin{aligned}Rut &= (Nlt + Ndjl) * Put * Lu \\Rut &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.01*10^{-3} \\Rut &= 0.00636*10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.38.5) Rv

$$\begin{aligned}Rv &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv \\Rv &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.001 \\Rv &= 0.00006\end{aligned}$$

5.1.38.6) Rvt

$$\begin{aligned}Rvt &= (Nlt + Ndjl) * Pvt * Lv \\Rvt &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.001 \\Rvt &= 0.00006\end{aligned}$$

5.1.38.7) R1z

$$\begin{aligned}R1z &= Ra + Rb + Ru + Rv + Rut + Rvt \\R1z &= 0.04415*10^{-7} + 0.04415*10^{-5} + 0.00636*10^{-4} + 0.00006 + 0.00636*10^{-4} + 0.00006 \\R1z &= 12.89 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

5.1.39) Riscos [R4] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.39.1) Rb4

$$\begin{aligned}Rb4 &= Nd * Pb * Lb4 \\Rb4 &= 0.00044 * 1 * 0.005 \\Rb4 &= 0.02207*10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.39.2) Rc4

$$\begin{aligned}Rc4 &= Nd * Pc * Lc4 \\Rc4 &= 0.00044 * 1 * 0 \\Rc4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.39.3) Rm4

$$\begin{aligned}Rm4 &= Nm * Pm * Lm4 \\Rm4 &= 1.26788 * 0.16 * 0 \\Rm4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.39.4) Rv4

$$\begin{aligned}Rv4 &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv4 \\Rv4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.005 \\Rv4 &= 0.00032\end{aligned}$$

5.1.39.5) Rvt4

$$\begin{aligned}Rvt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv4 \\Rvt4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.005 \\Rvt4 &= 0.00032\end{aligned}$$

5.1.39.6) Rw4

$$\begin{aligned}Rw4 &= (Nl + Ndj) * Pw * Lw4 \\Rw4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0 \\Rw4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.39.7) Rwt4

$$\begin{aligned}Rwt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pwt * Lw4 \\Rwt4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0 \\Rwt4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.39.8) Rz4

$$\begin{aligned}Rz4 &= Ni * Pz * Lz4 \\Rz4 &= 6.36 * 0.3 * 0 \\Rz4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.39.9) R4z

$$\begin{aligned}R4z &= Rb4 + Rc4 + Rm4 + Rv4 + Rw4 + Rz4 + Rvt4 + Rwt4 + Rzt4 \\R4z &= 0.02207 * 10^{-4} + 0 + 0 + 0.00032 + 0 + 0 + 0.00032 + 0 + 0 \\R4z &= 0.638 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

6) Risco Total

6.1) R1

$$\begin{aligned}Ra + Rb &= 0.0446 \times 10^{-5} \\R1 &= 12.89 \times 10^{-5} \\Rt1 &= 1 \times 10^{-5} \\R1 &> Rt1 \\(Ra + Rb) &\leq Rt1 \\[Requer a instalação de SPDA ou MPS]\end{aligned}$$

6.2) R4

$$\begin{aligned}Ra + Rb &= 0.00221 \times 10^{-3} \\R4 &= 0.638 \times 10^{-3} \\Rt4 &= 1 \times 10^{-3} \\R4 &\leq Rt4 \\(Ra + Rb) &\leq Rt4 \\[OK]\end{aligned}$$

6.3) Estrutura Desprotegida: Talvez a instalação de DPS ou outros MPSs evitem a necessidade de um SPDA.

$R_{ab1} \leq R_{t1}$
 $R_{ab4} \leq R_{t4}$

7) Nível de Proteção adotada: II

8) Método Utilizado

8.1) Malha ou da Gaiola de Faraday

Módulos da malha [Nível de Proteção II]

Afastamento máximo da Malha = 10x10 m

9) Cálculo do Número de descidas [N]

Area = 35.2 m².
Altura = 3.2 m.
Perímetro = 24.02 m.
Cantos Salientes da Estrutura = 4

Nível de Proteção II: Espaçamento médio = 10m

$N = \text{Perímetro} / 10\text{m} + (\text{número de cantos salientes})$ [N = 7] para Nível de Proteção: II

$N = \text{Altura} / 10\text{m} + (\text{número de cantos salientes})$ | $N = 3.2 / 10 + 4$ | $N = 5$
 $N \geq 2$ (Para descidas não naturais)

N = 4 descidas.

10) Cálculo do Comprimento da Haste Vertical ou Inclinada

Haste adotada: Vertical

$r = 18 \text{ ohms.m}$ [resistividade do solo] com tratamento químico no solo- Sal adicionado (% por peso de umidade) - 0,1%
 $R = 10 \text{ ohms}$ [Resistência de aterramento]
 $L = \text{Comprimento da Haste em (m)}$

$L = r / R$
 $L = 18 / 10$
 $L = 1,8 \text{ m}$

$l_1(\text{min}) = 0,9\text{m}$

$L = 2,40 \text{ m}$

$R_e = 3.82 \text{ m}$ [Raio médio da área abrangida pelos eletrodos]

Comprimento Adicional [Re < 11]

Comprimento Adicional Vertical = 0.59 m

11) Anéis horizontais de interligação das descidas

Instalação de 1 Anél horizontal de aterramento enterrado

Altura: 3.2m <= 10m (Não é necessário anél horizontal intermediário)

12) Seções mínimas

12.1) Condutores de Captação, Hastes Captoras e Condutores de Descidas

Cobre - Encordado de 35mm² Diâmetro de cada fio da oordalha 2.5mm

12.2) Eletrodo de Aterramento

Cobre - Encordado - 50 mm² - Diâmetro de cada fio - cordoalha 3 mm

Estruturas: 3 -Bloco Administrativo

1) Densidade e descargas atmosféricas para a terra [Ng]

Ng = 1.59 [Descargas / km²/ano]

Fonte = Mapa - Nordeste

2) Geometria da Estrutura

Comprimento [L] = 36.09 m

Largura [W] = 13.21 m

Altura [H] = 7.73 m

3) Ad - Área de exposição equivalente [em m²]

$Ad = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + PI * (3 * H)^2$

$Ad = 36.09 * 13.21 + 2 * (3 * 7.73) * (36.09 + 13.21) + 3.14159 * (3 * 7.73)^2$

Ad = 4452.76 m²

4) Fatores de Ponderação

4.1) Fator de Localização da Estrutura PRINCIPAL - Cd (Tabela A.1)

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos

Cd = 0.5

4.2) Comprimento da Linha de Energia

$$Ll = 1000 \text{ [m]}$$

4.3) Fator de Instalação da Linha ENERGIA - Ci (Tabela A.2)

Aéreo
 $Ci = 1.0$

4.4) Fator do Tipo de Linha ENERGIA - Ct (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal
 $Ct = 1.0$

4.5) Fator Ambiental da Linha ENERGIA - Ce (Tabela A.4)

Rural
 $Ce = 1.0$

4.6) Comprimento da Linha de Sinal

$$Llt = 1000 \text{ [m]}$$

4.7) Fator de Instalação da Linha SINAL - Cit (Tabela A.2)

Aéreo
 $Cit = 1.0$

4.8) Fator do Tipo de Linha SINAL - Ctt (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal
 $Ctt = 1.0$

4.9) Fator Ambiental da Linha SINAL - Cet (Tabela A.4)

Rural
 $Cet = 1.0$

4.10) Nd - Número de Eventos Perigosos para a Estrutura [por ano]

$$Nd = Ng * Ad * Cd * 10^{-6}$$
$$Nd = 0.00354$$

4.11) Nm - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da estrutura [por ano]

$$Nm = Ng * Am * 10^{-6}$$
$$Am = 2 * 500 * (L + W) + Pi * 500^2$$
$$Am = 834698.16$$
$$Nm = 1.32717$$

4.12) NI - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na

linha de Energia [por ano]

```
Nl = Ng * Al * Ci * Ce * Ct * 10^-6  
Al = 40 * Ll  
Al = 40000  
Nl = 0.0636
```

4.13) Ni - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha de Energia [por ano]

```
Ni = Ng * Ai * Ci * Ce * Ct * 10^-6  
Ai = 4000 * Ll  
Ai = 4000000  
Ni = 6.36
```

4.14) Nlt - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha SINAL [por ano]

```
Nlt = Ng * Al * Cit * Cet * Ctt * 10^-6  
Alt = 40 * Llt  
Alt = 40000  
Nlt = 0.0636
```

4.15) Nit - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha SINAL [por ano]

```
Nit = Ng * Ait * Cit * Cet * Ctt * 10^-6  
Ait = 4000 * Llt  
Ait = 4000000  
Nit = 6.36
```

4.16) Proteção da Estrutura - Pb (Tabela B.2)

```
Estrutura não protegida por SPDA  
Pb = 1
```

4.17) Tipo de linha externa Energia - Cld e Cli (Tabela B.4)

```
Linha aérea não blindada  
Cld = 1  
Cli = 1
```

4.18) Tipo de linha externa SINAL - Cldt e Clit (Tabela B.4)

```
Linha aérea não blindada  
Cldt = 1  
Clit = 1
```

4.19) Ks1

Ks1: leva em consideração a eficiência da blindagem por malha da estrutura, SPDA ou outra blindagem na interface ZPR 0/1;

Dentro de uma ZPR, em uma distância de segurança do limite da malha no mínimo igual à largura da malha Wm,

fatores Ks1 e Ks2 para SPDA ou blindagem tipo malha espacial podem ser avaliados como: $Ks1 = 0,12 \times Wm1$

$$Ks1 = 1$$

4.20) Uw Energia

Uw: é a tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido, expressa em quilovolts (kV).

$$Uw = 2.5$$

4.21) Ks4 Energia

Ks4: leva em consideração a tensão suportável de impulso do sistema a ser protegido. $Ks4 = 1 / Uw$

$$Ks4 = 0.4$$

4.22) Uwt Sinal

$$Uwt = 1.5$$

4.23) Ks4t Sinal

$$Ks4t = 0.67$$

4.24) Nível de Proteção NP - Peb (Tabela B.7)

Sem DPS

$$Peb = 1$$

4.25) Roteamento, blindagem e interligação ENERGIA - Pld (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo

barramento de equipotencialização do equipamento (Uw=2.5)

$$Pld = 1$$

4.26) Roteamento, blindagem e interligação SINAL - Pldt (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo

barramento de equipotencialização do equipamento (Uw=1.5)

$$Pldt = 1$$

4.27) Pv - Probabilidade de Descarga na linha de Energia Causar danos físicos

$$Pv = Peb \times Pld \times Cld$$

$$Pv = 1$$

4.28) Pvt - Probabilidade de Descarga na linha de Sinal Causar danos físicos

$$Pvt = Peb \times Pldt \times Cltd$$

Pvt = 1

5) Zonas da Edificação

5.1) Zona: Zona 1 (Interna)

5.1.1) Número de pessoas na Zona

nz = 48

5.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

nt = 485

5.1.3) Tempo de presença das pessoas na Zona (h/ano)

tz = 8760

5.1.4) Tempo de presença das pessoas em locais perigosos fora da estrutura (h/ano)

te = 0

5.1.5) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

Considerar

5.1.6) L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

Desprezar

5.1.7) L3 - Perda inaceitável de patrimônio cultural

Desprezar

5.1.8) L4 - Perda econômica

Considerar

5.1.9) Risco de Explosão / Hospitais

Não

5.1.10) Medidas de Proteção (descargas na linha) - Ptu (Tabela B.6)

Nenhuma medida de proteção

Ptu = 1

5.1.11) Ks2

$$Ks2 = 1$$

5.1.12) Nível de Proteção NP ENERGIA - Pspd (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado
 $Pspd = 1$

5.1.13) Fiação Interna ENERGIA - Ks3 (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
 $Ks3 = 1$

5.1.14) Nível de Proteção NP SINAL - Pspdt (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado
 $Pspdt = 1$

5.1.15) Fiação Interna SINAL - Ks3t (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
 $Ks3t = 1$

5.1.16) Pc - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos

$$Pc = Pspd * Cld$$
$$Pc = 1$$

5.1.17) Pct - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$$Pct = Pspdt * Cltd$$
$$Pct = 1$$

5.1.18) Pms

$$Pms = (Ks1 * Ks2 * Ks3 * Ks4)^2$$
$$Pms = 0.16$$

5.1.19) Pmst

$$Pmst = (Ks1 * Ks2 * Ks3t * Ks4t)^2$$
$$Pmst = 0.4489$$

5.1.20) Pm - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos

$$P_m = P_{spd} * P_{ms}$$
$$P_m = 0.16$$

5.1.21) Pmt - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$$P_{mt} = P_{spdt} * P_{mst}$$
$$P_m = 0.4489$$

5.1.22) Pu - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque

$$P_u = P_{tu} * P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$$
$$P_u = 1$$

5.1.23) Put - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque SINAL

$$P_{ut} = P_{tu} * P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt}$$
$$P_{ut} = 1$$

5.1.24) Pw - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos

$$P_w = P_{spd} * P_{ld} * C_{ld}$$
$$P_w = 1$$

5.1.25) Pwt - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$P_{wt} = P_{spdt} * P_{ldt} * C_{ldt}$$
$$P_{wt} = 1$$

5.1.26) Pli

$$P_{li} \text{ para } U_w = 2.5 \text{ kV}$$
$$P_{li} = 0.3$$

5.1.27) Plit

$$P_{lit} \text{ para } U_{wt} = 1.5 \text{ kV}$$
$$P_{lit} = 0.5$$

5.1.28) Pz - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos

$$P_z = P_{spd} * P_{li} * C_{li}$$
$$P_z = 0.3$$

5.1.29) Pzt - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$Pzt = Pspdt * Plit * Clit$
 $Pzt = 0.5$

5.1.30) Medidas de Proteção (descargas na estrutura) - Pta (Tabela B.1)

Nenhuma medida de Proteção
 $Pta = 1$

5.1.31) Tipo de superfície do solo ou piso - Fator de redução rt (Tabela C.3)

Mármore, cerâmica (Resistência de contato entre 1 e 10 ohms)
 $rt = 0.001$

5.1.32) Providências para reduzir consequências de incêndio - Fator de redução rp (Tabela C.4)

Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes. compartimentos à prova de fogo, rotas de escape
 $rp = 0.5$

5.1.33) Risco de incêndio ou explosão na estrutura - Fator de redução rf (Tabela C.5)

Incêndio: Risco Normal
 $rf = 0.01$

5.1.34) Perigo Especial - Fator hz (Tabela C.6)

Baixo nível de pânico (por exemplo, uma estrutura limitada a dois andares e número de pessoas não superior a 100)
 $hz = 2$

5.1.35) Pa - Probabilidade de Descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque

$Pa = Pta * Pb$
 $Pa = 1$

5.1.36) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

5.1.36.1) Lt

$Lt = 0.01$

5.1.36.2) D2 - Danos Físicos - Lf (Tabela C.2)

Hospital, hotel, escola, edifício cívico
 $Lf = 0.1$

5.1.36.3) D3 - Falhas de sistemas internos - Lo (Tabela C.2)

Não Aplicável
Lo = 0

5.1.36.4) La

$La = rt * Lt * (nz / nt) * (tz / 8760)$
 $La = 0.0099 * 10^{-4}$

5.1.36.5) Lu

$Lu = La = 0.0099 * 10^{-4}$

5.1.36.6) Lb

$Lb = rp * rf * hz * Lf * (nz / nt) * (tz / 8760)$
 $Lb = 0.0001$

5.1.36.7) Lv

$Lv = Lb = 0.0001$

5.1.36.8) Lc

$Lc = Lo * (nz / nt) * (tz / 8760)$
 $Lc = 0$

5.1.36.9) Lm Lw Lz

$Lm = Lw = Lz = Lc = 0$

5.1.37) L4 - Perda econômica

5.1.37.1) D2 - Danos físicos - Lf (Tabela C.12)

Hotel, escola, escritório, igreja, entretenimento público, comercial
 $Lf4 = 0.2$

5.1.37.2) D3 - Falha de sistemas internos - Lo (Tabela C.12)

Museu, agricultura, escola, igreja, entretenimento público
 $Lo4 = 0.001$

5.1.37.3) ca - Valor dos animais na Zona (milhões)

ca = 0 milhões

5.1.37.4) cb - Valor da edificação relevante à Zona (milhões)

5.1.37.5) cc - Valor do conteúdo da Zona (milhões)

$$cc = 1 \text{ milhões}$$

5.1.37.6) cs - Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na Zona (milhões)

$$cs = 0 \text{ milhões}$$

5.1.37.7) ct - Valor total da estrutura (soma de todas as zonas) (milhões)

$$ct = 2.95 \text{ milhões}$$

5.1.37.8) La4

$$\begin{aligned} La4 &= rt * Lt4 * (ca / ct) \\ La4 &= 0 \end{aligned}$$

5.1.37.9) Lu4

$$Lu4 = La4 = 0$$

5.1.37.10) Lb4

$$\begin{aligned} Lb4 &= rp * rf * Lf4 * ((ca + cb + cc + cs) / ct) \\ Lb4 &= 0.001 \end{aligned}$$

5.1.37.11) Lv4

$$Lv4 = Lb4 = 0.001$$

5.1.37.12) Lc4

$$\begin{aligned} Lc4 &= Lo4 * (cs / ct) \\ Lc4 &= 0 \end{aligned}$$

5.1.37.13) Lm4 Lw4 Lz4

$$Lm4 = Lw4 = Lz4 = Lc4 = 0$$

5.1.37.14) Le4

$$\begin{aligned} Le4 &= Lfe4 * (ce / ct) \\ Le4 &= 0 \end{aligned}$$

5.1.37.15) Lft4

$$Lft4 = Lf4 + Le4$$

5.1.38) Riscos [R1] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.38.1) Ra

$$\begin{aligned} Ra &= Nd * Pa * La \\ Ra &= 0.00354 * 1 * 0.0099 * 10^{-4} \\ Ra &= 0.03503 * 10^{-7} \end{aligned}$$

5.1.38.2) Rb

$$\begin{aligned} Rb &= Nd * Pb * Lb \\ Rb &= 0.00354 * 1 * 0.0001 \\ Rb &= 0.03503 * 10^{-5} \end{aligned}$$

5.1.38.3) Ru

$$\begin{aligned} Ru &= (Nl + Ndj) * Pu * Lu \\ Ru &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.0099 * 10^{-4} \\ Ru &= 0.00629 * 10^{-5} \end{aligned}$$

5.1.38.4) Rut

$$\begin{aligned} Rut &= (Nlt + Ndj1) * Put * Lu \\ Rut &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.0099 * 10^{-4} \\ Rut &= 0.00629 * 10^{-5} \end{aligned}$$

5.1.38.5) Rv

$$\begin{aligned} Rv &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv \\ Rv &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.0001 \\ Rv &= 0.00629 * 10^{-3} \end{aligned}$$

5.1.38.6) Rvt

$$\begin{aligned} Rvt &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv \\ Rvt &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.0001 \\ Rvt &= 0.00629 * 10^{-3} \end{aligned}$$

5.1.38.7) R1z

$$\begin{aligned} R1z &= Ra + Rb + Ru + Rv + Rut + Rvt \\ R1z &= 0.03503 * 10^{-7} + 0.03503 * 10^{-5} + 0.00629 * 10^{-5} + 0.00629 * 10^{-3} + \\ &0.00629 * 10^{-5} + 0.00629 * 10^{-3} \\ R1z &= 1.31 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

5.1.39) Riscos [R4] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.39.1) Rb4

$$\begin{aligned}Rb4 &= Nd * Pb * Lb4 \\Rb4 &= 0.00354 * 1 * 0.001 \\Rb4 &= 0.0354 * 10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.39.2) Rc4

$$\begin{aligned}Rc4 &= Nd * Pc * Lc4 \\Rc4 &= 0.00354 * 1 * 0 \\Rc4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.39.3) Rm4

$$\begin{aligned}Rm4 &= Nm * Pm * Lm4 \\Rm4 &= 1.32717 * 0.16 * 0 \\Rm4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.39.4) Rv4

$$\begin{aligned}Rv4 &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv4 \\Rv4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.001 \\Rv4 &= 0.00006\end{aligned}$$

5.1.39.5) Rvt4

$$\begin{aligned}Rvt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv4 \\Rvt4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.001 \\Rvt4 &= 0.00006\end{aligned}$$

5.1.39.6) Rw4

$$\begin{aligned}Rw4 &= (Nl + Ndj) * Pw * Lw4 \\Rw4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0 \\Rw4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.39.7) Rwt4

$$\begin{aligned}Rwt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pwt * Lw4 \\Rwt4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0 \\Rwt4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.39.8) Rz4

$$\begin{aligned}Rz4 &= Ni * Pz * Lz4 \\Rz4 &= 6.36 * 0.3 * 0 \\Rz4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.39.9) R4z

$$\begin{aligned}R4z &= Rb4 + Rc4 + Rm4 + Rv4 + Rw4 + Rz4 + Rvt4 + Rwt4 + Rzt4 \\R4z &= 0.0354 \times 10^{-4} + 0 + 0 + 0.00006 + 0 + 0 + 0.00006 + 0 + 0 \\R4z &= 0.131 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

6) Risco Total

6.1) R1

$$\begin{aligned}Ra + Rb &= 0.0354 \times 10^{-5} \\R1 &= 1.31 \times 10^{-5} \\Rt1 &= 1 \times 10^{-5} \\R1 &> Rt1 \\(Ra + Rb) &\leq Rt1 \\[Requer a instalação de SPDA ou MPS]\end{aligned}$$

6.2) R4

$$\begin{aligned}Ra + Rb &= 0.00354 \times 10^{-3} \\R4 &= 0.131 \times 10^{-3} \\Rt4 &= 1 \times 10^{-3} \\R4 &\leq Rt4 \\(Ra + Rb) &\leq Rt4 \\[OK]\end{aligned}$$

6.3) Estrutura Desprotegida: Talvez a instalação de DPS ou outros MPSs evitem a necessidade de um SPDA.

$$\begin{aligned}Rab1 &\leq Rt1 \\Rab4 &\leq Rt4\end{aligned}$$

7) Nível de Proteção adotada: II

8) Método Utilizado

8.1) Malha ou da Gaiola de Faraday

Módulos da malha [Nível de Proteção II]
Afastamento máximo da Malha = 10x10 m

9) Cálculo do Número de descidas [N]

$$\begin{aligned}\text{Area} &= 476.75 \text{ m}^2. \\ \text{Altura} &= 7.73 \text{ m}. \\ \text{Perímetro} &= 98.6 \text{ m}. \\ \text{Cantos Salientes da Estrutura} &= 6\end{aligned}$$

$N = \text{Perímetro} / 10\text{m} + (\text{número de cantos salientes})$ [N = 14] para Nível de Proteção: II
 $N = \text{Altura} / 10\text{m} + (\text{número de cantos salientes})$ | $N = 7.73 / 10 + 6$ | $N = 7$
 $N \geq 2$ (Para descidas não naturais)

 $N = 12$ descidas.

10) Cálculo do Comprimento da Haste Vertical ou Inclinada

Haste adotada: Vertical

$r = 18 \text{ ohms.m}$ [resistividade do solo] com tratamento químico no solo- Sal adicionado (% por peso de umidade) - 0,1%
 $R = 10 \text{ ohms}$ [Resistência de aterramento]
 $L = \text{Comprimento da Haste em (m)}$

$L = r / R$
 $L = 18 / 10$
 $L = 1,8 \text{ m}$

$l_1(\text{min}) = 0,9\text{m}$

$L = 2,40 \text{ m}$

$R_e = 15.69 \text{ m}$ [Raio médio da área abrangida pelos eletrodos]

Comprimento Adicional [$R_e \geq l_1$] [OK]

11) Anéis horizontais de interligação das descidas

Instalação de 1 Anél horizontal de aterramento enterrado
Altura: 7.73m $\leq 10\text{m}$ (Não é necessário anél horizontal intermediário)

12) Seções mínimas

12.1) Condutores de Captação, Hastes Captoras e Condutores de Descidas

Cobre - Encordado 35mm² Diâmetro de cada fio da oordalha 2.5mm

12.2) Eletrodo de Aterramento

Cobre - Encordado - 50 mm² - Diâmetro de cada fio - cordoalha 3 mm

Projeto: 4 –Bloco Multidisciplinar

1) Densidade e descargas atmosféricas para a terra [Ng]

Ng = 1.59 [Descargas / km²/ano]
Fonte = Mapa - Nordeste

2) Geometria da Estrutura

Comprimento [L] = 105.26 m
Largura [W] = 45.16 m
Altura [H] = 4.19 m

3) Ad - Área de exposição equivalente [em m²]

$Ad = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + \pi * (3 * H)^2$
 $Ad = 105.26 * 45.16 + 2 * (3 * 4.19) * (105.26 + 45.16) + 3.14159 * (3 * 4.19)^2$
 $Ad = 8535.1004 \text{ m}^2$

4) Fatores de Ponderação

4.1) Fator de Localização da Estrutura PRINCIPAL - Cd (Tabela A.1)

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos
Cd = 0.5

4.2) Comprimento da Linha de Energia

Ll = 1000 [m]

4.3) Fator de Instalação da Linha ENERGIA - Ci (Tabela A.2)

Aéreo
Ci = 1.0

4.4) Fator do Tipo de Linha ENERGIA - Ct (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal
Ct = 1.0

4.5) Fator Ambiental da Linha ENERGIA - Ce (Tabela A.4)

Rural
Ce = 1.0

4.6) Comprimento da Linha de Sinal

Llt = 1000 [m]

4.7) Fator de Instalação da Linha SINAL - Cit (Tabela A.2)

Aéreo
Cit = 1.0

4.8) Fator do Tipo de Linha SINAL - Ctt (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal
 $C_{tt} = 1.0$

4.9) Fator Ambiental da Linha SINAL - Cet (Tabela A.4)

Rural
 $C_{et} = 1.0$

4.10) Nd - Número de Eventos Perigosos para a Estrutura [por ano]

$N_d = N_g * A_d * C_d * 10^{-6}$
 $N_d = 0.00354$

4.11) Nm - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da estrutura [por ano]

$N_m = N_g * A_m * 10^{-6}$
 $A_m = 2 * 500 * (L + W) + \pi * 500^2$
 $A_m = 834698.16$
 $N_m = 1.32717$

4.12) Nl - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha de Energia [por ano]

$N_l = N_g * A_l * C_i * C_e * C_t * 10^{-6}$
 $A_l = 40 * L_l$
 $A_l = 40000$
 $N_l = 0.0636$

4.13) Ni - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha de Energia [por ano]

$N_i = N_g * A_i * C_i * C_e * C_t * 10^{-6}$
 $A_i = 4000 * L_l$
 $A_i = 4000000$
 $N_i = 6.36$

4.14) Nlt - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha SINAL [por ano]

$N_{lt} = N_g * A_l * C_{it} * C_{et} * C_{tt} * 10^{-6}$
 $A_{lt} = 40 * L_{lt}$
 $A_{lt} = 40000$
 $N_{lt} = 0.0636$

4.15) Nit - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha SINAL [por ano]

$Nit = Ng * Ait * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6}$
 $Ait = 4000 * Llt$
 $Ait = 4000000$
 $Nit = 6.36$

4.16) Proteção da Estrutura - Pb (Tabela B.2)

Estrutura não protegida por SPDA
 $Pb = 1$

4.17) Tipo de linha externa Energia - Cld e Cli (Tabela B.4)

Linha aérea não blindada
 $Cld = 1$
 $Cli = 1$

4.18) Tipo de linha externa SINAL - Cldt e Clit (Tabela B.4)

Linha aérea não blindada
 $Cldt = 1$
 $Clit = 1$

4.19) Ks1

Ks1: leva em consideração a eficiência da blindagem por malha da estrutura, SPDA ou outra blindagem na interface ZPR 0/1;

Dentro de uma ZPR, em uma distância de segurança do limite da malha no mínimo igual à largura da malha Wm ,

fatores Ks1 e Ks2 para SPDA ou blindagem tipo malha espacial podem ser avaliados como: $Ks1 = 0,12 * Wm1$

$Ks1 = 1$

4.20) Uw Energia

Uw: é a tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido, expressa em quilovolts (kV).

$Uw = 2.5$

4.21) Ks4 Energia

Ks4: leva em consideração a tensão suportável de impulso do sistema a ser protegido. $Ks4 = 1 / Uw$

$Ks4 = 0.4$

4.22) Uwt Sinal

$Uwt = 1.5$

4.23) Ks4t Sinal

$$K_{s4t} = 0.67$$

4.24) Nível de Proteção NP - Peb (Tabela B.7)

$$\begin{aligned} \text{Sem DPS} \\ \text{Peb} &= 1 \end{aligned}$$

4.25) Roteamento, blindagem e interligação ENERGIA - Pld (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento ($U_w=2.5$)
 $Pl_d = 1$

4.26) Roteamento, blindagem e interligação SINAL - Pldt (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento ($U_w=1.5$)
 $Pl_{dt} = 1$

4.27) Pv - Probabilidade de Descarga na linha de Energia Causar danos físicos

$$\begin{aligned} P_v &= P_{eb} * P_{ld} * C_{ld} \\ P_v &= 1 \end{aligned}$$

4.28) Pvt - Probabilidade de Descarga na linha de Sinal Causar danos físicos

$$\begin{aligned} P_{vt} &= P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt} \\ P_{vt} &= 1 \end{aligned}$$

5) Zonas da Edificação

5.1) Zona: Zona 1 (Interna)

5.1.1) Número de pessoas na Zona

$$n_z = 48$$

5.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

$$n_t = 485$$

5.1.3) Tempo de presença das pessoas na Zona (h/ano)

$$t_z = 8760$$

5.1.4) Tempo de presença das pessoas em locais perigosos fora da estrutura (h/ano)

$$t_e = 0$$

5.1.5) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

Considerar

5.1.6) L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

Desprezar

5.1.7) L3 - Perda inaceitável de patrimônio cultural

Desprezar

5.1.8) L4 - Perda econômica

Considerar

5.1.9) Risco de Explosão / Hospitais

Não

5.1.10) Medidas de Proteção (descargas na linha) - Ptu (Tabela B.6)

Nenhuma medida de proteção
Ptu = 1

5.1.11) Ks2

Ks2 = 1

5.1.12) Nível de Proteção NP ENERGIA - Pspd (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado
Pspd = 1

5.1.13) Fiação Interna ENERGIA - Ks3 (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
Ks3 = 1

5.1.14) Nível de Proteção NP SINAL - Pspdt (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado
Pspdt = 1

5.1.15) Fiação Interna SINAL - Ks3t (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
Ks3t = 1

5.1.16) Pc - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos

$$P_c = P_{spd} * C_{ld}$$
$$P_c = 1$$

5.1.17) Pct - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$$P_{ct} = P_{spdt} * C_{ldt}$$
$$P_{ct} = 1$$

5.1.18) Pms

$$P_{ms} = (K_{s1} * K_{s2} * K_{s3} * K_{s4})^2$$
$$P_{ms} = 0.16$$

5.1.19) Pmst

$$P_{mst} = (K_{s1} * K_{s2} * K_{s3t} * K_{s4t})^2$$
$$P_{mst} = 0.4489$$

5.1.20) Pm - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos

$$P_m = P_{spd} * P_{ms}$$
$$P_m = 0.16$$

5.1.21) Pmt - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$$P_{mt} = P_{spdt} * P_{mst}$$
$$P_m = 0.4489$$

5.1.22) Pu - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque

$$P_u = P_{tu} * P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$$
$$P_u = 1$$

5.1.23) Put - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque SINAL

$$P_{ut} = P_{tu} * P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt}$$
$$P_{ut} = 1$$

5.1.24) Pw - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos

$$P_w = P_{spd} * P_{ld} * C_{ld}$$
$$P_w = 1$$

5.1.25) Pwt - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$P_{wt} = P_{spdt} * P_{ldt} * C_{ldt}$
 $P_{wt} = 1$

5.1.26) P_{li}

P_{li} para $U_w = 2.5$ kV
 $P_{li} = 0.3$

5.1.27) P_{lit}

P_{lit} para $U_{wt} = 1.5$ kV
 $P_{lit} = 0.5$

5.1.28) P_z - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos

$P_z = P_{spdt} * P_{li} * C_{li}$
 $P_z = 0.3$

5.1.29) P_{zt} - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$P_{zt} = P_{spdt} * P_{lit} * C_{lit}$
 $P_{zt} = 0.5$

5.1.30) Medidas de Proteção (descargas na estrutura) - P_{ta} (Tabela B.1)

Nenhuma medida de Proteção
 $P_{ta} = 1$

5.1.31) Tipo de superfície do solo ou piso - Fator de redução r_t (Tabela C.3)

Mármore, cerâmica (Resistência de contato entre 1 e 10 ohms)
 $r_t = 0.001$

5.1.32) Providências para reduzir consequências de incêndio - Fator de redução r_p (Tabela C.4)

Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente,
instalações de alarme manuais, hidrantes. compartimentos à prova de fogo,
rotas de escape
 $r_p = 0.5$

5.1.33) Risco de incêndio ou explosão na estrutura - Fator de redução r_f (Tabela C.5)

Incêndio: Risco Normal
 $r_f = 0.01$

5.1.34) Perigo Especial - Fator h_z (Tabela C.6)

Baixo nível de pânico (por exemplo, uma estrutura limitada a dois andares e número de pessoas não superior a 100)
 $h_z = 2$

5.1.35) P_a - Probabilidade de Descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque

$P_a = P_{ta} * P_b$
 $P_a = 1$

5.1.36) L_1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

5.1.36.1) L_t

$L_t = 0.01$

5.1.36.2) D_2 - Danos Físicos - L_f (Tabela C.2)

Hospital, hotel, escola, edifício cívico
 $L_f = 0.1$

5.1.36.3) D_3 - Falhas de sistemas internos - L_o (Tabela C.2)

Não Aplicável
 $L_o = 0$

5.1.36.4) L_a

$L_a = r_t * L_t * (n_z / n_t) * (t_z / 8760)$
 $L_a = 0.0099 * 10^{-4}$

5.1.36.5) L_u

$L_u = L_a = 0.0099 * 10^{-4}$

5.1.36.6) L_b

$L_b = r_p * r_f * h_z * L_f * (n_z / n_t) * (t_z / 8760)$
 $L_b = 0.0001$

5.1.36.7) L_v

$L_v = L_b = 0.0001$

5.1.36.8) L_c

$L_c = L_o * (n_z / n_t) * (t_z / 8760)$
 $L_c = 0$

5.1.36.9) L_m L_w L_z

$$Lm = Lw = Lz = Lc = 0$$

5.1.37) L4 - Perda econômica

5.1.37.1) D2 - Danos físicos - Lf (Tabela C.12)

Hotel, escola, escritório, igreja, entretenimento público, comercial
 $Lf4 = 0.2$

5.1.37.2) D3 - Falha de sistemas internos - Lo (Tabela C.12)

Museu, agricultura, escola, igreja, entretenimento público
 $Lo4 = 0.001$

5.1.37.3) ca - Valor dos animais na Zona (milhões)

$ca = 0$ milhões

5.1.37.4) cb - Valor da edificação relevante à Zona (milhões)

$cb = 1.95$ milhões

5.1.37.5) cc - Valor do conteúdo da Zona (milhões)

$cc = 1$ milhões

5.1.37.6) cs - Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na Zona (milhões)

$cs = 0$ milhões

5.1.37.7) ct - Valor total da estrutura (soma de todas as zonas) (milhões)

$ct = 2.95$ milhões

5.1.37.8) La4

$La4 = rt * Lt4 * (ca / ct)$
 $La4 = 0$

5.1.37.9) Lu4

$Lu4 = La4 = 0$

5.1.37.10) Lb4

$Lb4 = rp * rf * Lf4 * ((ca + cb + cc + cs) / ct)$
 $Lb4 = 0.001$

5.1.37.11) Lv4

$$Lv4 = Lb4 = 0.001$$

5.1.37.12) Lc4

$$Lc4 = Lo4 * (cs / ct)$$
$$Lc4 = 0$$

5.1.37.13) Lm4 Lw4 Lz4

$$Lm4 = Lw4 = Lz4 = Lc4 = 0$$

5.1.37.14) Le4

$$Le4 = Lfe4 * (ce / ct)$$
$$Le4 = 0$$

5.1.37.15) Lft4

$$Lft4 = Lf4 + Le4$$
$$Lft4 = 0.2$$

5.1.38) Riscos [R1] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.38.1) Ra

$$Ra = Nd * Pa * La$$
$$Ra = 0.00354 * 1 * 0.0099*10^{-4}$$
$$Ra = 0.03503*10^{-7}$$

5.1.38.2) Rb

$$Rb = Nd * Pb * Lb$$
$$Rb = 0.00354 * 1 * 0.0001$$
$$Rb = 0.03503*10^{-5}$$

5.1.38.3) Ru

$$Ru = (Nl + Ndj) * Pu * Lu$$
$$Ru = (0.0636 + 0) * 1 * 0.0099*10^{-4}$$
$$Ru = 0.00629*10^{-5}$$

5.1.38.4) Rut

$$Rut = (Nlt + Ndj1) * Put * Lu$$
$$Rut = (0.0636 + 0) * 1 * 0.0099*10^{-4}$$
$$Rut = 0.00629*10^{-5}$$

5.1.38.5) Rv

$$Rv = (Nl + Ndj) * Pv * Lv$$
$$Rv = (0.0636 + 0) * 1 * 0.0001$$
$$Rv = 0.00629*10^{-3}$$

5.1.38.6) Rvt

$$\begin{aligned}Rvt &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv \\Rvt &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.0001 \\Rvt &= 0.00629*10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.38.7) R1z

$$\begin{aligned}R1z &= Ra + Rb + Ru + Rv + Rut + Rvt \\R1z &= 0.03503*10^{-7} + 0.03503*10^{-5} + 0.00629*10^{-5} + 0.00629*10^{-3} + \\&0.00629*10^{-5} + 0.00629*10^{-3} \\R1z &= 1.31 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

5.1.39) Riscos [R4] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.39.1) Rb4

$$\begin{aligned}Rb4 &= Nd * Pb * Lb4 \\Rb4 &= 0.00354 * 1 * 0.001 \\Rb4 &= 0.0354*10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.39.2) Rc4

$$\begin{aligned}Rc4 &= Nd * Pc * Lc4 \\Rc4 &= 0.00354 * 1 * 0 \\Rc4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.39.3) Rm4

$$\begin{aligned}Rm4 &= Nm * Pm * Lm4 \\Rm4 &= 1.32717 * 0.16 * 0 \\Rm4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.39.4) Rv4

$$\begin{aligned}Rv4 &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv4 \\Rv4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.001 \\Rv4 &= 0.00006\end{aligned}$$

5.1.39.5) Rvt4

$$\begin{aligned}Rvt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv4 \\Rvt4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.001 \\Rvt4 &= 0.00006\end{aligned}$$

5.1.39.6) Rw4

$$\begin{aligned}Rw4 &= (Nl + Ndj) * Pw * Lw4 \\Rw4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0 \\Rw4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.39.7) Rwt4

$$\begin{aligned}Rwt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pwt * Lw4 \\Rwt4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0 \\Rwt4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.39.8) Rz4

$$\begin{aligned}Rz4 &= Ni * Pz * Lz4 \\Rz4 &= 6.36 * 0.3 * 0 \\Rz4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.39.9) R4z

$$\begin{aligned}R4z &= Rb4 + Rc4 + Rm4 + Rv4 + Rw4 + Rz4 + Rvt4 + Rwt4 + Rzt4 \\R4z &= 0.0354 * 10^{-4} + 0 + 0 + 0.00006 + 0 + 0 + 0.00006 + 0 + 0 \\R4z &= 0.131 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

6) Risco Total

6.1) R1

$$\begin{aligned}Ra + Rb &= 0.0354 \times 10^{-5} \\R1 &= 1.31 \times 10^{-5} \\Rt1 &= 1 \times 10^{-5} \\R1 &> Rt1 \\(Ra + Rb) &\leq Rt1 \\[Requer a instalação de SPDA ou MPS]\end{aligned}$$

6.2) R4

$$\begin{aligned}Ra + Rb &= 0.00354 \times 10^{-3} \\R4 &= 0.131 \times 10^{-3} \\Rt4 &= 1 \times 10^{-3} \\R4 &\leq Rt4 \\(Ra + Rb) &\leq Rt4 \\[OK]\end{aligned}$$

6.3) Estrutura Desprotegida: Talvez a instalação de DPS ou outros MPSs evitem a necessidade de um SPDA.

$$\begin{aligned}Rab1 &\leq Rt1 \\Rab4 &\leq Rt4\end{aligned}$$

7) Nível de Proteção adotada: II

8) Método Utilizado

8.1) Malha ou da Gaiola de Faraday

Módulos da malha [Nível de Proteção II]
Afastamento máximo da Malha = 10x10 m

9) Cálculo do Número de descidas [N]

Area = 3045,13 m².
Altura = 4.19 m.
Perímetro = 334,59m.
Cantos Salientes da Estrutura = 10

Nível de Proteção II: Espaçamento médio = 10m

$N = \text{Perímetro} / 10\text{m} + (\text{número de cantos salientes})$ [N = 43] para Nível de Proteção: II

$N = \text{Altura} / 10\text{m} + (\text{número de cantos salientes})$ | $N = 4.19 / 10 + 10$ | N = 15

N >= 2 (Para descidas não naturais)

N = 30 descidas.

10) Cálculo do Comprimento da Haste Vertical ou Inclinada

Haste adotada: Vertical

$r = 18 \text{ ohms.m}$ [resistividade do solo] com tratamento químico no solo- Sal adicionado (% por peso de umidade) - 0,1%

$R = 10 \text{ ohms}$ [Resistência de aterramento]

$L = \text{Comprimento da Haste em (m)}$

$L = r / R$

$L = 18 / 10$

$L = 1,8 \text{ m}$

$l_1(\text{min}) = 0,9\text{m}$

$L = 2,40 \text{ m}$

$R_e = 15.69 \text{ m}$ [Raio médio da área abrangida pelos eletrodos]

Comprimento Adicional [$R_e \geq l_1$] [OK]

11) Anéis horizontais de interligação das descidas

Instalação de 1 Anél horizontal de aterramento enterrado

Altura: 7.73m <= 10m (Não é necessário anél horizontal intermediário)

12) Seções mínimas

12.1) Condutores de Captação, Hastes Captoras e Condutores de Descidas

Cobre - Encordado 35mm² Diâmetro de cada fio da oordalha
2.5mm

12.2) Eletrodo de Aterramento

Cobre - Encordado - 50 mm² - Diâmetro de cada fio - cordoalha 3 mm

Estruturas: 5- Bloco com Aula e 6- Bloco Pedagógico

Memória de cálculo

1) Densidade e descargas atmosféricas para a terra [Ng]

$Ng = 1.59$ [Descargas / km^2/ano]
Fonte = Mapa - Nordeste

2) Geometria da Estrutura

Comprimento [L] = 32 m
Largura [W] = 29.35 m
Altura [H] = 8.58 m

3) Ad - Área de exposição equivalente [em m^2]

$Ad = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + \pi * (3 * H)^2$
 $Ad = 32 * 29.35 + 2 * (3 * 8.58) * (32 + 29.35) + 3.14159 * (3 * 8.58)^2$
 $Ad = 6178.95 \text{ m}^2$

4) Fatores de Ponderação

4.1) Fator de Localização da Estrutura PRINCIPAL - Cd (Tabela A.1)

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos
 $Cd = 0.5$

4.2) Comprimento da Linha de Energia

$Ll = 1000$ [m]

4.3) Fator de Instalação da Linha ENERGIA - Ci (Tabela A.2)

Aéreo
 $Ci = 1.0$

4.4) Fator do Tipo de Linha ENERGIA - Ct (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal
 $Ct = 1.0$

4.5) Fator Ambiental da Linha ENERGIA - Ce (Tabela A.4)

Rural
 $Ce = 1.0$

4.6) Comprimento da Linha de Sinal

$Llt = 1000$ [m]

4.7) Fator de Instalação da Linha SINAL - Cit (Tabela A.2)

Aéreo
Cit = 1.0

4.8) Fator do Tipo de Linha SINAL - Ctt (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal
Ctt = 1.0

4.9) Fator Ambiental da Linha SINAL - Cet (Tabela A.4)

Rural
Cet = 1.0

4.10) Nd - Número de Eventos Perigosos para a Estrutura [por ano]

$Nd = Ng * Ad * Cd * 10^{-6}$
Nd = 0.00491

4.11) Nm - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da estrutura [por ano]

$Nm = Ng * Am * 10^{-6}$
 $Am = 2 * 500 * (L + W) + Pi * 500^2$
Am = 846748.16
Nm = 1.34633

4.12) Nl - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha de Energia [por ano]

$Nl = Ng * Al * Ci * Ce * Ct * 10^{-6}$
Al = 40 * Ll
Al = 40000
Nl = 0.0636

4.13) Ni - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha de Energia [por ano]

$Ni = Ng * Ai * Ci * Ce * Ct * 10^{-6}$
Ai = 4000 * Ll
Ai = 4000000
Ni = 6.36

4.14) Nlt - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha SINAL [por ano]

$Nlt = Ng * Al * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6}$
Alt = 40 * Llt
Alt = 40000
Nlt = 0.0636

4.15) Nit - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha SINAL [por ano]

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano CNPJ: 10.724.903/0011-40
Rua Waldemar Mascarenhas, s/n, Portão, Governador Mangabeira – BA., CEP:44350-000
 $Nit = Ng * Ait * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6}$
 $Ait = 4000 * Llt$
 $Ait = 4000000$
 $Nit = 6.36$

4.16) Proteção da Estrutura - Pb (Tabela B.2)

Estrutura não protegida por SPDA
 $Pb = 1$

4.17) Tipo de linha externa Energia - Cld e Cli (Tabela B.4)

Linha aérea não blindada
 $Cld = 1$
 $Cli = 1$

4.18) Tipo de linha externa SINAL - Cldt e Clit (Tabela B.4)

Linha aérea não blindada
 $Cldt = 1$
 $Clit = 1$

4.19) Ks1

Ks1: leva em consideração a eficiência da blindagem por malha da estrutura, SPDA ou outra blindagem na interface ZPR 0/1;

Dentro de uma ZPR, em uma distância de segurança do limite da malha no mínimo igual à largura da malha Wm ,

fatores Ks1 e Ks2 para SPDA ou blindagem tipo malha espacial podem ser avaliados como: $Ks1 = 0,12 * Wm1$

$Ks1 = 1$

4.20) Uw Energia

Uw: é a tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido, expressa em quilovolts (kV).

$Uw = 2.5$

4.21) Ks4 Energia

Ks4: leva em consideração a tensão suportável de impulso do sistema a ser protegido. $Ks4 = 1 / Uw$

$Ks4 = 0.4$

4.22) Uwt Sinal

$Uwt = 1.5$

4.23) Ks4t Sinal

$Ks4t = 0.67$

4.24) Nível de Proteção NP - Peb (Tabela B.7)

Sem DPS
Peb = 1

4.25) Roteamento, blindagem e interligação ENERGIA - Pld (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento ($U_w=2.5$)
Pld = 1

4.26) Roteamento, blindagem e interligação SINAL - Pldt (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento ($U_w=1.5$)
Pldt = 1

4.27) Pv - Probabilidade de Descarga na linha de Energia Causar danos físicos

$P_v = P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$
 $P_v = 1$

4.28) Pvt - Probabilidade de Descarga na linha de Sinal Causar danos físicos

$P_{vt} = P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt}$
 $P_{vt} = 1$

5) Zonas da Edificação

5.1) Zona: Zona 1 (Interna)

5.1.1) Número de pessoas na Zona

$n_z = 456$

5.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

$n_t = 456$

5.1.3) Tempo de presença das pessoas na Zona (h/ano)

$t_z = 8760$

5.1.4) Tempo de presença das pessoas em locais perigosos fora da estrutura (h/ano)

te = 0

5.1.5) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

Considerar

5.1.6) L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

Desprezar

5.1.7) L3 - Perda inaceitável de patrimônio cultural

Desprezar

5.1.8) L4 - Perda econômica

Considerar

5.1.9) Risco de Explosão / Hospitais

Não

5.1.10) Medidas de Proteção (descargas na linha) - Ptu (Tabela B.6)

Nenhuma medida de proteção
Ptu = 1

5.1.11) Ks2

Ks2 = 1

5.1.12) Nível de Proteção NP ENERGIA - Pspd (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado
Pspd = 1

5.1.13) Fiação Interna ENERGIA - Ks3 (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
Ks3 = 1

5.1.14) Nível de Proteção NP SINAL - Pspdt (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado
Pspdt = 1

5.1.15) Fiação Interna SINAL - Ks3t (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
 $K_{s3t} = 1$

5.1.16) P_c - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos

$$P_c = P_{spd} * C_{ld}$$
$$P_c = 1$$

5.1.17) P_{ct} - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$$P_{ct} = P_{spdt} * C_{ldt}$$
$$P_{ct} = 1$$

5.1.18) P_{ms}

$$P_{ms} = (K_{s1} * K_{s2} * K_{s3} * K_{s4})^2$$
$$P_{ms} = 0.16$$

5.1.19) P_{mst}

$$P_{mst} = (K_{s1} * K_{s2} * K_{s3t} * K_{s4t})^2$$
$$P_{mst} = 0.4489$$

5.1.20) P_m - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos

$$P_m = P_{spd} * P_{ms}$$
$$P_m = 0.16$$

5.1.21) P_{mt} - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$$P_{mt} = P_{spdt} * P_{mst}$$
$$P_m = 0.4489$$

5.1.22) P_u - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque

$$P_u = P_{tu} * P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$$
$$P_u = 1$$

5.1.23) P_{ut} - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque SINAL

5.1.24) Pw - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos

$$Pw = Pspd * Pld * Cld$$
$$Pw = 1$$

5.1.25) Pwt - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$Pwt = Pspdt * Pldt * Cldt$$
$$Pwt = 1$$

5.1.26) Pli

$$Pli \text{ para } Uw = 2.5 \text{ kV}$$
$$Pli = 0.3$$

5.1.27) Plit

$$Plit \text{ para } Uwt = 1.5 \text{ kV}$$
$$Plit = 0.5$$

5.1.28) Pz - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos

$$Pz = Pspd * Pli * Cli$$
$$Pz = 0.3$$

5.1.29) Pzt - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$Pzt = Pspdt * Plit * Clit$$
$$Pzt = 0.5$$

5.1.30) Medidas de Proteção (descargas na estrutura) - Pta (Tabela B.1)

$$\text{Nenhuma medida de Proteção}$$
$$Pta = 1$$

5.1.31) Tipo de superfície do solo ou piso - Fator de redução r_t (Tabela C.3)

$$\text{Mármore, cerâmica (Resistência de contato entre 1 e 10 ohms)}$$
$$r_t = 0.001$$

5.1.32) Providências para reduzir consequências de incêndio - Fator de redução r_p (Tabela C.4)

Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente,
instalações de alarme manuais, hidrantes. compartimentos à prova de fogo,

5.1.33) Risco de incêndio ou explosão na estrutura - Fator de redução rf (Tabela C.5)

Incêndio: Risco Normal
rf = 0.01

5.1.34) Perigo Especial - Fator hz (Tabela C.6)

Nível médio de pânico (por exemplo, estruturas designadas para eventos culturais ou esportivos com um número de participantes entre 100 e 1000 pessoas)
hz = 5

5.1.35) Pa - Probabilidade de Descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque

Pa = Pta * Pb
Pa = 1

5.1.36) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

5.1.36.1) Lt

Lt = 0.01

5.1.36.2) D2 - Danos Físicos - Lf (Tabela C.2)

Hospital, hotel, escola, edifício cívico
Lf = 0.1

5.1.36.3) D3 - Falhas de sistemas internos - Lo (Tabela C.2)

Não Aplicável
Lo = 0

5.1.36.4) La

La = rt * Lt * (nz / nt) * (tz / 8760)
La = 0.01*10⁻³

5.1.36.5) Lu

Lu = La = 0.01*10⁻³

5.1.36.6) Lb

Lb = rp * rf * hz * Lf * (nz / nt) * (tz / 8760)
Lb = 0.0025

5.1.36.7) Lv

$$Lv = Lb = 0.0025$$

5.1.36.8) Lc

$$Lc = Lo * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$Lc = 0$$

5.1.36.9) Lm Lw Lz

$$Lm = Lw = Lz = Lc = 0$$

5.1.37) L4 - Perda econômica

5.1.37.1) D2 - Danos físicos - Lf (Tabela C.12)

Hotel, escola, escritório, igreja, entretenimento público, comercial

$$Lf4 = 0.2$$

5.1.37.2) D3 - Falha de sistemas internos - Lo (Tabela C.12)

Museu, agricultura, escola, igreja, entretenimento público

$$Lo4 = 0.001$$

5.1.37.3) ca - Valor dos animais na Zona (milhões)

$$ca = 0 \text{ milhões}$$

5.1.37.4) cb - Valor da edificação relevante à Zona (milhões)

$$cb = 1.9 \text{ milhões}$$

5.1.37.5) cc - Valor do conteúdo da Zona (milhões)

$$cc = 1 \text{ milhões}$$

5.1.37.6) cs - Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na Zona (milhões)

$$cs = 0.5 \text{ milhões}$$

5.1.37.7) ct - Valor total da estrutura (soma de todas as zonas) (milhões)

$$ct = 3.4 \text{ milhões}$$

5.1.37.8) La4

$$La4 = rt * Lt4 * (ca / ct)$$
$$La4 = 0$$

5.1.37.9) Lu4

$$Lu4 = La4 = 0$$

5.1.37.10) Lb4

$$Lb4 = rp * rf * Lf4 * ((ca + cb + cc + cs) / ct)$$
$$Lb4 = 0.001$$

5.1.37.11) Lv4

$$Lv4 = Lb4 = 0.001$$

5.1.37.12) Lc4

$$Lc4 = Lo4 * (cs / ct)$$
$$Lc4 = 0.00015$$

5.1.37.13) Lm4 Lw4 Lz4

$$Lm4 = Lw4 = Lz4 = Lc4 = 0.00015$$

5.1.37.14) Le4

$$Le4 = Lfe4 * (ce / ct)$$
$$Le4 = 0$$

5.1.37.15) Lft4

$$Lft4 = Lf4 + Le4$$
$$Lft4 = 0.2$$

5.1.38) Riscos [R1] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.38.1) Ra

$$Ra = Nd * Pa * La$$
$$Ra = 0.00491 * 1 * 0.01*10^{-3}$$
$$Ra = 0.04912*10^{-6}$$

5.1.38.2) Rb

$$Rb = Nd * Pb * Lb$$
$$Rb = 0.00491 * 1 * 0.0025$$
$$Rb = 0.01228*10^{-3}$$

5.1.38.3) Ru

$$\begin{aligned}R_u &= (N_l + N_{dj}) * P_u * L_u \\R_u &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.01 * 10^{-3} \\R_u &= 0.00636 * 10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.38.4) R_u

$$\begin{aligned}R_{ut} &= (N_{lt} + N_{dj1}) * P_{ut} * L_u \\R_{ut} &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.01 * 10^{-3} \\R_{ut} &= 0.00636 * 10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.38.5) R_v

$$\begin{aligned}R_v &= (N_l + N_{dj}) * P_v * L_v \\R_v &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.0025 \\R_v &= 0.00016\end{aligned}$$

5.1.38.6) R_{vt}

$$\begin{aligned}R_{vt} &= (N_{lt} + N_{dj1}) * P_{vt} * L_v \\R_{vt} &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.0025 \\R_{vt} &= 0.00016\end{aligned}$$

5.1.38.7) R_{1z}

$$\begin{aligned}R_{1z} &= R_a + R_b + R_u + R_v + R_{ut} + R_{vt} \\R_{1z} &= 0.04912 * 10^{-6} + 0.01228 * 10^{-3} + 0.00636 * 10^{-4} + 0.00016 + 0.00636 * 10^{-4} + 0.00016 \\R_{1z} &= 33.16 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

5.1.39) Riscos [R4] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.39.1) R_{b4}

$$\begin{aligned}R_{b4} &= N_d * P_b * L_{b4} \\R_{b4} &= 0.00491 * 1 * 0.001 \\R_{b4} &= 0.04912 * 10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.39.2) R_{c4}

$$\begin{aligned}R_{c4} &= N_d * P_c * L_{c4} \\R_{c4} &= 0.00491 * 1 * 0.00015 \\R_{c4} &= 0.00722 * 10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.39.3) R_{m4}

$$\begin{aligned}R_{m4} &= N_m * P_m * L_{m4} \\R_{m4} &= 1.34633 * 0.16 * 0.00015 \\R_{m4} &= 0.03168 * 10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.39.4) Rv4

$$\begin{aligned}Rv4 &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv4 \\Rv4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.001 \\Rv4 &= 0.00006\end{aligned}$$

5.1.39.5) Rvt4

$$\begin{aligned}Rvt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv4 \\Rvt4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.001 \\Rvt4 &= 0.00006\end{aligned}$$

5.1.39.6) Rw4

$$\begin{aligned}Rw4 &= (Nl + Ndj) * Pw * Lw4 \\Rw4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.00015 \\Rw4 &= 0.00935*10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.39.7) Rwt4

$$\begin{aligned}Rwt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pwt * Lw4 \\Rwt4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.00015 \\Rwt4 &= 0.00935*10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.39.8) Rz4

$$\begin{aligned}Rz4 &= Ni * Pz * Lz4 \\Rz4 &= 6.36 * 0.3 * 0.00015 \\Rz4 &= 0.00028\end{aligned}$$

5.1.39.9) R4z

$$\begin{aligned}R4z &= Rb4 + Rc4 + Rm4 + Rv4 + Rw4 + Rz4 + Rvt4 + Rwt4 + Rzt4 \\R4z &= 0.04912*10^{-4} + 0.00722*10^{-4} + 0.03168*10^{-3} + 0.00006 + 0.00935*10^{-3} \\&\quad + 0.00028 + 0.00006 + 0.00935*10^{-3} + 0.00047 \\R4z &= 0.931 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

6) Risco Total

6.1) R1

$$\begin{aligned}Ra + Rb &= 1.23 \times 10^{-5} \\R1 &= 33.16 \times 10^{-5} \\Rt1 &= 1 \times 10^{-5} \\R1 &> Rt1 \\(Ra + Rb) &> Rt1 \\&[\text{Requer a instalação de SPDA ou MPS}]\end{aligned}$$

6.2) R4

$$Ra + Rb = 0.00491 \times 10^{-3}$$


```
R4 = 0.931 x 10^-3  
Rt4 = 1 x 10^-3  
R4 <= Rt4  
(Ra + Rb) <= Rt4  
[OK]
```

7) Nível de Proteção adotada: II

8) Método Utilizado

8.1) Malha ou da Gaiola de Faraday

Módulos da malha [Nível de Proteção II]

Afastamento máximo da Malha = 10x10 m

9) Cálculo do Número de descidas [N]

```
Area      = 939.2 m2.  
Altura    = 8.58 m.  
Perímetro = 122.7 m.
```

Cantos Salientes da Estrutura = 8

Nível de Proteção II: Espaçamento médio = 10m

N = Perímetro / 10m + (número de cantos salientes) [N = 21] para Nível de Proteção: II

N = Altura / 10m + (número de cantos salientes) | N = 8.58 / 10 + 8 | N = 5

N >= 2 (Para descidas não naturais)

N = 17 descidas.

N = 12 considerando a tolerância do do espaçamento médio

10) Cálculo do Comprimento da Haste Vertical ou Inclinada

Haste adotada: Vertical

r = 18 ohms.m [resistividade do solo] com tratamento químico no solo- Sal adicionado (% por peso de umidade) - 0,1%

R = 10 ohms [Resistência de aterramento]

L = Comprimento da Haste em (m)

```
L = r / R  
L = 18 / 10  
L = 1,8 m
```

l1 (min) = 0,9m

L = 2,40 m

Re = 19.53 m [Raio médio da área abrangida pelos eletrodos]

Comprimento Adicional [Re >= 11] [OK]

11) Anéis horizontais de interligação das descidas

Instalação de 1 Anél horizontal de aterramento enterrado

Altura: 8.58m <= 10m (Não é necessário anél horizontal intermediário)

12) Seções mínimas

12.1) Condutores de Captação, Hastes Captoras e Condutores de Descidas

Cobre - Encordado de 35mm² Diâmetro de cada fio da oordolha 2.5mm

12.2) Eletrodo de Aterramento

Cobre - Encordado - 50 mm² - Diâmetro de cada fio - cordoalha 3 mm

Estrutura: 7- BLOCO da GARAGEM

1) Densidade e descargas atmosféricas para a terra [Ng]

Ng = 1.59 [Descargas / km²/ano]

2) Geometria da Estrutura

Comprimento [L] = 30.15 m

Largura [W] = 11.12 m

Altura [H] = 8.65 m

3) Ad - Área de exposição equivalente [em m²]

$Ad = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + PI * (3 * H)^2$

$Ad = 30.15 * 11.12 + 2 * (3 * 8.65) * (30.15 + 11.12) + 3.14159 * (3 * 8.65)^2$

$Ad = 4592.74 \text{ m}^2$

4) Fatores de Ponderação

4.1) Fator de Localização da Estrutura PRINCIPAL - Cd (Tabela A.1)

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos

$Cd = 0.5$

4.2) Comprimento da Linha de Energia

4.3) Fator de Instalação da Linha ENERGIA - Ci (Tabela A.2)

Aéreo
 $Ci = 1.0$

4.4) Fator do Tipo de Linha ENERGIA - Ct (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal
 $Ct = 1.0$

4.5) Fator Ambiental da Linha ENERGIA - Ce (Tabela A.4)

Rural
 $Ce = 1.0$

4.6) Comprimento da Linha de Sinal

$Llt = 1000 \text{ [m]}$

4.7) Fator de Instalação da Linha SINAL - Cit (Tabela A.2)

Aéreo
 $Cit = 1.0$

4.8) Fator do Tipo de Linha SINAL - Ctt (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal
 $Ctt = 1.0$

4.9) Fator Ambiental da Linha SINAL - Cet (Tabela A.4)

Rural
 $Cet = 1.0$

4.10) Nd - Número de Eventos Perigosos para a Estrutura [por ano]

$Nd = Ng * Ad * Cd * 10^{-6}$
 $Nd = 0.00365$

4.11) Nm - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da estrutura [por ano]

$Nm = Ng * Am * 10^{-6}$
 $Am = 2 * 500 * (L + W) + Pi * 500^2$
 $Am = 826668.16$
 $Nm = 1.3144$

4.12) NI - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na

linha de Energia [por ano]

```
Nl = Ng * Al * Ci * Ce * Ct * 10^-6  
Al = 40 * Ll  
Al = 40000  
Nl = 0.0636
```

4.13) Ni - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha de Energia [por ano]

```
Ni = Ng * Ai * Ci * Ce * Ct * 10^-6  
Ai = 4000 * Ll  
Ai = 4000000  
Ni = 6.36
```

4.14) Nlt - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha SINAL [por ano]

```
Nlt = Ng * Al * Cit * Cet * Ctt * 10^-6  
Alt = 40 * Llt  
Alt = 40000  
Nlt = 0.0636
```

4.15) Nit - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha SINAL [por ano]

```
Nit = Ng * Ait * Cit * Cet * Ctt * 10^-6  
Ait = 4000 * Llt  
Ait = 4000000  
Nit = 6.36
```

4.16) Proteção da Estrutura - Pb (Tabela B.2)

```
Estrutura não protegida por SPDA  
Pb = 1
```

4.17) Tipo de linha externa Energia - Cld e Cli (Tabela B.4)

```
Linha aérea não blindada  
Cld = 1  
Cli = 1
```

4.18) Tipo de linha externa SINAL - Cldt e Clit (Tabela B.4)

```
Linha aérea não blindada  
Cldt = 1  
Clit = 1
```

4.19) Ks1

Ks1: leva em consideração a eficiência da blindagem por malha da estrutura, SPDA ou outra blindagem na interface ZPR 0/1;

Dentro de uma ZPR, em uma distância de segurança do limite da malha no mínimo igual à largura da malha Wm,

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano CNPJ: 10.724.903/0011-40
Rua Waldemar Mascarenhas, s/n, Portão, Governador Mangabeira – BA., CEP:44350-000
fatores Ks1 e Ks2 para SPDA ou blindagem tipo malha espacial podem ser
avaliados como: $Ks1 = 0,12 \times Wm1$
 $Ks1 = 1$

4.20) Uw Energia

Uw: é a tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido, expressa em quilovolts (kV).
 $Uw = 2.5$

4.21) Ks4 Energia

Ks4: leva em consideração a tensão suportável de impulso do sistema a ser protegido. $Ks4 = 1 / Uw$
 $Ks4 = 0.4$

4.22) Uwt Sinal

$Uwt = 1.5$

4.23) Ks4t Sinal

$Ks4t = 0.67$

4.24) Nível de Proteção NP - Peb (Tabela B.7)

Sem DPS
 $Peb = 1$

4.25) Roteamento, blindagem e interligação ENERGIA - Pld (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento ($Uw=2.5$)
 $Pld = 1$

4.26) Roteamento, blindagem e interligação SINAL - Pldt (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento ($Uw=1.5$)
 $Pldt = 1$

4.27) Pv - Probabilidade de Descarga na linha de Energia Causar danos físicos

$Pv = Peb \times Pld \times Cld$
 $Pv = 1$

4.28) Pvt - Probabilidade de Descarga na linha de Sinal Causar danos físicos

$Pvt = Peb \times Pldt \times Cltd$
 $Pvt = 1$

5) Zonas da Edificação

5.1) Zona: Zona 1 (Interna)

5.1.1) Número de pessoas na Zona

$n_z = 41$

5.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

$n_t = 41$

5.1.3) Tempo de presença das pessoas na Zona (h/ano)

$t_z = 8760$

5.1.4) Tempo de presença das pessoas em locais perigosos fora da estrutura (h/ano)

$t_e = 0$

5.1.5) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

Considerar

5.1.6) L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

Desprezar

5.1.7) L3 - Perda inaceitável de patrimônio cultural

Desprezar

5.1.8) L4 - Perda econômica

Considerar

5.1.9) Risco de Explosão / Hospitais

Não

5.1.10) Medidas de Proteção (descargas na linha) - Ptu (Tabela B.6)

Nenhuma medida de proteção
 $P_{tu} = 1$

5.1.11) Ks2

$K_{s2} = 1$

5.1.12) Nível de Proteção NP ENERGIA - Pspd (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado
 $P_{spd} = 1$

5.1.13) Fiação Interna ENERGIA - Ks3 (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
 $K_{s3} = 1$

5.1.14) Nível de Proteção NP SINAL - Pspdt (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado
 $P_{spdt} = 1$

5.1.15) Fiação Interna SINAL - Ks3t (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios

(área do laço da ordem de 50 m²)
 $K_{s3t} = 1$

5.1.16) Pc - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos

$P_c = P_{spd} * C_{ld}$
 $P_c = 1$

5.1.17) Pct - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$P_{ct} = P_{spdt} * C_{ldt}$
 $P_{ct} = 1$

5.1.18) Pms

$P_{ms} = (K_{s1} * K_{s2} * K_{s3} * K_{s4})^2$
 $P_{ms} = 0.16$

5.1.19) Pmst

$P_{mst} = (K_{s1} * K_{s2} * K_{s3t} * K_{s4t})^2$
 $P_{mst} = 0.4489$

5.1.20) Pm - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos

$P_m = P_{spd} * P_{ms}$
 $P_m = 0.16$

5.1.21) Pmt - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas

internos SINAL

$$\begin{aligned} P_{mt} &= P_{spdt} * P_{mst} \\ P_m &= 0.4489 \end{aligned}$$

5.1.22) Pu - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque

$$\begin{aligned} P_u &= P_{tu} * P_{eb} * P_{ld} * C_{ld} \\ P_u &= 1 \end{aligned}$$

5.1.23) Put - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque SINAL

$$\begin{aligned} P_{ut} &= P_{tu} * P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt} \\ P_{ut} &= 1 \end{aligned}$$

5.1.24) Pw - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos

$$\begin{aligned} P_w &= P_{spd} * P_{ld} * C_{ld} \\ P_w &= 1 \end{aligned}$$

5.1.25) Pwt - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$\begin{aligned} P_{wt} &= P_{spdt} * P_{ldt} * C_{ldt} \\ P_{wt} &= 1 \end{aligned}$$

5.1.26) Pli

$$\begin{aligned} P_{li} &\text{ para } U_w = 2.5 \text{ kV} \\ P_{li} &= 0.3 \end{aligned}$$

5.1.27) Plit

$$\begin{aligned} P_{lit} &\text{ para } U_{wt} = 1.5 \text{ kV} \\ P_{lit} &= 0.5 \end{aligned}$$

5.1.28) Pz - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos

$$\begin{aligned} P_z &= P_{spd} * P_{li} * C_{li} \\ P_z &= 0.3 \end{aligned}$$

5.1.29) Pzt - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$\begin{aligned} P_{zt} &= P_{spdt} * P_{lit} * C_{lit} \\ P_{zt} &= 0.5 \end{aligned}$$

5.1.30) Medidas de Proteção (descargas na estrutura) - Pta (Tabela B.1)

Nenhuma medida de Proteção
 $P_{ta} = 1$

5.1.31) Tipo de superfície do solo ou piso - Fator de redução r_t (Tabela C.3)

Mármore, cerâmica (Resistência de contato entre 1 e 10 ohms)
 $r_t = 0.001$

5.1.32) Providências para reduzir consequências de incêndio - Fator de redução r_p (Tabela C.4)

Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente,
instalações de alarme manuais, hidrantes. compartimentos à prova de fogo,
rotas de escape
 $r_p = 0.5$

5.1.33) Risco de incêndio ou explosão na estrutura - Fator de redução r_f (Tabela C.5)

Incêndio: Risco Baixo
 $r_f = 0.001$

5.1.34) Perigo Especial - Fator h_z (Tabela C.6)

Baixo nível de pânico (por exemplo, uma estrutura limitada a dois andares e número de pessoas não superior a 100)
 $h_z = 2$

5.1.35) P_a - Probabilidade de Descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque

$P_a = P_{ta} * P_b$
 $P_a = 1$

5.1.36) L_1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

5.1.36.1) L_t

$L_t = 0.01$

5.1.36.2) D_2 - Danos Físicos - L_f (Tabela C.2)

Outros
 $L_f = 0.01$

5.1.36.3) D_3 - Falhas de sistemas internos - L_o (Tabela C.2)

Não Aplicável
 $L_o = 0$

5.1.36.4) La

$$La = rt * Lt * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$La = 0.01 * 10^{-3}$$

5.1.36.5) Lu

$$Lu = La = 0.01 * 10^{-3}$$

5.1.36.6) Lb

$$Lb = rp * rf * hz * Lf * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$Lb = 0.01 * 10^{-3}$$

5.1.36.7) Lv

$$Lv = Lb = 0.01 * 10^{-3}$$

5.1.36.8) Lc

$$Lc = Lo * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$Lc = 0$$

5.1.36.9) Lm Lw Lz

$$Lm = Lw = Lz = Lc = 0$$

5.1.37) L4 - Perda econômica

5.1.37.1) D2 - Danos físicos - Lf (Tabela C.12)

$$\text{Outros}$$
$$Lf4 = 0.1$$

5.1.37.2) D3 - Falha de sistemas internos - Lo (Tabela C.12)

$$\text{Outros}$$
$$Lo4 = 0.0001$$

5.1.37.3) ca - Valor dos animais na Zona (milhões)

$$ca = 0 \text{ milhões}$$

5.1.37.4) cb - Valor da edificação relevante à Zona (milhões)

$$cb = 0.06 \text{ milhões}$$

5.1.37.5) cc - Valor do conteúdo da Zona (milhões)

$$cc = 0.5 \text{ milhões}$$

5.1.37.6) cs - Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na Zona (milhões)

$$cs = 0.01 \text{ milhões}$$

5.1.37.7) ct - Valor total da estrutura (soma de todas as zonas) (milhões)

$$ct = 0.57 \text{ milhões}$$

5.1.37.8) La4

$$\begin{aligned} La4 &= rt * Lt4 * (ca / ct) \\ La4 &= 0 \end{aligned}$$

5.1.37.9) Lu4

$$Lu4 = La4 = 0$$

5.1.37.10) Lb4

$$\begin{aligned} Lb4 &= rp * rf * Lf4 * ((ca + cb + cc + cs) / ct) \\ Lb4 &= 0.00005 \end{aligned}$$

5.1.37.11) Lv4

$$Lv4 = Lb4 = 0.00005$$

5.1.37.12) Lc4

$$\begin{aligned} Lc4 &= Lo4 * (cs / ct) \\ Lc4 &= 0.01754 * 10^{-4} \end{aligned}$$

5.1.37.13) Lm4 Lw4 Lz4

$$Lm4 = Lw4 = Lz4 = Lc4 = 0.01754 * 10^{-4}$$

5.1.37.14) Le4

$$\begin{aligned} Le4 &= Lfe4 * (ce / ct) \\ Le4 &= 0 \end{aligned}$$

5.1.37.15) Lft4

$$\begin{aligned} Lft4 &= Lf4 + Le4 \\ Lft4 &= 0.1 \end{aligned}$$

5.1.38) Riscos [R1] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.38.1) Ra

$$\begin{aligned} Ra &= Nd * Pa * La \\ Ra &= 0.00365 * 1 * 0.01 * 10^{-3} \\ Ra &= 0.03651 * 10^{-6} \end{aligned}$$

5.1.38.2) Rb

$$\begin{aligned} Rb &= Nd * Pb * Lb \\ Rb &= 0.00365 * 1 * 0.01 * 10^{-3} \\ Rb &= 0.03651 * 10^{-6} \end{aligned}$$

5.1.38.3) Ru

$$\begin{aligned} Ru &= (Nl + Ndj) * Pu * Lu \\ Ru &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.01 * 10^{-3} \\ Ru &= 0.00636 * 10^{-4} \end{aligned}$$

5.1.38.4) Rut

$$\begin{aligned} Rut &= (Nlt + Ndj1) * Put * Lu \\ Rut &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.01 * 10^{-3} \\ Rut &= 0.00636 * 10^{-4} \end{aligned}$$

5.1.38.5) Rv

$$\begin{aligned} Rv &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv \\ Rv &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.01 * 10^{-3} \\ Rv &= 0.00636 * 10^{-4} \end{aligned}$$

5.1.38.6) Rvt

$$\begin{aligned} Rvt &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv \\ Rvt &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.01 * 10^{-3} \\ Rvt &= 0.00636 * 10^{-4} \end{aligned}$$

5.1.38.7) R1z

$$\begin{aligned} R1z &= Ra + Rb + Ru + Rv + Rut + Rvt \\ R1z &= 0.03651 * 10^{-6} + 0.03651 * 10^{-6} + 0.00636 * 10^{-4} + 0.00636 * 10^{-4} + \\ &0.00636 * 10^{-4} + 0.00636 * 10^{-4} \\ R1z &= 0.262 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

5.1.39) Riscos [R4] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.39.1) Rb4

$$Rb4 = Nd * Pb * Lb4$$

5.1.39.2) Rc4

$$\begin{aligned} Rc4 &= Nd * Pc * Lc4 \\ Rc4 &= 0.00365 * 1 * 0.01754 * 10^{-4} \\ Rc4 &= 0.00641 * 10^{-6} \end{aligned}$$

5.1.39.3) Rm4

$$\begin{aligned} Rm4 &= Nm * Pm * Lm4 \\ Rm4 &= 1.3144 * 0.16 * 0.01754 * 10^{-4} \\ Rm4 &= 0.0369 * 10^{-5} \end{aligned}$$

5.1.39.4) Rv4

$$\begin{aligned} Rv4 &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv4 \\ Rv4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.00005 \\ Rv4 &= 0.0318 * 10^{-4} \end{aligned}$$

5.1.39.5) Rvt4

$$\begin{aligned} Rvt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv4 \\ Rvt4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.00005 \\ Rvt4 &= 0.0318 * 10^{-4} \end{aligned}$$

5.1.39.6) Rw4

$$\begin{aligned} Rw4 &= (Nl + Ndj) * Pw * Lw4 \\ Rw4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.01754 * 10^{-4} \\ Rw4 &= 0.01116 * 10^{-5} \end{aligned}$$

5.1.39.7) Rwt4

$$\begin{aligned} Rwt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pwt * Lw4 \\ Rwt4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.01754 * 10^{-4} \\ Rwt4 &= 0.01116 * 10^{-5} \end{aligned}$$

5.1.39.8) Rz4

$$\begin{aligned} Rz4 &= Ni * Pz * Lz4 \\ Rz4 &= 6.36 * 0.3 * 0.01754 * 10^{-4} \\ Rz4 &= 0.03347 * 10^{-4} \end{aligned}$$

5.1.39.9) R4z

$$\begin{aligned} R4z &= Rb4 + Rc4 + Rm4 + Rv4 + Rw4 + Rz4 + Rvt4 + Rwt4 + Rzt4 \\ R4z &= 0.01826 * 10^{-5} + 0.00641 * 10^{-6} + 0.0369 * 10^{-5} + 0.0318 * 10^{-4} + \\ &0.01116 * 10^{-5} + 0.03347 * 10^{-4} + 0.0318 * 10^{-4} + 0.01116 * 10^{-5} + 0.00558 * 10^{-3} \\ R4z &= 0.0161 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

6) Risco Total

6.1) R1

$R_a + R_b = 0.007302 \times 10^{-5}$
 $R_1 = 0.262 \times 10^{-5}$
 $R_{t1} = 1 \times 10^{-5}$
 $R_1 \leq R_{t1}$
 $(R_a + R_b) \leq R_{t1}$
[OK]

6.2) R4

$R_a + R_b = 0.000183 \times 10^{-3}$
 $R_4 = 0.0161 \times 10^{-3}$
 $R_{t4} = 1 \times 10^{-3}$
 $R_4 \leq R_{t4}$
 $(R_a + R_b) \leq R_{t4}$
[OK]

6.3) Estrutura Protegida.

$R_1 \leq R_{t1}$
 $R_4 \leq R_{t4}$

CONCLUSÃO - 7 Garagem

A estrutura **NÃO NECESSITA** da instalação de SPDA.

Estrutura: 8 - BLOCO do ALMOXARIFADO

1) Densidade e descargas atmosféricas para a terra [Ng]

$N_g = 1.59$ [Descargas / km²/ano]

2) Geometria da Estrutura

Comprimento [L] = 38.55 m
Largura [W] = 6.46 m
Altura [H] = 4.3 m

3) Ad - Área de exposição equivalente [em m²]

$Ad = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + \pi * (3 * H)^2$
 $Ad = 38.55 * 6.46 + 2 * (3 * 4.3) * (38.55 + 6.46) + 3.14159 * (3 * 4.3)^2$
 $Ad = 1933.08 \text{ m}^2$

4) Fatores de Ponderação

4.1) Fator de Localização da Estrutura PRINCIPAL - Cd (Tabela A.1)

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos
 $Cd = 0.5$

4.2) Comprimento da Linha de Energia

$Ll = 1000 \text{ [m]}$

4.3) Fator de Instalação da Linha ENERGIA - Ci (Tabela A.2)

Aéreo
 $Ci = 1.0$

4.4) Fator do Tipo de Linha ENERGIA - Ct (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal
 $Ct = 1.0$

4.5) Fator Ambiental da Linha ENERGIA - Ce (Tabela A.4)

Rural
 $Ce = 1.0$

4.6) Comprimento da Linha de Sinal

$Llt = 1000 \text{ [m]}$

4.7) Fator de Instalação da Linha SINAL - Cit (Tabela A.2)

Aéreo
 $Cit = 1.0$

4.8) Fator do Tipo de Linha SINAL - Ctt (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal
 $Ctt = 1.0$

4.9) Fator Ambiental da Linha SINAL - Cet (Tabela A.4)

Rural
 $Cet = 1.0$

4.10) Nd - Número de Eventos Perigosos para a Estrutura [por ano]

$Nd = Ng * Ad * Cd * 10^{-6}$
 $Nd = 0.00154$

4.11) Nm - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da estrutura [por ano]

$$\begin{aligned}Nm &= Ng * Am * 10^{-6} \\Am &= 2 * 500 * (L + W) + Pi * 500^2 \\Am &= 830408.16 \\Nm &= 1.32035\end{aligned}$$

4.12) NI - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha de Energia [por ano]

$$\begin{aligned}Nl &= Ng * Al * Ci * Ce * Ct * 10^{-6} \\Al &= 40 * Ll \\Al &= 40000 \\Nl &= 0.0636\end{aligned}$$

4.13) Ni - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha de Energia [por ano]

$$\begin{aligned}Ni &= Ng * Ai * Ci * Ce * Ct * 10^{-6} \\Ai &= 4000 * Ll \\Ai &= 4000000 \\Ni &= 6.36\end{aligned}$$

4.14) Nlt - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha SINAL [por ano]

$$\begin{aligned}Nlt &= Ng * Al * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6} \\Alt &= 40 * Llt \\Alt &= 40000 \\Nlt &= 0.0636\end{aligned}$$

4.15) Nit - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha SINAL [por ano]

$$\begin{aligned}Nit &= Ng * Ait * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6} \\Ait &= 4000 * Llt \\Ait &= 4000000 \\Nit &= 6.36\end{aligned}$$

4.16) Proteção da Estrutura - Pb (Tabela B.2)

$$\begin{aligned}\text{Estrutura não protegida por SPDA} \\Pb &= 1\end{aligned}$$

4.17) Tipo de linha externa Energia - Cld e Cli (Tabela B.4)

Linha aérea não blindada

Cld = 1
Cli = 1

4.18) Tipo de linha externa SINAL - Cldt e Clit (Tabela B.4)

Linha aérea não blindada
Cldt = 1
Clit = 1

4.19) Ks1

Ks1: leva em consideração a eficiência da blindagem por malha da estrutura, SPDA ou outra blindagem na interface ZPR 0/1;

Dentro de uma ZPR, em uma distância de segurança do limite da malha no mínimo igual à largura da malha Wm,

fatores Ks1 e Ks2 para SPDA ou blindagem tipo malha espacial podem ser avaliados como: $Ks1 = 0,12 \times Wm1$

Ks1 = 1

4.20) Uw Energia

Uw: é a tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido, expressa em quilovolts (kV).

Uw = 2.5

4.21) Ks4 Energia

Ks4: leva em consideração a tensão suportável de impulso do sistema a ser protegido. $Ks4 = 1 / Uw$

Ks4 = 0.4

4.22) Uwt Sinal

Uwt = 1.5

4.23) Ks4t Sinal

Ks4t = 0.67

4.24) Nível de Proteção NP - Peb (Tabela B.7)

Sem DPS
Peb = 1

4.25) Roteamento, blindagem e interligação ENERGIA - Pld (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo

barramento de equipotencialização do equipamento (Uw=2.5)

Pld = 1

4.26) Roteamento, blindagem e interligação SINAL - Pldt (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo

barramento de equipotencialização do equipamento ($U_w=1.5$)

$Pldt = 1$

4.27) Pv - Probabilidade de Descarga na linha de Energia Causar danos físicos

$P_v = P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$

$P_v = 1$

4.28) Pvt - Probabilidade de Descarga na linha de Sinal Causar danos físicos

$P_{vt} = P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt}$

$P_{vt} = 1$

5) Zonas da Edificação

5.1) Zona: Zona 1 (Interna)

5.1.1) Número de pessoas na Zona

$n_z = 25$

5.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

$n_t = 25$

5.1.3) Tempo de presença das pessoas na Zona (h/ano)

$t_z = 8760$

5.1.4) Tempo de presença das pessoas em locais perigosos fora da estrutura (h/ano)

$t_e = 0$

5.1.5) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

Considerar

5.1.6) L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

Desprezar

5.1.7) L3 - Perda inaceitável de patrimônio cultural

Desprezar

5.1.8) L4 - Perda econômica

5.1.9) Risco de Explosão / Hospitais

Não

5.1.10) Medidas de Proteção (descargas na linha) - Ptu (Tabela B.6)

Nenhuma medida de proteção
 $P_{tu} = 1$

5.1.11) Ks2

$K_{s2} = 1$

5.1.12) Nível de Proteção NP ENERGIA - Pspd (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado
 $P_{spd} = 1$

5.1.13) Fiação Interna ENERGIA - Ks3 (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
 $K_{s3} = 1$

5.1.14) Nível de Proteção NP SINAL - Pspdt (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado
 $P_{spdt} = 1$

5.1.15) Fiação Interna SINAL - Ks3t (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
 $K_{s3t} = 1$

5.1.16) Pc - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos

$P_c = P_{spd} * C_{ld}$
 $P_c = 1$

5.1.17) Pct - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$P_{ct} = P_{spdt} * C_{ldt}$
 $P_{ct} = 1$

5.1.18) Pms

$P_{ms} = (K_{s1} * K_{s2} * K_{s3} * K_{s4})^2$
 $P_{ms} = 0.16$

5.1.19) Pmst

$$P_{mst} = (K_{s1} * K_{s2} * K_{s3t} * K_{s4t})^2$$
$$P_{mst} = 0.4489$$

5.1.20) Pm - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos

$$P_m = P_{spd} * P_{ms}$$
$$P_m = 0.16$$

5.1.21) Pmt - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$$P_{mt} = P_{spdt} * P_{mst}$$
$$P_m = 0.4489$$

5.1.22) Pu - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque

$$P_u = P_{tu} * P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$$
$$P_u = 1$$

5.1.23) Put - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque SINAL

$$P_{ut} = P_{tu} * P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt}$$
$$P_{ut} = 1$$

5.1.24) Pw - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos

$$P_w = P_{spd} * P_{ld} * C_{ld}$$
$$P_w = 1$$

5.1.25) Pwt - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$P_{wt} = P_{spdt} * P_{ldt} * C_{ldt}$$
$$P_{wt} = 1$$

5.1.26) Pli

$$P_{li} \text{ para } U_w = 2.5 \text{ kV}$$
$$P_{li} = 0.3$$

5.1.27) Plit

$$P_{lit} \text{ para } U_{wt} = 1.5 \text{ kV}$$
$$P_{lit} = 0.5$$

5.1.28) Pz - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos

$Pz = P_{spd} * P_{li} * C_{li}$
 $Pz = 0.3$

5.1.29) Pzt - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$Pzt = P_{spdt} * P_{lit} * C_{lit}$
 $Pzt = 0.5$

5.1.30) Medidas de Proteção (descargas na estrutura) - Pta (Tabela B.1)

Nenhuma medida de Proteção
 $Pta = 1$

5.1.31) Tipo de superfície do solo ou piso - Fator de redução r_t (Tabela C.3)

Mármore, cerâmica (Resistência de contato entre 1 e 10 ohms)
 $r_t = 0.001$

5.1.32) Providências para reduzir consequências de incêndio - Fator de redução r_p (Tabela C.4)

Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente,
instalações de alarme manuais, hidrantes. compartimentos à prova de fogo,
rotas de escape
 $r_p = 0.5$

5.1.33) Risco de incêndio ou explosão na estrutura - Fator de redução r_f (Tabela C.5)

Incêndio: Risco Normal
 $r_f = 0.01$

5.1.34) Perigo Especial - Fator h_z (Tabela C.6)

Baixo nível de pânico (por exemplo, uma estrutura limitada a dois andares e número de pessoas não superior a 100)
 $h_z = 2$

5.1.35) Pa - Probabilidade de Descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque

$Pa = P_{ta} * P_b$
 $Pa = 1$

5.1.36) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

5.1.36.1) Lt

$$Lt = 0.01$$

5.1.36.2) D2 - Danos Físicos - Lf (Tabela C.2)

Outros
 $Lf = 0.01$

5.1.36.3) D3 - Falhas de sistemas internos - Lo (Tabela C.2)

Não Aplicável
 $Lo = 0$

5.1.36.4) La

$$La = rt * Lt * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$La = 0.01 * 10^{-3}$$

5.1.36.5) Lu

$$Lu = La = 0.01 * 10^{-3}$$

5.1.36.6) Lb

$$Lb = rp * rf * hz * Lf * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$Lb = 0.0001$$

5.1.36.7) Lv

$$Lv = Lb = 0.0001$$

5.1.36.8) Lc

$$Lc = Lo * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$Lc = 0$$

5.1.36.9) Lm Lw Lz

$$Lm = Lw = Lz = Lc = 0$$

5.1.37) L4 - Perda econômica

5.1.37.1) D2 - Danos físicos - Lf (Tabela C.12)

Outros

5.1.37.2) D3 - Falha de sistemas internos - Lo (Tabela C.12)

Outros
 $Lo4 = 0.0001$

5.1.37.3) ca - Valor dos animais na Zona (milhões)

$ca = 0$ milhões

5.1.37.4) cb - Valor da edificação relevante à Zona (milhões)

$cb = 0.373$ milhões

5.1.37.5) cc - Valor do conteúdo da Zona (milhões)

$cc = 0.45$ milhões

5.1.37.6) cs - Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na Zona (milhões)

$cs = 0.08$ milhões

5.1.37.7) ct - Valor total da estrutura (soma de todas as zonas) (milhões)

$ct = 0.823$ milhões

5.1.37.8) La4

$La4 = rt * Lt4 * (ca / ct)$
 $La4 = 0$

5.1.37.9) Lu4

$Lu4 = La4 = 0$

5.1.37.10) Lb4

$Lb4 = rp * rf * Lf4 * ((ca + cb + cc + cs) / ct)$
 $Lb4 = 0.00055$

5.1.37.11) Lv4

$Lv4 = Lb4 = 0.00055$

5.1.37.12) Lc4

$Lc4 = Lo4 * (cs / ct)$
 $Lc4 = 0.00972 * 10^{-3}$

5.1.37.13) Lm4 Lw4 Lz4

5.1.37.14) Le4

$$\begin{aligned} Le4 &= Lfe4 \cdot (ce / ct) \\ Le4 &= 0 \end{aligned}$$

5.1.37.15) Lft4

$$\begin{aligned} Lft4 &= Lf4 + Le4 \\ Lft4 &= 0.1 \end{aligned}$$

5.1.38) Riscos [R1] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.38.1) Ra

$$\begin{aligned} Ra &= Nd \cdot Pa \cdot La \\ Ra &= 0.00154 \cdot 1 \cdot 0.01 \cdot 10^{-3} \\ Ra &= 0.01537 \cdot 10^{-6} \end{aligned}$$

5.1.38.2) Rb

$$\begin{aligned} Rb &= Nd \cdot Pb \cdot Lb \\ Rb &= 0.00154 \cdot 1 \cdot 0.0001 \\ Rb &= 0.01537 \cdot 10^{-5} \end{aligned}$$

5.1.38.3) Ru

$$\begin{aligned} Ru &= (Nl + Ndj) \cdot Pu \cdot Lu \\ Ru &= (0.0636 + 0) \cdot 1 \cdot 0.01 \cdot 10^{-3} \\ Ru &= 0.00636 \cdot 10^{-4} \end{aligned}$$

5.1.38.4) Rut

$$\begin{aligned} Rut &= (Nlt + Ndj1) \cdot Put \cdot Lu \\ Rut &= (0.0636 + 0) \cdot 1 \cdot 0.01 \cdot 10^{-3} \\ Rut &= 0.00636 \cdot 10^{-4} \end{aligned}$$

5.1.38.5) Rv

$$\begin{aligned} Rv &= (Nl + Ndj) \cdot Pv \cdot Lv \\ Rv &= (0.0636 + 0) \cdot 1 \cdot 0.0001 \\ Rv &= 0.00636 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

5.1.38.6) Rvt

$$\begin{aligned} Rvt &= (Nlt + Ndj1) \cdot Pvt \cdot Lv \\ Rvt &= (0.0636 + 0) \cdot 1 \cdot 0.0001 \\ Rvt &= 0.00636 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

5.1.38.7) R1z

$$\begin{aligned} R1z &= Ra + Rb + Ru + Rv + Rut + Rvt \\ R1z &= 0.01537*10^{-6} + 0.01537*10^{-5} + 0.00636*10^{-4} + 0.00636*10^{-3} + \\ &0.00636*10^{-4} + 0.00636*10^{-3} \\ R1z &= 1.42 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

5.1.39) Riscos [R4] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.39.1) Rb4

$$\begin{aligned} Rb4 &= Nd * Pb * Lb4 \\ Rb4 &= 0.00154 * 1 * 0.00055 \\ Rb4 &= 0.00843*10^{-4} \end{aligned}$$

5.1.39.2) Rc4

$$\begin{aligned} Rc4 &= Nd * Pc * Lc4 \\ Rc4 &= 0.00154 * 1 * 0.00972*10^{-3} \\ Rc4 &= 0.01494*10^{-6} \end{aligned}$$

5.1.39.3) Rm4

$$\begin{aligned} Rm4 &= Nm * Pm * Lm4 \\ Rm4 &= 1.32035 * 0.16 * 0.00972*10^{-3} \\ Rm4 &= 0.02054*10^{-4} \end{aligned}$$

5.1.39.4) Rv4

$$\begin{aligned} Rv4 &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv4 \\ Rv4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.00055 \\ Rv4 &= 0.03489*10^{-3} \end{aligned}$$

5.1.39.5) Rvt4

$$\begin{aligned} Rvt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv4 \\ Rvt4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.00055 \\ Rvt4 &= 0.03489*10^{-3} \end{aligned}$$

5.1.39.6) Rw4

$$\begin{aligned} Rw4 &= (Nl + Ndj) * Pw * Lw4 \\ Rw4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.00972*10^{-3} \\ Rw4 &= 0.00618*10^{-4} \end{aligned}$$

5.1.39.7) Rwt4

$$\begin{aligned} Rwt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pwt * Lw4 \\ Rwt4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.00972*10^{-3} \\ Rwt4 &= 0.00618*10^{-4} \end{aligned}$$

5.1.39.8) Rz4

$$\begin{aligned}Rz4 &= Ni * Pz * Lz4 \\Rz4 &= 6.36 * 0.3 * 0.00972 * 10^{-3} \\Rz4 &= 0.01855 * 10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.39.9) R4z

$$\begin{aligned}R4z &= Rb4 + Rc4 + Rm4 + Rv4 + Rw4 + Rz4 + Rvt4 + Rwt4 + Rzt4 \\R4z &= 0.00843 * 10^{-4} + 0.01494 * 10^{-6} + 0.02054 * 10^{-4} + 0.03489 * 10^{-3} + \\&0.00618 * 10^{-4} + 0.01855 * 10^{-3} + 0.03489 * 10^{-3} + 0.00618 * 10^{-4} + 0.03091 * 10^{-3} \\R4z &= 0.123 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

6) Risco Total

6.1) R1

$$\begin{aligned}Ra + Rb &= 0.0169 \times 10^{-5} \\R1 &= 1.42 \times 10^{-5} \\Rt1 &= 1 \times 10^{-5} \\R1 &> Rt1 \\(Ra + Rb) &\leq Rt1 \\[Requer a instalação de SPDA ou MPS]\end{aligned}$$

6.2) R4

$$\begin{aligned}Ra + Rb &= 0.000843 \times 10^{-3} \\R4 &= 0.123 \times 10^{-3} \\Rt4 &= 1 \times 10^{-3} \\R4 &\leq Rt4 \\(Ra + Rb) &\leq Rt4 \\[OK]\end{aligned}$$

6.3) Estrutura Desprotegida: Talvez a instalação de DPS ou outros MPSs evitem a necessidade de um SPDA.

$$\begin{aligned}Rab1 &\leq Rt1 \\Rab4 &\leq Rt4\end{aligned}$$

7) Nível de Proteção adotada: II

8) Método Utilizado

8.1) Malha ou da Gaiola de Faraday

Módulos da malha [Nível de Proteção II]
Afastamento máximo da Malha = 10x10 m

9) Cálculo do Número de descidas [N]

$$\text{Area} = 249.03 \text{ m}^2.$$

Altura = 4.3 m.
Perímetro = 90.02 m.
Cantos Salientes da Estrutura = 4

Nível de Proteção II: Espaçamento médio = 10m

$N = \text{Perímetro} / 10\text{m} + (\text{número de cantos salientes})$ [N = 13] para Nível de Proteção: II

$N = \text{Altura} / 10\text{m} + (\text{número de cantos salientes})$ | $N = 4.3 / 10 + 4$ | $N = 5$
 $N \geq 2$ (Para descidas não naturais)

$N = 12$ descidas.

10) Cálculo do Comprimento da Haste Vertical ou Inclinada

Haste adotada: Vertical

$r = 18 \text{ ohms.m}$ [resistividade do solo] com tratamento químico no solo- Sal adicionado (% por peso de umidade) - 0,1%
 $R = 10 \text{ ohms}$ [Resistência de aterramento]
 $L = \text{Comprimento da Haste em (m)}$

$L = r / R$
 $L = 18 / 10$
 $L = 1,8 \text{ m}$

$l_1(\text{min}) = 0,9\text{m}$
 $L = 2,40 \text{ m}$
 $Re = 14.33 \text{ m}$ [Raio médio da área abrangida pelos eletrodos]
Comprimento Adicional [$Re \geq l_1$] [OK]

11) Anéis horizontais de interligação das descidas

Instalação de 1 Anél horizontal de aterramento enterrado
Altura: 4.3m $\leq 10\text{m}$ (Não é necessário anél horizontal intermediário)

12) Seções mínimas

12.1) Condutores de Captação, Hastes Captoras e Condutores de Descidas

Cobre - Encordado 35mm² Diâmetro de cada fio da oordalha
2.5mm

12.2) Eletrodo de Aterramento

Cobre - Encordado - 50 mm² - Diâmetro de cada fio - cordoalha 3 mm

Estrutura: 9- BLOCO DE PESQUISA E EXTENSÃO

1) Densidade e descargas atmosféricas para a terra [Ng]

2) Geometria da Estrutura

Comprimento [L] = 26.7 m
Largura [W] = 8.8 m
Altura [H] = 4.3 m

3) Ad - Área de exposição equivalente [em m^2]

$Ad = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + \pi * (3 * H)^2$
 $Ad = 26.7 * 8.8 + 2 * (3 * 4.3) * (26.7 + 8.8) + 3.14159 * (3 * 4.3)^2$
 $Ad = 1673.65 \text{ m}^2$

4) Fatores de Ponderação

4.1) Fator de Localização da Estrutura PRINCIPAL - Cd (Tabela A.1)

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos
 $Cd = 0.5$

4.2) Comprimento da Linha de Energia

$L_l = 1000$ [m]

4.3) Fator de Instalação da Linha ENERGIA - Ci (Tabela A.2)

Aéreo
 $Ci = 1.0$

4.4) Fator do Tipo de Linha ENERGIA - Ct (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal
 $Ct = 1.0$

4.5) Fator Ambiental da Linha ENERGIA - Ce (Tabela A.4)

Rural
 $Ce = 1.0$

4.6) Comprimento da Linha de Sinal

$L_{lt} = 1000$ [m]

4.7) Fator de Instalação da Linha SINAL - Cit (Tabela A.2)

Aéreo
 $Cit = 1.0$

4.8) Fator do Tipo de Linha SINAL - Ctt (Tabela A.3)

4.9) Fator Ambiental da Linha SINAL - Cet (Tabela A.4)

Rural
Cet = 1.0

4.10) Nd - Número de Eventos Perigosos para a Estrutura [por ano]

$N_d = N_g * A_d * C_d * 10^{-6}$
Nd = 0.00133

4.11) Nm - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da estrutura [por ano]

$N_m = N_g * A_m * 10^{-6}$
 $A_m = 2 * 500 * (L + W) + \pi * 500^2$
Am = 820898.16
Nm = 1.30523

4.12) Nl - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha de Energia [por ano]

$N_l = N_g * A_l * C_i * C_e * C_t * 10^{-6}$
Al = 40 * Ll
Al = 40000
Nl = 0.0636

4.13) Ni - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha de Energia [por ano]

$N_i = N_g * A_i * C_i * C_e * C_t * 10^{-6}$
Ai = 4000 * Ll
Ai = 4000000
Ni = 6.36

4.14) Nlt - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha SINAL [por ano]

$N_{lt} = N_g * A_l * C_{it} * C_{et} * C_{tt} * 10^{-6}$
Alt = 40 * Llt
Alt = 40000
Nlt = 0.0636

4.15) Nit - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha SINAL [por ano]

$N_{it} = N_g * A_{it} * C_{it} * C_{et} * C_{tt} * 10^{-6}$
Ait = 4000 * Llt
Ait = 4000000
Nit = 6.36

4.16) Proteção da Estrutura - Pb (Tabela B.2)

Estrutura não protegida por SPDA
 $Pb = 1$

4.17) Tipo de linha externa Energia - Cld e Cli (Tabela B.4)

Linha aérea não blindada
 $Cld = 1$
 $Cli = 1$

4.18) Tipo de linha externa SINAL - Cldt e Clit (Tabela B.4)

Linha aérea não blindada
 $Cldt = 1$
 $Clit = 1$

4.19) Ks1

Ks1: leva em consideração a eficiência da blindagem por malha da estrutura, SPDA ou outra blindagem na interface ZPR 0/1;

Dentro de uma ZPR, em uma distância de segurança do limite da malha no mínimo igual à largura da malha Wm ,

fatores Ks1 e Ks2 para SPDA ou blindagem tipo malha espacial podem ser avaliados como: $Ks1 = 0,12 \times Wm1$

$Ks1 = 1$

4.20) Uw Energia

Uw: é a tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido, expressa em quilovolts (kV).

$Uw = 2.5$

4.21) Ks4 Energia

Ks4: leva em consideração a tensão suportável de impulso do sistema a ser protegido. $Ks4 = 1 / Uw$

$Ks4 = 0.4$

4.22) Uwt Sinal

$Uwt = 1.5$

4.23) Ks4t Sinal

$Ks4t = 0.67$

4.24) Nível de Proteção NP - Peb (Tabela B.7)

Sem DPS
 $Peb = 1$

4.25) Roteamento, blindagem e interligação ENERGIA - Pld (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento ($U_w=2.5$)
 $Pl_d = 1$

4.26) Roteamento, blindagem e interligação SINAL - Pldt (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento ($U_w=1.5$)
 $Pl_{dt} = 1$

4.27) Pv - Probabilidade de Descarga na linha de Energia Causar danos físicos

$P_v = P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$
 $P_v = 1$

4.28) Pvt - Probabilidade de Descarga na linha de Sinal Causar danos físicos

$P_{vt} = P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt}$
 $P_{vt} = 1$

5) Zonas da Edificação

5.1) Zona: Zona 1 (Interna)

5.1.1) Número de pessoas na Zona

$n_z = 111$

5.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

$n_t = 111$

5.1.3) Tempo de presença das pessoas na Zona (h/ano)

$t_z = 8760$

5.1.4) Tempo de presença das pessoas em locais perigosos fora da estrutura (h/ano)

$t_e = 0$

5.1.5) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

Considerar

5.1.6) L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

Desprezar

5.1.7) L3 - Perda inaceitável de patrimônio cultural

Desprezar

5.1.8) L4 - Perda econômica

Considerar

5.1.9) Risco de Explosão / Hospitais

Não

5.1.10) Medidas de Proteção (descargas na linha) - Ptu (Tabela B.6)

Nenhuma medida de proteção
Ptu = 1

5.1.11) Ks2

Ks2 = 1

5.1.12) Nível de Proteção NP ENERGIA - Pspd (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado
Pspd = 1

5.1.13) Fiação Interna ENERGIA - Ks3 (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
Ks3 = 1

5.1.14) Nível de Proteção NP SINAL - Pspdt (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado
Pspdt = 1

5.1.15) Fiação Interna SINAL - Ks3t (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
Ks3t = 1

5.1.16) Pc - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos

$$Pc = Pspd * Cld$$
$$Pc = 1$$

5.1.17) Pct - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$$Pct = Pspdt * Cldt$$
$$Pct = 1$$

5.1.18) Pms

$$Pms = (Ks1 * Ks2 * Ks3 * Ks4)^2$$
$$Pms = 0.16$$

5.1.19) Pmst

$$Pmst = (Ks1 * Ks2 * Ks3t * Ks4t)^2$$
$$Pmst = 0.4489$$

5.1.20) Pm - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos

$$Pm = Pspd * Pms$$
$$Pm = 0.16$$

5.1.21) Pmt - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$$Pmt = Pspdt * Pmst$$
$$Pm = 0.4489$$

5.1.22) Pu - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque

$$Pu = Ptu * Peb * Pld * Cld$$
$$Pu = 1$$

5.1.23) Put - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque SINAL

$$Put = Ptu * Peb * Pldt * Cldt$$
$$Put = 1$$

5.1.24) Pw - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos

$$Pw = Pspd * Pld * Cld$$
$$Pw = 1$$

5.1.25) Pwt - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$\begin{aligned} Pwt &= Pspdt * Pldt * Cldt \\ Pwt &= 1 \end{aligned}$$

5.1.26) Pli

$$\begin{aligned} Pli &\text{ para } U_w = 2.5 \text{ kV} \\ Pli &= 0.3 \end{aligned}$$

5.1.27) Plit

$$\begin{aligned} Plit &\text{ para } U_{wt} = 1.5 \text{ kV} \\ Plit &= 0.5 \end{aligned}$$

5.1.28) Pz - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos

$$\begin{aligned} Pz &= Pspd * Pli * Cli \\ Pz &= 0.3 \end{aligned}$$

5.1.29) Pzt - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$\begin{aligned} Pzt &= Pspdt * Plit * Clit \\ Pzt &= 0.5 \end{aligned}$$

5.1.30) Medidas de Proteção (descargas na estrutura) - Pta (Tabela B.1)

$$\begin{aligned} &\text{Nenhuma medida de Proteção} \\ Pta &= 1 \end{aligned}$$

5.1.31) Tipo de superfície do solo ou piso - Fator de redução rt (Tabela C.3)

$$\begin{aligned} &\text{Mármore, cerâmica (Resistência de contato entre 1 e 10 ohms)} \\ rt &= 0.001 \end{aligned}$$

5.1.32) Providências para reduzir consequências de incêndio - Fator de redução rp (Tabela C.4)

$$\begin{aligned} &\text{Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas} \\ &\text{manualmente,} \\ &\text{instalações de alarme manuais, hidrantes. compartimentos à prova de fogo,} \\ &\text{rotas de escape} \\ rp &= 0.5 \end{aligned}$$

5.1.33) Risco de incêndio ou explosão na estrutura - Fator de redução rf (Tabela C.5)

Incêndio: Risco Normal
 $rf = 0.01$

5.1.34) Perigo Especial - Fator hz (Tabela C.6)

Nível médio de pânico (por exemplo, estruturas designadas para eventos culturais ou esportivos com um número de participantes entre 100 e 1000 pessoas)
 $hz = 5$

5.1.35) Pa - Probabilidade de Descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque

$Pa = P_{ta} * P_b$
 $Pa = 1$

5.1.36) $L1$ - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

5.1.36.1) Lt

$Lt = 0.01$

5.1.36.2) $D2$ - Danos Físicos - Lf (Tabela C.2)

Hospital, hotel, escola, edifício cívico
 $Lf = 0.1$

5.1.36.3) $D3$ - Falhas de sistemas internos - Lo (Tabela C.2)

Não Aplicável
 $Lo = 0$

5.1.36.4) La

$La = rt * Lt * (nz / nt) * (tz / 8760)$
 $La = 0.01 * 10^{-3}$

5.1.36.5) Lu

$Lu = La = 0.01 * 10^{-3}$

5.1.36.6) Lb

$Lb = rp * rf * hz * Lf * (nz / nt) * (tz / 8760)$
 $Lb = 0.0025$

5.1.36.7) Lv

5.1.36.8) Lc

$$L_c = L_o * (n_z / n_t) * (t_z / 8760) \\ L_c = 0$$

5.1.36.9) Lm Lw Lz

$$L_m = L_w = L_z = L_c = 0$$

5.1.37) L4 - Perda econômica

5.1.37.1) D2 - Danos físicos - Lf (Tabela C.12)

Hotel, escola, escritório, igreja, entretenimento público, comercial
 $L_{f4} = 0.2$

5.1.37.2) D3 - Falha de sistemas internos - Lo (Tabela C.12)

Museu, agricultura, escola, igreja, entretenimento público
 $L_{o4} = 0.001$

5.1.37.3) ca - Valor dos animais na Zona (milhões)

$$c_a = 0 \text{ milhões}$$

5.1.37.4) cb - Valor da edificação relevante à Zona (milhões)

$$c_b = 0.58 \text{ milhões}$$

5.1.37.5) cc - Valor do conteúdo da Zona (milhões)

$$c_c = 0.45 \text{ milhões}$$

5.1.37.6) cs - Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na Zona (milhões)

$$c_s = 0.23 \text{ milhões}$$

5.1.37.7) ct - Valor total da estrutura (soma de todas as zonas) (milhões)

$$c_t = 1.26 \text{ milhões}$$

5.1.37.8) La4

$$L_{a4} = r_t * L_{t4} * (c_a / c_t) \\ L_{a4} = 0$$

5.1.37.9) Lu4

5.1.37.10) Lb4

$$Lb4 = rp * rf * Lf4 * ((ca + cb + cc + cs) / ct)$$
$$Lb4 = 0.001$$

5.1.37.11) Lv4

$$Lv4 = Lb4 = 0.001$$

5.1.37.12) Lc4

$$Lc4 = Lo4 * (cs / ct)$$
$$Lc4 = 0.00018$$

5.1.37.13) Lm4 Lw4 Lz4

$$Lm4 = Lw4 = Lz4 = Lc4 = 0.00018$$

5.1.37.14) Le4

$$Le4 = Lfe4 * (ce / ct)$$
$$Le4 = 0$$

5.1.37.15) Lft4

$$Lft4 = Lf4 + Le4$$
$$Lft4 = 0.2$$

5.1.38) Riscos [R1] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.38.1) Ra

$$Ra = Nd * Pa * La$$
$$Ra = 0.00133 * 1 * 0.01 * 10^{-3}$$
$$Ra = 0.01331 * 10^{-6}$$

5.1.38.2) Rb

$$Rb = Nd * Pb * Lb$$
$$Rb = 0.00133 * 1 * 0.0025$$
$$Rb = 0.03326 * 10^{-4}$$

5.1.38.3) Ru

5.1.38.4) Rut

$$Rut = (Nlt + Ndj1) * Put * Lu$$
$$Rut = (0.0636 + 0) * 1 * 0.01*10^{-3}$$
$$Rut = 0.00636*10^{-4}$$

5.1.38.5) Rv

$$Rv = (Nl + Ndj) * Pv * Lv$$
$$Rv = (0.0636 + 0) * 1 * 0.0025$$
$$Rv = 0.00016$$

5.1.38.6) Rvt

$$Rvt = (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv$$
$$Rvt = (0.0636 + 0) * 1 * 0.0025$$
$$Rvt = 0.00016$$

5.1.38.7) R1z

$$R1z = Ra + Rb + Ru + Rv + Rut + Rvt$$
$$R1z = 0.01331*10^{-6} + 0.03326*10^{-4} + 0.00636*10^{-4} + 0.00016 + 0.00636*10^{-4} + 0.00016$$
$$R1z = 32.26 \times 10^{-5}$$

5.1.39) Riscos [R4] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.39.1) Rb4

$$Rb4 = Nd * Pb * Lb4$$
$$Rb4 = 0.00133 * 1 * 0.001$$
$$Rb4 = 0.01331*10^{-4}$$

5.1.39.2) Rc4

$$Rc4 = Nd * Pc * Lc4$$
$$Rc4 = 0.00133 * 1 * 0.00018$$
$$Rc4 = 0.02429*10^{-5}$$

5.1.39.3) Rm4

$$Rm4 = Nm * Pm * Lm4$$
$$Rm4 = 1.30523 * 0.16 * 0.00018$$

5.1.39.4) Rv4

$$\begin{aligned} Rv4 &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv4 \\ Rv4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.001 \\ Rv4 &= 0.00006 \end{aligned}$$

5.1.39.5) Rvt4

$$\begin{aligned} Rvt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv4 \\ Rvt4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.001 \\ Rvt4 &= 0.00006 \end{aligned}$$

5.1.39.6) Rw4

$$\begin{aligned} Rw4 &= (Nl + Ndj) * Pw * Lw4 \\ Rw4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.00018 \\ Rw4 &= 0.01161 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

5.1.39.7) Rwt4

$$\begin{aligned} Rwt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pwt * Lw4 \\ Rwt4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.00018 \\ Rwt4 &= 0.01161 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

5.1.39.8) Rz4

$$\begin{aligned} Rz4 &= Ni * Pz * Lz4 \\ Rz4 &= 6.36 * 0.3 * 0.00018 \\ Rz4 &= 0.00035 \end{aligned}$$

5.1.39.9) R4z

$$\begin{aligned} R4z &= Rb4 + Rc4 + Rm4 + Rv4 + Rw4 + Rz4 + Rvt4 + Rwt4 + Rzt4 \\ R4z &= 0.01331 \cdot 10^{-4} + 0.02429 \cdot 10^{-5} + 0.03812 \cdot 10^{-3} + 0.00006 + 0.01161 \cdot 10^{-3} \\ &\quad + 0.00035 + 0.00006 + 0.01161 \cdot 10^{-3} + 0.00058 \\ R4z &= 1.12 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

6) Risco Total

6.1) R1

$$\begin{aligned} Ra + Rb &= 0.334 \times 10^{-5} \\ R1 &= 32.26 \times 10^{-5} \\ Rt1 &= 1 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R1 &> Rt1 \\ (Ra + Rb) &\leq Rt1 \\ &[\text{Requer a instalação de SPDA ou MPS}] \end{aligned}$$

6.2) R4

```
Ra + Rb = 0.00133 x 10^-3  
R4 = 1.12 x 10^-3  
Rt4 = 1 x 10^-3  
R4 > Rt4  
(Ra + Rb) <= Rt4  
[Requer a instalação de SPDA ou MPS]
```

6.3) Estrutura Desprotegida: Talvez a instalação de DPS ou outros MPSs evitem a necessidade de um SPDA.

```
Rab1 <= Rt1  
Rab4 <= Rt4
```

7) Nível de Proteção adotada: II

8) Método Utilizado

8.1) Malha ou da Gaiola de Faraday

Módulos da malha [Nível de Proteção II]
Afastamento máximo da Malha = 10x10 m

9) Cálculo do Número de descidas [N]

```
Area      = 234.96 m2.  
Altura    = 4.3 m.  
Perímetro = 71 m.  
Cantos Salientes da Estrutura = 4
```

Nível de Proteção II: Espaçamento médio = 10m

N = Perímetro / 10m + (número de cantos salientes) [N = 11] para Nível de Proteção: II

N = Altura / 10m + (número de cantos salientes) | N = 4.3 / 10 + 4 | N = 5
N >= 2 (Para descidas não naturais)

N = 10 descidas.

10) Cálculo do Comprimento da Haste Vertical ou Inclinada

Haste adotada: Vertical

```
r = 18 ohms.m [resistividade do solo] com tratamento químico no solo- Sal  
adicionado (% por peso de umidade) - 0,1%  
R = 10 ohms [Resistência de aterramento]
```

L = Comprimento da Haste em (m)

```
L = r / R  
L = 18 / 10  
L = 1,8 m
```


$l1(\text{min}) = 0,9\text{m}$

$L = 2,40\text{ m}$

$Re = 11.3\text{ m}$ [Raio médio da área abrangida pelos eletrodos]

Comprimento Adicional [$Re \geq l1$] [OK]

11) Anéis horizontais de interligação das descidas

Instalação de 1 Anél horizontal de aterramento enterrado

Altura: $4.3\text{m} \leq 10\text{m}$ (Não é necessário anél horizontal intermediário)

12) Seções mínimas

12.1) Condutores de Captação, Hastes Captoras e Condutores de Descidas

Cobre - Encordado de 35mm^2 Diâmetro de cada fio da oordalha 2.5mm

12.2) Eletrodo de Aterramento

Cobre - Encordado - 50 mm^2 - Diâmetro de cada fio - cordoalha 3 mm

Estrutura: 10 - BLOCO AGROPECUÁRIO

1) Densidade e descargas atmosféricas para a terra [Ng]

$Ng = 1.59$ [Descargas / km^2/ano]

2) Geometria da Estrutura

Comprimento [L] = 172.8 m

Largura [W] = 21.53 m

Altura [H] = 3.9 m

3) Ad - Área de exposição equivalente [em m^2]

$Ad = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + PI * (3 * H)^2$

$Ad = 172.8 * 21.53 + 2 * (3 * 3.9) * (172.8 + 21.53) + 3.14159 * (3 * 3.9)^2$

$Ad = 8697.76\text{ m}^2$

4) Fatores de Ponderação

4.1) Fator de Localização da Estrutura PRINCIPAL - Cd (Tabela A.1)

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos

$Cd = 0.5$

4.2) Comprimento da Linha de Energia

$$Ll = 1000 \text{ [m]}$$

4.3) Fator de Instalação da Linha ENERGIA - Ci (Tabela A.2)

Aéreo
 $Ci = 1.0$

4.4) Fator do Tipo de Linha ENERGIA - Ct (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal
 $Ct = 1.0$

4.5) Fator Ambiental da Linha ENERGIA - Ce (Tabela A.4)

Rural
 $Ce = 1.0$

4.6) Comprimento da Linha de Sinal

$$Llt = 1000 \text{ [m]}$$

4.7) Fator de Instalação da Linha SINAL - Cit (Tabela A.2)

Aéreo
 $Cit = 1.0$

4.8) Fator do Tipo de Linha SINAL - Ctt (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal
 $Ctt = 1.0$

4.9) Fator Ambiental da Linha SINAL - Cet (Tabela A.4)

Rural
 $Cet = 1.0$

4.10) Nd - Número de Eventos Perigosos para a Estrutura [por ano]

$$Nd = Ng * Ad * Cd * 10^{-6}$$
$$Nd = 0.00691$$

4.11) Nm - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da estrutura [por ano]

$$Nm = Ng * Am * 10^{-6}$$
$$Am = 2 * 500 * (L + W) + Pi * 500^2$$
$$Am = 979728.16$$
$$Nm = 1.55777$$

4.12) NI - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha de Energia [por ano]

```
NI = Ng * Al * Ci * Ce * Ct * 10^-6  
Al = 40 * Ll  
Al = 40000  
NI = 0.0636
```

4.13) Ni - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha de Energia [por ano]

```
Ni = Ng * Ai * Ci * Ce * Ct * 10^-6  
Ai = 4000 * Ll  
Ai = 4000000  
Ni = 6.36
```

4.14) Nlt - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha SINAL [por ano]

```
Nlt = Ng * Al * Cit * Cet * Ctt * 10^-6  
Alt = 40 * Llt  
Alt = 40000  
Nlt = 0.0636
```

4.15) Nit - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha SINAL [por ano]

```
Nit = Ng * Ait * Cit * Cet * Ctt * 10^-6  
Ait = 4000 * Llt  
Ait = 4000000  
Nit = 6.36
```

4.16) Proteção da Estrutura - Pb (Tabela B.2)

```
Estrutura não protegida por SPDA  
Pb = 1
```

4.17) Tipo de linha externa Energia - Cld e Cli (Tabela B.4)

```
Linha aérea não blindada  
Cld = 1  
Cli = 1
```

4.18) Tipo de linha externa SINAL - Cldt e Clit (Tabela B.4)

```
Linha aérea não blindada  
Cldt = 1  
Clit = 1
```

4.19) Ks1

Ks1: leva em consideração a eficiência da blindagem por malha da estrutura, SPDA ou outra blindagem na interface ZPR 0/1;

Dentro de uma ZPR, em uma distância de segurança do limite da malha no mínimo igual à largura da malha Wm,

fatores Ks1 e Ks2 para SPDA ou blindagem tipo malha espacial podem ser avaliados como: $Ks1 = 0,12 \times Wm1$

$$Ks1 = 1$$

4.20) Uw Energia

Uw: é a tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido, expressa em quilovolts (kV).

$$Uw = 2.5$$

4.21) Ks4 Energia

Ks4: leva em consideração a tensão suportável de impulso do sistema a ser protegido. $Ks4 = 1 / Uw$

$$Ks4 = 0.4$$

4.22) Uwt Sinal

$$Uwt = 1.5$$

4.23) Ks4t Sinal

$$Ks4t = 0.67$$

4.24) Nível de Proteção NP - Peb (Tabela B.7)

Sem DPS

$$Peb = 1$$

4.25) Roteamento, blindagem e interligação ENERGIA - Pld (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo

barramento de equipotencialização do equipamento (Uw=2.5)

$$Pld = 1$$

4.26) Roteamento, blindagem e interligação SINAL - Pldt (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo

barramento de equipotencialização do equipamento (Uw=1.5)

$$Pldt = 1$$

4.27) Pv - Probabilidade de Descarga na linha de Energia Causar danos físicos

$$Pv = Peb \times Pld \times Cld$$

$$Pv = 1$$

4.28) Pvt - Probabilidade de Descarga na linha de Sinal Causar danos físicos

$$Pvt = Peb \times Pldt \times Cltd$$

Pvt = 1

5) Zonas da Edificação

5.1) Zona: Zona 1 (Interna)

5.1.1) Número de pessoas na Zona

nz = 990

5.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

nt = 990

5.1.3) Tempo de presença das pessoas na Zona (h/ano)

tz = 8760

5.1.4) Tempo de presença das pessoas em locais perigosos fora da estrutura (h/ano)

te = 0

5.1.5) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

Considerar

5.1.6) L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

Desprezar

5.1.7) L3 - Perda inaceitável de patrimônio cultural

Desprezar

5.1.8) L4 - Perda econômica

Considerar

5.1.9) Risco de Explosão / Hospitais

Não

5.1.10) Medidas de Proteção (descargas na linha) - Ptu (Tabela B.6)

Nenhuma medida de proteção
Ptu = 1

5.1.11) Ks2

$$Ks2 = 1$$

5.1.12) Nível de Proteção NP ENERGIA - Pspd (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado
 $Pspd = 1$

5.1.13) Fiação Interna ENERGIA - Ks3 (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
 $Ks3 = 1$

5.1.14) Nível de Proteção NP SINAL - Pspdt (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado
 $Pspdt = 1$

5.1.15) Fiação Interna SINAL - Ks3t (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
 $Ks3t = 1$

5.1.16) Pc - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos

$$Pc = Pspd * Cld$$
$$Pc = 1$$

5.1.17) Pct - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas SINAL

$$Pct = Pspdt * Cldt$$
$$Pct = 1$$

5.1.18) Pms

$$Pms = (Ks1 * Ks2 * Ks3 * Ks4)^2$$
$$Pms = 0.16$$

5.1.19) Pmst

$$Pmst = (Ks1 * Ks2 * Ks3t * Ks4t)^2$$
$$Pmst = 0.4489$$

5.1.20) Pm - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos

$$Pm = Pspd * Pms$$

5.1.21) P_{mt} - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$$P_{mt} = P_{spdt} * P_{mst}$$
$$P_m = 0.4489$$

5.1.22) P_u - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque

$$P_u = P_{tu} * P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$$
$$P_u = 1$$

5.1.23) P_{ut} - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque SINAL

$$P_{ut} = P_{tu} * P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt}$$
$$P_{ut} = 1$$

5.1.24) P_w - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos

$$P_w = P_{spd} * P_{ld} * C_{ld}$$
$$P_w = 1$$

5.1.25) P_{wt} - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$P_{wt} = P_{spdt} * P_{ldt} * C_{ldt}$$
$$P_{wt} = 1$$

5.1.26) P_{li}

$$P_{li} \text{ para } U_w = 2.5 \text{ kV}$$
$$P_{li} = 0.3$$

5.1.27) P_{lit}

$$P_{lit} \text{ para } U_{wt} = 1.5 \text{ kV}$$
$$P_{lit} = 0.5$$

5.1.28) P_z - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos

$$P_z = P_{spd} * P_{li} * C_{li}$$
$$P_z = 0.3$$

5.1.29) P_{zt} - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$P_{zt} = P_{spdt} * P_{lit} * C_{lit}$$
$$P_{zt} = 0.5$$

5.1.30) Medidas de Proteção (descargas na estrutura) - Pta (Tabela B.1)

Nenhuma medida de Proteção
 $Pta = 1$

5.1.31) Tipo de superfície do solo ou piso - Fator de redução r_t (Tabela C.3)

Mármore, cerâmica (Resistência de contato entre 1 e 10 ohms)
 $r_t = 0.001$

5.1.32) Providências para reduzir consequências de incêndio - Fator de redução r_p (Tabela C.4)

Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes. compartimentos à prova de fogo, rotas de escape
 $r_p = 0.5$

5.1.33) Risco de incêndio ou explosão na estrutura - Fator de redução r_f (Tabela C.5)

Incêndio: Risco Normal
 $r_f = 0.01$

5.1.34) Perigo Especial - Fator h_z (Tabela C.6)

Nível médio de pânico (por exemplo, estruturas designadas para eventos culturais ou esportivos com um número de participantes entre 100 e 1000 pessoas)
 $h_z = 5$

5.1.35) P_a - Probabilidade de Descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque

$P_a = P_{ta} * P_b$
 $P_a = 1$

5.1.36) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

5.1.36.1) L_t

$L_t = 0.01$

5.1.36.2) D2 - Danos Físicos - L_f (Tabela C.2)

Hospital, hotel, escola, edifício cívico
 $L_f = 0.1$

5.1.36.3) D3 - Falhas de sistemas internos - Lo (Tabela C.2)

Não Aplicável
 $L_o = 0$

5.1.36.4) La

$L_a = r_t * L_t * (n_z / n_t) * (t_z / 8760)$
 $L_a = 0.01 * 10^{-3}$

5.1.36.5) Lu

$L_u = L_a = 0.01 * 10^{-3}$

5.1.36.6) Lb

$L_b = r_p * r_f * h_z * L_f * (n_z / n_t) * (t_z / 8760)$
 $L_b = 0.0025$

5.1.36.7) Lv

$L_v = L_b = 0.0025$

5.1.36.8) Lc

$L_c = L_o * (n_z / n_t) * (t_z / 8760)$
 $L_c = 0$

5.1.36.9) Lm Lw Lz

$L_m = L_w = L_z = L_c = 0$

5.1.37) L4 - Perda econômica

5.1.37.1) D2 - Danos físicos - Lf (Tabela C.12)

Hotel, escola, escritório, igreja, entretenimento público, comercial
 $L_{f4} = 0.2$

5.1.37.2) D3 - Falha de sistemas internos - Lo (Tabela C.12)

5.1.37.3) ca - Valor dos animais na Zona (milhões)

$$ca = 0 \text{ milhões}$$

5.1.37.4) cb - Valor da edificação relevante à Zona (milhões)

$$cb = 1.89 \text{ milhões}$$

5.1.37.5) cc - Valor do conteúdo da Zona (milhões)

$$cc = 0.5 \text{ milhões}$$

5.1.37.6) cs - Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na Zona (milhões)

$$cs = 0.32 \text{ milhões}$$

5.1.37.7) ct - Valor total da estrutura (soma de todas as zonas) (milhões)

$$ct = 2.71 \text{ milhões}$$

5.1.37.8) La4

$$La4 = rt * Lt4 * (ca / ct)$$
$$La4 = 0$$

5.1.37.9) Lu4

$$Lu4 = La4 = 0$$

5.1.37.10) Lb4

$$Lb4 = rp * rf * Lf4 * ((ca + cb + cc + cs) / ct)$$
$$Lb4 = 0.001$$

5.1.37.11) Lv4

$$Lv4 = Lb4 = 0.001$$

5.1.37.12) Lc4

$$Lc4 = Lo4 * (cs / ct)$$
$$Lc4 = 0.00012$$

5.1.37.13) Lm4 Lw4 Lz4

$$Lm4 = Lw4 = Lz4 = Lc4 = 0.00012$$

5.1.37.14) Le4

$$\begin{aligned} \text{Le4} &= \text{Lfe4} * (\text{ce} / \text{ct}) \\ \text{Le4} &= 0 \end{aligned}$$

5.1.37.15) Lft4

$$\begin{aligned} \text{Lft4} &= \text{Lf4} + \text{Le4} \\ \text{Lft4} &= 0.2 \end{aligned}$$

5.1.38) Riscos [R1] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.38.1) Ra

$$\begin{aligned} \text{Ra} &= \text{Nd} * \text{Pa} * \text{La} \\ \text{Ra} &= 0.00691 * 1 * 0.01 * 10^{-3} \\ \text{Ra} &= 0.00691 * 10^{-5} \end{aligned}$$

5.1.38.2) Rb

$$\begin{aligned} \text{Rb} &= \text{Nd} * \text{Pb} * \text{Lb} \\ \text{Rb} &= 0.00691 * 1 * 0.0025 \\ \text{Rb} &= 0.01729 * 10^{-3} \end{aligned}$$

5.1.38.3) Ru

$$\begin{aligned} \text{Ru} &= (\text{Nl} + \text{Ndj}) * \text{Pu} * \text{Lu} \\ \text{Ru} &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.01 * 10^{-3} \\ \text{Ru} &= 0.00636 * 10^{-4} \end{aligned}$$

5.1.38.4) Rut

$$\begin{aligned} \text{Rut} &= (\text{Nlt} + \text{Ndj1}) * \text{Put} * \text{Lu} \\ \text{Rut} &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.01 * 10^{-3} \\ \text{Rut} &= 0.00636 * 10^{-4} \end{aligned}$$

5.1.38.5) Rv

$$\begin{aligned} \text{Rv} &= (\text{Nl} + \text{Ndj}) * \text{Pv} * \text{Lv} \\ \text{Rv} &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.0025 \\ \text{Rv} &= 0.00016 \end{aligned}$$

5.1.38.6) Rvt

$$\begin{aligned} \text{Rvt} &= (\text{Nlt} + \text{Ndj1}) * \text{Pvt} * \text{Lv} \\ \text{Rvt} &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.0025 \\ \text{Rvt} &= 0.00016 \end{aligned}$$

5.1.38.7) R1z

$$\begin{aligned} R1z &= Ra + Rb + Ru + Rv + Rut + Rvt \\ R1z &= 0.00691*10^{-5} + 0.01729*10^{-3} + 0.00636*10^{-4} + 0.00016 + 0.00636*10^{-4} + 0.00016 \\ R1z &= 33.66 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

5.1.39) Riscos [R4] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.39.1) Rb4

$$\begin{aligned} Rb4 &= Nd * Pb * Lb4 \\ Rb4 &= 0.00691 * 1 * 0.001 \\ Rb4 &= 0.00691*10^{-3} \end{aligned}$$

5.1.39.2) Rc4

$$\begin{aligned} Rc4 &= Nd * Pc * Lc4 \\ Rc4 &= 0.00691 * 1 * 0.00012 \\ Rc4 &= 0.00816*10^{-4} \end{aligned}$$

5.1.39.3) Rm4

$$\begin{aligned} Rm4 &= Nm * Pm * Lm4 \\ Rm4 &= 1.55777 * 0.16 * 0.00012 \\ Rm4 &= 0.02943*10^{-3} \end{aligned}$$

5.1.39.4) Rv4

$$\begin{aligned} Rv4 &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv4 \\ Rv4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.001 \\ Rv4 &= 0.00006 \end{aligned}$$

5.1.39.5) Rvt4

$$\begin{aligned} Rvt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv4 \\ Rvt4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.001 \\ Rvt4 &= 0.00006 \end{aligned}$$

5.1.39.6) Rw4

$$\begin{aligned} Rw4 &= (Nl + Ndj) * Pw * Lw4 \\ Rw4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.00012 \\ Rw4 &= 0.00751*10^{-3} \end{aligned}$$

5.1.39.7) Rwt4

$$\begin{aligned} Rwt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pwt * Lw4 \\ Rwt4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.00012 \\ Rwt4 &= 0.00751*10^{-3} \end{aligned}$$

5.1.39.8) Rz4

$$\begin{aligned}Rz4 &= Ni * Pz * Lz4 \\Rz4 &= 6.36 * 0.3 * 0.00012 \\Rz4 &= 0.00023\end{aligned}$$

5.1.39.9) R4z

$$\begin{aligned}R4z &= Rb4 + Rc4 + Rm4 + Rv4 + Rw4 + Rz4 + Rvt4 + Rwt4 + Rzt4 \\R4z &= 0.00691*10^{-3} + 0.00816*10^{-4} + 0.02943*10^{-3} + 0.00006 + 0.00751*10^{-3} \\&\quad + 0.00023 + 0.00006 + 0.00751*10^{-3} + 0.00038 \\R4z &= 0.7802 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

6) Risco Total

6.1) R1

$$\begin{aligned}Ra + Rb &= 1.74 \times 10^{-5} \\R1 &= 33.66 \times 10^{-5} \\Rt1 &= 1 \times 10^{-5} \\R1 &> Rt1 \\(Ra + Rb) &> Rt1 \\&[\text{Requer a instalação de SPDA ou MPS}]\end{aligned}$$

6.2) R4

$$\begin{aligned}Ra + Rb &= 0.00691 \times 10^{-3} \\R4 &= 0.7802 \times 10^{-3} \\Rt4 &= 1 \times 10^{-3} \\R4 &\leq Rt4 \\(Ra + Rb) &\leq Rt4 \\&[\text{OK}]\end{aligned}$$

7) Nível de Proteção adotada: II

8) Método Utilizado

8.1) Malha ou da Gaiola de Faraday

Módulos da malha [Nível de Proteção II]

Afastamento máximo da Malha = 10x10 m

9) Cálculo do Número de descidas [N]

$$\text{Area} = 3720.38 \text{ m}^2.$$

Altura = 3.9 m.
Perímetro = 388.66 m.

Cantos Salientes da Estrutura = 8

Nível de Proteção II: Espaçamento médio = 10m

$N = \text{Perímetro} / 10\text{m} + (\text{número de cantos salientes})$ [N = 47] para Nível de Proteção: II

$N = \text{Altura} / 10\text{m} + (\text{número de cantos salientes})$ | $N = 3.9 / 10 + 8$ | $N = 9$
 $N \geq 2$ (Para descidas não naturais)

N = 46 descidas.

10) Cálculo do Comprimento da Haste Vertical ou Inclinada

Haste Vertical ou Inclinada

$r = 100 \text{ ohms.m}$ [resistividade do solo]
 $R = 10 \text{ ohms}$ [Resistência de aterramento]
 $L = \text{Comprimento da Haste em (m)}$

$L = r / R$
 $L = 100 / 10$
 $L = 10 \text{ m}$

$l_1(\text{min}) = 5 \text{ m}$

$L = 10 \text{ m}$

$R_e = 61.86 \text{ m}$ [Raio médio da área abrangida pelos eletrodos]

Comprimento Adicional [$R_e \geq l_1$] [OK]

11) Anéis horizontais de interligação das descidas

Instalação de 1 Anél horizontal de aterramento enterrado
Altura: 3.9m $\leq 10\text{m}$ (Não é necessário anél horizontal intermediário)

12) Seções mínimas

12.1) Condutores de Captação, Hastes Captoras e Condutores de Descidas

Cobre - Encordado de 35mm² Diâmetro de cada fio da oordoaalha 2.5mm

12.2) Eletrodo de Aterramento

Estrutura: 11- ESTACIONAMENTO -TELHEIRO

1) Densidade e descargas atmosféricas para a terra [Ng]

$$Ng = 1.59 \text{ [Descargas / km}^2\text{/ano]}$$

2) Geometria da Estrutura

$$\begin{aligned}\text{Comprimento [L]} &= 54.1 \text{ m} \\ \text{Largura [W]} &= 7.5 \text{ m} \\ \text{Altura [H]} &= 3.9 \text{ m}\end{aligned}$$

3) Ad - Área de exposição equivalente [em m²]

$$\begin{aligned}Ad &= L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + \pi * (3 * H)^2 \\ Ad &= 54.1 * 7.5 + 2 * (3 * 3.9) * (54.1 + 7.5) + 3.14159 * (3 * 3.9)^2 \\ Ad &= 2277.24 \text{ m}^2\end{aligned}$$

4) Fatores de Ponderação

4.1) Fator de Localização da Estrutura PRINCIPAL - Cd (Tabela A.1)

$$\begin{aligned}\text{Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos} \\ Cd &= 0.5\end{aligned}$$

4.2) Comprimento da Linha de Energia

$$Ll = 1000 \text{ [m]}$$

4.3) Fator de Instalação da Linha ENERGIA - Ci (Tabela A.2)

$$\begin{aligned}\text{Aéreo} \\ Ci &= 1.0\end{aligned}$$

4.4) Fator do Tipo de Linha ENERGIA - Ct (Tabela A.3)

$$\begin{aligned}\text{Linha de Energia ou Sinal} \\ Ct &= 1.0\end{aligned}$$

4.5) Fator Ambiental da Linha ENERGIA - Ce (Tabela A.4)

$$\begin{aligned}\text{Rural} \\ Ce &= 1.0\end{aligned}$$

4.6) Comprimento da Linha de Sinal

4.7) Fator de Instalação da Linha SINAL - Cit (Tabela A.2)

Aéreo
 $C_{it} = 1.0$

4.8) Fator do Tipo de Linha SINAL - Ctt (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal
 $C_{tt} = 1.0$

4.9) Fator Ambiental da Linha SINAL - Cet (Tabela A.4)

Rural
 $C_{et} = 1.0$

4.10) Nd - Número de Eventos Perigosos para a Estrutura [por ano]

$N_d = N_g * A_d * C_d * 10^{-6}$
 $N_d = 0.00181$

4.11) Nm - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da estrutura [por ano]

$N_m = N_g * A_m * 10^{-6}$
 $A_m = 2 * 500 * (L + W) + \pi * 500^2$
 $A_m = 846998.16$
 $N_m = 1.34673$

4.12) Nl - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha de Energia [por ano]

$N_l = N_g * A_l * C_i * C_e * C_t * 10^{-6}$
 $A_l = 40 * L_l$
 $A_l = 40000$
 $N_l = 0.0636$

4.13) Ni - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha de Energia [por ano]

$N_i = N_g * A_i * C_i * C_e * C_t * 10^{-6}$
 $A_i = 4000 * L_l$
 $A_i = 4000000$
 $N_i = 6.36$

4.14) Nlt - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha SINAL [por ano]


```
Nlt = Ng * Al * Cit * Cet * Ctt * 10^-6  
Alt = 40 * Llt  
Alt = 40000  
Nlt = 0.0636
```

4.15) Nit - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha SINAL [por ano]

```
Nit = Ng * Ait * Cit * Cet * Ctt * 10^-6  
Ait = 4000 * Llt  
Ait = 4000000  
Nit = 6.36
```

4.16) Proteção da Estrutura - Pb (Tabela B.2)

```
Estrutura não protegida por SPDA  
Pb = 1
```

4.17) Tipo de linha externa Energia - Cld e Cli (Tabela B.4)

```
(Nenhuma linha externa) Sem conexões com linhas externas (sistemas independentes)  
Cld = 0  
Cli = 0
```

4.18) Tipo de linha externa SINAL - Cldt e Clit (Tabela B.4)

```
(Nenhuma linha externa) Sem conexões com linhas externas (sistemas independentes)  
Cldt = 0  
Clit = 0
```

4.19) Ks1

Ks1: leva em consideração a eficiência da blindagem por malha da estrutura, SPDA ou outra blindagem na interface ZPR 0/1;

Dentro de uma ZPR, em uma distância de segurança do limite da malha no mínimo igual à largura da malha Wm,

fatores Ks1 e Ks2 para SPDA ou blindagem tipo malha espacial podem ser avaliados como: $Ks1 = 0,12 \times Wm1$

```
Ks1 = 1
```

4.20) Uw Energia

Uw: é a tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido, expressa em quilovolts (kV).

```
Uw = 2.5
```

4.21) Ks4 Energia

Ks4: leva em consideração a tensão suportável de impulso do sistema a ser protegido. $Ks4 = 1 / Uw$

```
Ks4 = 0.4
```

4.22) Uwt Sinal

$$Uwt = 1.5$$

4.23) Ks4t Sinal

$$Ks4t = 0.67$$

4.24) Nível de Proteção NP - Peb (Tabela B.7)

$$\begin{aligned} \text{Sem DPS} \\ \text{Peb} &= 1 \end{aligned}$$

4.25) Roteamento, blindagem e interligação ENERGIA - Pld (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento ($U_w=2.5$)
 $Pld = 1$

4.26) Roteamento, blindagem e interligação SINAL - Pldt (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento ($U_w=1.5$)
 $Pldt = 1$

4.27) Pv - Probabilidade de Descarga na linha de Energia Causar danos físicos

$$\begin{aligned} Pv &= Peb * Pld * Cld \\ Pv &= 0 \end{aligned}$$

4.28) Pvt - Probabilidade de Descarga na linha de Sinal Causar danos físicos

$$\begin{aligned} Pvt &= Peb * Pldt * Cldt \\ Pvt &= 0 \end{aligned}$$

5) Zonas da Edificação

5.1) Zona: Zona 1 (Interna)

5.1.1) Número de pessoas na Zona

$$nz = 4$$

5.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

$$nt = 4$$

5.1.3) Tempo de presença das pessoas na Zona (h/ano)

$t_z = 8760$

5.1.4) Tempo de presença das pessoas em locais perigosos fora da estrutura (h/ano)

$t_e = 0$

5.1.5) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

Considerar

5.1.6) L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

Desprezar

5.1.7) L3 - Perda inaceitável de patrimônio cultural

Desprezar

5.1.8) L4 - Perda econômica

Considerar

5.1.9) Risco de Explosão / Hospitais

Não

5.1.10) Medidas de Proteção (descargas na linha) - Ptu (Tabela B.6)

Nenhuma medida de proteção
 $P_{tu} = 1$

5.1.11) Ks2

$K_{s2} = 1$

5.1.12) Nível de Proteção NP ENERGIA - Pspd (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado
 $P_{spd} = 1$

5.1.13) Fiação Interna ENERGIA - Ks3 (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
 $K_{s3} = 1$

5.1.14) Nível de Proteção NP SINAL - Pspdt (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado
 $P_{spdt} = 1$

5.1.15) Fiação Interna SINAL - Ks3t (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
 $K_{s3t} = 1$

5.1.16) Pc - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos

$P_c = P_{spdt} * C_{ld}$
 $P_c = 0$

5.1.17) Pct - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$P_{ct} = P_{spdt} * C_{ldt}$
 $P_{ct} = 0$

5.1.18) Pms

$P_{ms} = (K_{s1} * K_{s2} * K_{s3} * K_{s4})^2$
 $P_{ms} = 0.16$

5.1.19) Pmst

$P_{mst} = (K_{s1} * K_{s2} * K_{s3t} * K_{s4t})^2$
 $P_{mst} = 0.4489$

5.1.20) Pm - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos

$P_m = P_{spdt} * P_{ms}$
 $P_m = 0.16$

5.1.21) Pmt - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$P_{mt} = P_{spdt} * P_{mst}$
 $P_m = 0.4489$

5.1.22) Pu - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque

$P_u = P_{tu} * P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$

5.1.23) Put - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque SINAL

$$P_{ut} = P_{tu} * P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt}$$
$$P_{ut} = 0$$

5.1.24) Pw - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos

$$P_w = P_{spd} * P_{ld} * C_{ld}$$
$$P_w = 0$$

5.1.25) Pwt - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$P_{wt} = P_{spdt} * P_{ldt} * C_{ldt}$$
$$P_{wt} = 0$$

5.1.26) Pli

$$P_{li} \text{ para } U_w = 2.5 \text{ kV}$$
$$P_{li} = 0.3$$

5.1.27) Plit

$$P_{lit} \text{ para } U_{wt} = 1.5 \text{ kV}$$
$$P_{lit} = 0.5$$

5.1.28) Pz - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos

$$P_z = P_{spd} * P_{li} * C_{li}$$
$$P_z = 0$$

5.1.29) Pzt - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$P_{zt} = P_{spdt} * P_{lit} * C_{lit}$$
$$P_{zt} = 0$$

5.1.30) Medidas de Proteção (descargas na estrutura) - Pta (Tabela B.1)

$$\text{Nenhuma medida de Proteção}$$
$$P_{ta} = 1$$

5.1.31) Tipo de superfície do solo ou piso - Fator de redução r_t (Tabela C.3)

$$\text{Agricultura, concreto (Resistência de contato } \leq 1 \text{ ohm)}$$
$$r_t = 0.01$$

5.1.32) Providências para reduzir consequências de incêndio - Fator de redução r_p (Tabela C.4)

Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes. compartimentos à prova de fogo, rotas de escape
 $r_p = 0.5$

5.1.33) Risco de incêndio ou explosão na estrutura - Fator de redução r_f (Tabela C.5)

Incêndio: Risco Baixo
 $r_f = 0.001$

5.1.34) Perigo Especial - Fator h_z (Tabela C.6)

Baixo nível de pânico (por exemplo, uma estrutura limitada a dois andares e número de pessoas não superior a 100)
 $h_z = 2$

5.1.35) P_a - Probabilidade de Descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque

$P_a = P_{ta} * P_b$
 $P_a = 1$

5.1.36) L_1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

5.1.36.1) L_t

$L_t = 0.01$

5.1.36.2) D_2 - Danos Físicos - L_f (Tabela C.2)

Outros
 $L_f = 0.01$

5.1.36.3) D_3 - Falhas de sistemas internos - L_o (Tabela C.2)

Não Aplicável
 $L_o = 0$

5.1.36.4) L_a

$L_a = r_t * L_t * (n_z / n_t) * (t_z / 8760)$
 $L_a = 0.0001$

5.1.36.5) L_u

$$Lu = La = 0.0001$$

5.1.36.6) Lb

$$Lb = rp * rf * hz * Lf * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$Lb = 0.01 * 10^{-3}$$

5.1.36.7) Lv

$$Lv = Lb = 0.01 * 10^{-3}$$

5.1.36.8) Lc

$$Lc = Lo * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$Lc = 0$$

5.1.36.9) Lm Lw Lz

$$Lm = Lw = Lz = Lc = 0$$

5.1.37) L4 - Perda econômica

5.1.37.1) D2 - Danos físicos - Lf (Tabela C.12)

Outros

$$Lf4 = 0.1$$

5.1.37.2) D3 - Falha de sistemas internos - Lo (Tabela C.12)

Outros

$$Lo4 = 0.0001$$

5.1.37.3) ca - Valor dos animais na Zona (milhões)

$$ca = 0 \text{ milhões}$$

5.1.37.4) cb - Valor da edificação relevante à Zona (milhões)

$$cb = 0.14 \text{ milhões}$$

5.1.37.5) cc - Valor do conteúdo da Zona (milhões)

$$cc = 1.2 \text{ milhões}$$

5.1.37.6) cs - Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na Zona (milhões)

$$cs = 0 \text{ milhões}$$

5.1.37.7) ct - Valor total da estrutura (soma de todas as zonas) (milhões)

5.1.37.8) La4

$$\begin{aligned} \text{La4} &= \text{rt} * \text{Lt4} * (\text{ca} / \text{ct}) \\ \text{La4} &= 0 \end{aligned}$$

5.1.37.9) Lu4

$$\text{Lu4} = \text{La4} = 0$$

5.1.37.10) Lb4

$$\begin{aligned} \text{Lb4} &= \text{rp} * \text{rf} * \text{Lf4} * ((\text{ca} + \text{cb} + \text{cc} + \text{cs}) / \text{ct}) \\ \text{Lb4} &= 0.00005 \end{aligned}$$

5.1.37.11) Lv4

$$\text{Lv4} = \text{Lb4} = 0.00005$$

5.1.37.12) Lc4

$$\begin{aligned} \text{Lc4} &= \text{Lo4} * (\text{cs} / \text{ct}) \\ \text{Lc4} &= 0 \end{aligned}$$

5.1.37.13) Lm4 Lw4 Lz4

$$\text{Lm4} = \text{Lw4} = \text{Lz4} = \text{Lc4} = 0$$

5.1.37.14) Le4

$$\begin{aligned} \text{Le4} &= \text{Lfe4} * (\text{ce} / \text{ct}) \\ \text{Le4} &= 0 \end{aligned}$$

5.1.37.15) Lft4

$$\begin{aligned} \text{Lft4} &= \text{Lf4} + \text{Le4} \\ \text{Lft4} &= 0.1 \end{aligned}$$

5.1.38) Riscos [R1] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.38.1) Ra

$$\begin{aligned} \text{Ra} &= \text{Nd} * \text{Pa} * \text{La} \\ \text{Ra} &= 0.00181 * 1 * 0.0001 \\ \text{Ra} &= 0.0181 * 10^{-5} \end{aligned}$$

5.1.38.2) Rb

$$\begin{aligned}R_b &= N_d * P_b * L_b \\R_b &= 0.00181 * 1 * 0.01*10^{-3} \\R_b &= 0.0181*10^{-6}\end{aligned}$$

5.1.38.3) Ru

$$\begin{aligned}R_u &= (N_l + N_{dj}) * P_u * L_u \\R_u &= (0.0636 + 0) * 0 * 0.0001 \\R_u &= 0\end{aligned}$$

5.1.38.4) Rut

$$\begin{aligned}R_{ut} &= (N_{lt} + N_{dj1}) * P_{ut} * L_u \\R_{ut} &= (0.0636 + 0) * 0 * 0.0001 \\R_{ut} &= 0\end{aligned}$$

5.1.38.5) Rv

$$\begin{aligned}R_v &= (N_l + N_{dj}) * P_v * L_v \\R_v &= (0.0636 + 0) * 0 * 0.01*10^{-3} \\R_v &= 0\end{aligned}$$

5.1.38.6) Rvt

$$\begin{aligned}R_{vt} &= (N_{lt} + N_{dj1}) * P_{vt} * L_v \\R_{vt} &= (0.0636 + 0) * 0 * 0.01*10^{-3} \\R_{vt} &= 0\end{aligned}$$

5.1.38.7) R1z

$$\begin{aligned}R_{1z} &= R_a + R_b + R_u + R_v + R_{ut} + R_{vt} \\R_{1z} &= 0.0181*10^{-5} + 0.0181*10^{-6} + 0 + 0 + 0 + 0 \\R_{1z} &= 0.0199 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

5.1.39) Riscos [R4] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.39.1) Rb4

$$\begin{aligned}R_{b4} &= N_d * P_b * L_{b4} \\R_{b4} &= 0.00181 * 1 * 0.00005 \\R_{b4} &= 0.00978*10^{-5}\end{aligned}$$

5.1.39.2) Rc4

$$\begin{aligned}R_{c4} &= N_d * P_c * L_{c4} \\R_{c4} &= 0.00181 * 0 * 0 \\R_{c4} &= 0\end{aligned}$$

5.1.39.3) Rm4

$$\begin{aligned}R_{m4} &= N_m * P_m * L_{m4} \\R_{m4} &= 1.34673 * 0.16 * 0\end{aligned}$$

5.1.39.4) $Rv4$

$$\begin{aligned} Rv4 &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv4 \\ Rv4 &= (0.0636 + 0) * 0 * 0.00005 \\ Rv4 &= 0 \end{aligned}$$

5.1.39.5) $Rvt4$

$$\begin{aligned} Rvt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv4 \\ Rvt4 &= (0.0636 + 0) * 0 * 0.00005 \\ Rvt4 &= 0 \end{aligned}$$

5.1.39.6) $Rw4$

$$\begin{aligned} Rw4 &= (Nl + Ndj) * Pw * Lw4 \\ Rw4 &= (0.0636 + 0) * 0 * 0 \\ Rw4 &= 0 \end{aligned}$$

5.1.39.7) $Rwt4$

$$\begin{aligned} Rwt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pwt * Lw4 \\ Rwt4 &= (0.0636 + 0) * 0 * 0 \\ Rwt4 &= 0 \end{aligned}$$

5.1.39.8) $Rz4$

$$\begin{aligned} Rz4 &= Ni * Pz * Lz4 \\ Rz4 &= 6.36 * 0 * 0 \\ Rz4 &= 0 \end{aligned}$$

5.1.39.9) $R4z$

$$\begin{aligned} R4z &= Rb4 + Rc4 + Rm4 + Rv4 + Rw4 + Rz4 + Rvt4 + Rwt4 + Rzt4 \\ R4z &= 0.00978 * 10^{-5} + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 \\ R4z &= 0.0000978 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

6) Risco Total

6.1) $R1$

$$\begin{aligned} Ra + Rb &= 0.0199 \times 10^{-5} \\ R1 &= 0.0199 \times 10^{-5} \\ Rt1 &= 1 \times 10^{-5} \\ R1 &\leq Rt1 \\ (Ra + Rb) &\leq Rt1 \\ [OK] \end{aligned}$$

6.2) $R4$

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano CNPJ: 10.724.903/0011-40
 Rua Waldemar Mascarenhas, s/n, Portão, Governador Mangabeira – BA., CEP:44350-000
 $Ra + Rb = 0.0000978 \times 10^{-3}$
 $R4 = 0.0000978 \times 10^{-3}$
 $Rt4 = 1 \times 10^{-3}$
 $R4 \leq Rt4$
 $(Ra + Rb) \leq Rt4$
 [OK]

6.3) Estrutura Protegida.

$R1 \leq Rt1$
 $R4 \leq Rt4$

CONCLUSÃO - 11 Estacionamento - Telheiro

A estrutura **NÃO NECESSITA** da instalação de SPDA.

Estrutura: 12 - BLOCO LABORATÓRIO PROBEDÊUTICOS

1) Densidade e descargas atmosféricas para a terra [Ng]

$Ng = 1.59$ [Descargas / km²/ano]

2) Geometria da Estrutura

Comprimento [L] = 85.75 m
 Largura [W] = 21.9 m
 Altura [H] = 3.9 m

3) Ad - Área de exposição equivalente [em m²]

$Ad = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + PI * (3 * H)^2$
 $Ad = 85.75 * 21.9 + 2 * (3 * 3.9) * (85.75 + 21.9) + 3.14159 * (3 * 3.9)^2$
 $Ad = 4826.99 \text{ m}^2$

4) Fatores de Ponderação

4.1) Fator de Localização da Estrutura PRINCIPAL - Cd (Tabela A.1)

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos
 $Cd = 0.5$

4.2) Comprimento da Linha de Energia

$L1 = 1000$ [m]

4.3) Fator de Instalação da Linha ENERGIA - Ci (Tabela A.2)

Aéreo
 $C_i = 1.0$

4.4) Fator do Tipo de Linha ENERGIA - C_t (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal
 $C_t = 1.0$

4.5) Fator Ambiental da Linha ENERGIA - C_e (Tabela A.4)

Rural
 $C_e = 1.0$

4.6) Comprimento da Linha de Sinal

$L_{lt} = 1000 \text{ [m]}$

4.7) Fator de Instalação da Linha SINAL - C_{it} (Tabela A.2)

Aéreo
 $C_{it} = 1.0$

4.8) Fator do Tipo de Linha SINAL - C_{tt} (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal
 $C_{tt} = 1.0$

4.9) Fator Ambiental da Linha SINAL - C_{et} (Tabela A.4)

Rural
 $C_{et} = 1.0$

4.10) N_d - Número de Eventos Perigosos para a Estrutura [por ano]

$N_d = N_g * A_d * C_d * 10^{-6}$
 $N_d = 0.00384$

4.11) N_m - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da estrutura [por ano]

$N_m = N_g * A_m * 10^{-6}$
 $A_m = 2 * 500 * (L + W) + \pi * 500^2$
 $A_m = 893048.16$
 $N_m = 1.41995$

4.12) N_l - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha de Energia [por ano]

$N_l = N_g * A_l * C_i * C_e * C_t * 10^{-6}$
 $A_l = 40 * L_l$
 $A_l = 40000$
 $N_l = 0.0636$

4.13) Ni - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha de Energia [por ano]

```
Ni = Ng * Ai * Ci * Ce * Ct * 10^-6  
Ai = 4000 * Ll  
Ai = 4000000  
Ni = 6.36
```

4.14) Nlt - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha SINAL [por ano]

```
Nlt = Ng * Al * Cit * Cet * Ctt * 10^-6  
Alt = 40 * Llt  
Alt = 40000  
Nlt = 0.0636
```

4.15) Nit - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha SINAL [por ano]

```
Nit = Ng * Ait * Cit * Cet * Ctt * 10^-6  
Ait = 4000 * Llt  
Ait = 4000000  
Nit = 6.36
```

4.16) Proteção da Estrutura - Pb (Tabela B.2)

```
Estrutura não protegida por SPDA  
Pb = 1
```

4.17) Tipo de linha externa Energia - Cld e Cli (Tabela B.4)

```
Linha aérea não blindada  
Cld = 1  
Cli = 1
```

4.18) Tipo de linha externa SINAL - Cldt e Clit (Tabela B.4)

```
Linha aérea não blindada  
Cldt = 1  
Clit = 1
```

4.19) Ks1

Ks1: leva em consideração a eficiência da blindagem por malha da estrutura, SPDA ou outra blindagem na interface ZPR 0/1;

Dentro de uma ZPR, em uma distância de segurança do limite da malha no mínimo igual à largura da malha Wm,

fatores Ks1 e Ks2 para SPDA ou blindagem tipo malha espacial podem ser avaliados como: Ks1 = 0,12 x Wm1

Ks1 = 1

4.20) Uw Energia

Uw: é a tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido, expressa em quilovolts (kV).

$$U_w = 2.5$$

4.21) Ks4 Energia

Ks4: leva em consideração a tensão suportável de impulso do sistema a ser protegido. $K_{s4} = 1 / U_w$

$$K_{s4} = 0.4$$

4.22) Uwt Sinal

$$U_{wt} = 1.5$$

4.23) Ks4t Sinal

$$K_{s4t} = 0.67$$

4.24) Nível de Proteção NP - Peb (Tabela B.7)

Sem DPS

$$P_{eb} = 1$$

4.25) Roteamento, blindagem e interligação ENERGIA - Pld (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo

barramento de equipotencialização do equipamento ($U_w=2.5$)

$$P_{ld} = 1$$

4.26) Roteamento, blindagem e interligação SINAL - Pldt (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo

barramento de equipotencialização do equipamento ($U_w=1.5$)

$$P_{ldt} = 1$$

4.27) Pv - Probabilidade de Descarga na linha de Energia Causar danos físicos

$$P_v = P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$$

$$P_v = 1$$

4.28) Pvt - Probabilidade de Descarga na linha de Sinal Causar danos físicos

$$P_{vt} = P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt}$$

$$P_{vt} = 1$$

5) Zonas da Edificação

5.1) Zona: Zona 1 (Interna)

5.1.1) Número de pessoas na Zona

$n_z = 480$

5.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

$n_t = 480$

5.1.3) Tempo de presença das pessoas na Zona (h/ano)

$t_z = 8760$

5.1.4) Tempo de presença das pessoas em locais perigosos fora da estrutura (h/ano)

$t_e = 0$

5.1.5) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

Considerar

5.1.6) L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

Desprezar

5.1.7) L3 - Perda inaceitável de patrimônio cultural

Desprezar

5.1.8) L4 - Perda econômica

Considerar

5.1.9) Risco de Explosão / Hospitais

Não

5.1.10) Medidas de Proteção (descargas na linha) - Ptu (Tabela B.6)

Nenhuma medida de proteção
 $P_{tu} = 1$

5.1.11) Ks2

$K_{s2} = 1$

5.1.12) Nível de Proteção NP ENERGIA - Pspd (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado

5.1.13) Fiação Interna ENERGIA - Ks3 (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
 $K_{s3} = 1$

5.1.14) Nível de Proteção NP SINAL - Pspdt (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado
 $P_{spdt} = 1$

5.1.15) Fiação Interna SINAL - Ks3t (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
 $K_{s3t} = 1$

5.1.16) Pc - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos

$P_c = P_{spd} * C_{ld}$
 $P_c = 1$

5.1.17) Pct - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$P_{ct} = P_{spdt} * C_{ldt}$
 $P_{ct} = 1$

5.1.18) Pms

$P_{ms} = (K_{s1} * K_{s2} * K_{s3} * K_{s4})^2$
 $P_{ms} = 0.16$

5.1.19) Pmst

$P_{mst} = (K_{s1} * K_{s2} * K_{s3t} * K_{s4t})^2$
 $P_{mst} = 0.4489$

5.1.20) Pm - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos

$P_m = P_{spd} * P_{ms}$
 $P_m = 0.16$

5.1.21) Pmt - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$$P_{mt} = P_{spdt} * P_{mst}$$
$$P_m = 0.4489$$

5.1.22) P_u - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque

$$P_u = P_{tu} * P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$$
$$P_u = 1$$

5.1.23) P_{ut} - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque SINAL

$$P_{ut} = P_{tu} * P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt}$$
$$P_{ut} = 1$$

5.1.24) P_w - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos

$$P_w = P_{spd} * P_{ld} * C_{ld}$$
$$P_w = 1$$

5.1.25) P_{wt} - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$P_{wt} = P_{spdt} * P_{ldt} * C_{ldt}$$
$$P_{wt} = 1$$

5.1.26) P_{li}

$$P_{li} \text{ para } U_w = 2.5 \text{ kV}$$
$$P_{li} = 0.3$$

5.1.27) P_{lit}

$$P_{lit} \text{ para } U_{wt} = 1.5 \text{ kV}$$
$$P_{lit} = 0.5$$

5.1.28) P_z - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos

$$P_z = P_{spd} * P_{li} * C_{li}$$
$$P_z = 0.3$$

5.1.29) P_{zt} - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$P_{zt} = P_{spdt} * P_{lit} * C_{lit}$$
$$P_{zt} = 0.5$$

5.1.30) Medidas de Proteção (descargas na estrutura) - P_{ta} (Tabela B.1)

$$\text{Nenhuma medida de Proteção}$$
$$P_{ta} = 1$$

5.1.31) Tipo de superfície do solo ou piso - Fator de redução r_t (Tabela C.3)

Agricultura, concreto (Resistência de contato ≤ 1 ohm)
 $r_t = 0.01$

5.1.32) Providências para reduzir consequências de incêndio - Fator de redução r_p (Tabela C.4)

Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente,
instalações de alarme manuais, hidrantes. compartimentos à prova de fogo,
rotas de escape
 $r_p = 0.5$

5.1.33) Risco de incêndio ou explosão na estrutura - Fator de redução r_f (Tabela C.5)

Incêndio: Risco Normal
 $r_f = 0.01$

5.1.34) Perigo Especial - Fator h_z (Tabela C.6)

Nível médio de pânico (por exemplo, estruturas designadas para eventos culturais
ou esportivos com um número de participantes entre 100 e 1000 pessoas)
 $h_z = 5$

5.1.35) P_a - Probabilidade de Descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque

$P_a = P_{ta} * P_b$
 $P_a = 1$

5.1.36) L_1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

5.1.36.1) L_t

$L_t = 0.01$

5.1.36.2) D_2 - Danos Físicos - L_f (Tabela C.2)

Hospital, hotel, escola, edifício cívico
 $L_f = 0.1$

5.1.36.3) D_3 - Falhas de sistemas internos - L_o (Tabela C.2)

Não Aplicável
 $L_o = 0$

5.1.36.4) L_a

$$La = rt * Lt * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$La = 0.0001$$

5.1.36.5) Lu

$$Lu = La = 0.0001$$

5.1.36.6) Lb

$$Lb = rp * rf * hz * Lf * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$Lb = 0.0025$$

5.1.36.7) Lv

$$Lv = Lb = 0.0025$$

5.1.36.8) Lc

$$Lc = Lo * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$Lc = 0$$

5.1.36.9) Lm Lw Lz

$$Lm = Lw = Lz = Lc = 0$$

5.1.37) L4 - Perda econômica

5.1.37.1) D2 - Danos físicos - Lf (Tabela C.12)

Hotel, escola, escritório, igreja, entretenimento público, comercial

$$Lf4 = 0.2$$

5.1.37.2) D3 - Falha de sistemas internos - Lo (Tabela C.12)

Museu, agricultura, escola, igreja, entretenimento público

$$Lo4 = 0.001$$

5.1.37.3) ca - Valor dos animais na Zona (milhões)

$$ca = 0 \text{ milhões}$$

5.1.37.4) cb - Valor da edificação relevante à Zona (milhões)

$$cb = 1.95 \text{ milhões}$$

5.1.37.5) cc - Valor do conteúdo da Zona (milhões)

5.1.37.6) cs - Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na Zona (milhões)

cs = 0.3 milhões

5.1.37.7) ct - Valor total da estrutura (soma de todas as zonas) (milhões)

ct = 2.75 milhões

5.1.37.8) La4

La4 = rt * Lt4 * (ca / ct)
La4 = 0

5.1.37.9) Lu4

Lu4 = La4 = 0

5.1.37.10) Lb4

Lb4 = rp * rf * Lf4 * ((ca + cb + cc + cs) / ct)
Lb4 = 0.001

5.1.37.11) Lv4

Lv4 = Lb4 = 0.001

5.1.37.12) Lc4

Lc4 = Lo4 * (cs / ct)
Lc4 = 0.00011

5.1.37.13) Lm4 Lw4 Lz4

Lm4 = Lw4 = Lz4 = Lc4 = 0.00011

5.1.37.14) Le4

Le4 = Lfe4 * (ce / ct)
Le4 = 0

5.1.37.15) Lft4

Lft4 = Lf4 + Le4
Lft4 = 0.2

5.1.38) Riscos [R1] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.38.1) Ra

$$\begin{aligned}R_a &= N_d * P_a * L_a \\R_a &= 0.00384 * 1 * 0.0001 \\R_a &= 0.03837*10^{-5}\end{aligned}$$

5.1.38.2) R_b

$$\begin{aligned}R_b &= N_d * P_b * L_b \\R_b &= 0.00384 * 1 * 0.0025 \\R_b &= 0.00959*10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.38.3) R_u

$$\begin{aligned}R_u &= (N_l + N_{dj}) * P_u * L_u \\R_u &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.0001 \\R_u &= 0.00636*10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.38.4) R_t

$$\begin{aligned}R_t &= (N_{lt} + N_{dj1}) * P_t * L_t \\R_t &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.0001 \\R_t &= 0.00636*10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.38.5) R_v

$$\begin{aligned}R_v &= (N_l + N_{dj}) * P_v * L_v \\R_v &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.0025 \\R_v &= 0.00016\end{aligned}$$

5.1.38.6) R_{vt}

$$\begin{aligned}R_{vt} &= (N_{lt} + N_{dj1}) * P_{vt} * L_v \\R_{vt} &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.0025 \\R_{vt} &= 0.00016\end{aligned}$$

5.1.38.7) R_{1z}

$$\begin{aligned}R_{1z} &= R_a + R_b + R_u + R_v + R_t + R_{vt} \\R_{1z} &= 0.03837*10^{-5} + 0.00959*10^{-3} + 0.00636*10^{-3} + 0.00016 + 0.00636*10^{-3} + 0.00016 \\R_{1z} &= 34.07 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

5.1.39) Riscos [R₄] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.39.1) R_{b4}

$$\begin{aligned}R_{b4} &= N_d * P_b * L_{b4} \\R_{b4} &= 0.00384 * 1 * 0.001 \\R_{b4} &= 0.03837*10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.39.2) R_{c4}

$$\begin{aligned}Rc4 &= Nd * Pc * Lc4 \\ Rc4 &= 0.00384 * 1 * 0.00011 \\ Rc4 &= 0.04186*10^{-5}\end{aligned}$$

5.1.39.3) Rm4

$$\begin{aligned}Rm4 &= Nm * Pm * Lm4 \\ Rm4 &= 1.41995 * 0.16 * 0.00011 \\ Rm4 &= 0.02478*10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.39.4) Rv4

$$\begin{aligned}Rv4 &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv4 \\ Rv4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.001 \\ Rv4 &= 0.00006\end{aligned}$$

5.1.39.5) Rvt4

$$\begin{aligned}Rvt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv4 \\ Rvt4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.001 \\ Rvt4 &= 0.00006\end{aligned}$$

5.1.39.6) Rw4

$$\begin{aligned}Rw4 &= (Nl + Ndj) * Pw * Lw4 \\ Rw4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.00011 \\ Rw4 &= 0.00694*10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.39.7) Rwt4

$$\begin{aligned}Rwt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pwt * Lw4 \\ Rwt4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.00011 \\ Rwt4 &= 0.00694*10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.39.8) Rz4

$$\begin{aligned}Rz4 &= Ni * Pz * Lz4 \\ Rz4 &= 6.36 * 0.3 * 0.00011 \\ Rz4 &= 0.00021\end{aligned}$$

5.1.39.9) R4z

$$\begin{aligned}R4z &= Rb4 + Rc4 + Rm4 + Rv4 + Rw4 + Rz4 + Rvt4 + Rwt4 + Rzt4 \\ R4z &= 0.03837*10^{-4} + 0.04186*10^{-5} + 0.02478*10^{-3} + 0.00006 + 0.00694*10^{-3} \\ &+ 0.00021 + 0.00006 + 0.00694*10^{-3} + 0.00035 \\ R4z &= 0.725 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

6) Risco Total

6.1) R1

```
Ra + Rb = 1 x 10^-5  
R1 = 34.07 x 10^-5  
Rt1 = 1 x 10^-5  
R1 > Rt1  
(Ra + Rb) <= Rt1  
[Requer a instalação de SPDA ou MPS]
```

6.2) R4

```
Ra + Rb = 0.00384 x 10^-3  
R4 = 0.725 x 10^-3  
Rt4 = 1 x 10^-3  
R4 <= Rt4  
(Ra + Rb) <= Rt4  
[OK]
```

6.3) Estrutura Desprotegida: Talvez a instalação de DPS ou outros MPSs evitem a necessidade de um SPDA.

```
Rab1 <= Rt1  
Rab4 <= Rt4
```

7) Nível de Proteção adotada: II

8) Método Utilizado

8.1) Malha ou da Gaiola de Faraday

Módulos da malha [Nível de Proteção II]
Afastamento máximo da Malha = 10x10 m

9) Cálculo do Número de descidas [N]

```
Area          = 1877.93 m2.  
Altura         = 3.9 m.  
Perímetro     = 215.3 m.  
Cantos Salientes da Estrutura = 6
```

Nível de Proteção II: Espaçamento médio = 10m

```
N = Perímetro / 10m + (número de cantos salientes) [N = 28] para Nível de  
Proteção: II  
N = Altura / 10m + (número de cantos salientes) | N = 3.9 / 10 + 6 | N = 7  
N >= 2 (Para descidas não naturais)  
N = 28 descidas.
```

10) Cálculo do Comprimento da Haste Vertical ou Inclinada

Haste adotada: Vertical

r = 18 ohms.m [resistividade do solo] com tratamento químico no solo- Sal

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano CNPJ: 10.724.903/0011-40
Rua Waldemar Mascarenhas, s/n, Portão, Governador Mangabeira – BA., CEP:44350-000
adicionado (% por peso de umidade) – 0,1%
R = 10 ohms [Resistência de aterramento]
L = Comprimento da Haste em (m)

$L = r / R$
 $L = 18 / 10$
 $L = 1,8 \text{ m}$
 $l1(\text{min}) = 0,9\text{m}$

$L = 2,40 \text{ m}$
 $Re = 34.27 \text{ m}$ [Raio médio da área abrangida pelos eletrodos]
Comprimento Adicional [$Re \geq l1$] [OK]

11) Anéis horizontais de interligação das descidas

Instalação de 1 Anél horizontal de aterramento enterrado
Altura: 3.9m \leq 10m (Não é necessário anél horizontal intermediário)

12) Seções mínimas

12.1) Condutores de Captação, Hastes Captoras e Condutores de Descidas

Cobre - Encordado - 35mm² Diâmetro de cada fio da oordoalha 2.5mm

12.2) Eletrodo de Aterramento

Cobre - Encordado - 50 mm² - Diâmetro de cada fio - cordoalha 3 mm

Estruturas: 13- e 14 - Blocos Desativo

1) Densidade e descargas atmosféricas para a terra [Ng]

$Ng = 1.59$ [Descargas / km²/ano]
Fonte = Mapa - Nordeste

2) Geometria da Estrutura

Comprimento [L] = 168.84 m
Largura [W] = 21.71 m
Altura [H] = 3.9 m

3) Ad - Área de exposição equivalente [em m²]

$Ad = L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + PI * (3 * H)^2$

4) Fatores de Ponderação

4.1) Fator de Localização da Estrutura PRINCIPAL - Cd (Tabela A.1)

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos
 $Cd = 0.5$

4.2) Comprimento da Linha de Energia

$Ll = 1000 \text{ [m]}$

4.3) Fator de Instalação da Linha ENERGIA - Ci (Tabela A.2)

Aéreo
 $Ci = 1.0$

4.4) Fator do Tipo de Linha ENERGIA - Ct (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal
 $Ct = 1.0$

4.5) Fator Ambiental da Linha ENERGIA - Ce (Tabela A.4)

Rural
 $Ce = 1.0$

4.6) Comprimento da Linha de Sinal

$Llt = 1000 \text{ [m]}$

4.7) Fator de Instalação da Linha SINAL - Cit (Tabela A.2)

Aéreo
 $Cit = 1.0$

4.8) Fator do Tipo de Linha SINAL - Ctt (Tabela A.3)

Linha de Energia ou Sinal
 $Ctt = 1.0$

4.9) Fator Ambiental da Linha SINAL - Cet (Tabela A.4)

Rural
 $Cet = 1.0$

4.10) Nd - Número de Eventos Perigosos para a Estrutura [por ano]

$Nd = Ng * Ad * Cd * 10^{-6}$

4.11) Nm - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da estrutura [por ano]

$$\begin{aligned}Nm &= Ng * Am * 10^{-6} \\Am &= 2 * 500 * (L + W) + Pi * 500^2 \\Am &= 975948.16 \\Nm &= 1.55176\end{aligned}$$

4.12) NI - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha de Energia [por ano]

$$\begin{aligned}Nl &= Ng * Al * Ci * Ce * Ct * 10^{-6} \\Al &= 40 * Ll \\Al &= 40000 \\Nl &= 0.0636\end{aligned}$$

4.13) Ni - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha de Energia [por ano]

$$\begin{aligned}Ni &= Ng * Ai * Ci * Ce * Ct * 10^{-6} \\Ai &= 4000 * Ll \\Ai &= 4000000 \\Ni &= 6.36\end{aligned}$$

4.14) Nlt - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha SINAL [por ano]

$$\begin{aligned}Nlt &= Ng * Al * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6} \\Alt &= 40 * Llt \\Alt &= 40000 \\Nlt &= 0.0636\end{aligned}$$

4.15) Nit - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha SINAL [por ano]

$$\begin{aligned}Nit &= Ng * Ait * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6} \\Ait &= 4000 * Llt \\Ait &= 4000000 \\Nit &= 6.36\end{aligned}$$

4.16) Proteção da Estrutura - Pb (Tabela B.2)

$$\begin{aligned}\text{Estrutura não protegida por SPDA} \\Pb &= 1\end{aligned}$$

4.17) Tipo de linha externa Energia - Cld e Cli (Tabela B.4)

4.18) Tipo de linha externa SINAL - Cldt e Clit (Tabela B.4)

Linha aérea não blindada
Cldt = 1
Clit = 1

4.19) Ks1

Ks1: leva em consideração a eficiência da blindagem por malha da estrutura, SPDA ou outra blindagem na interface ZPR 0/1;

Dentro de uma ZPR, em uma distância de segurança do limite da malha no mínimo igual à largura da malha Wm,

fatores Ks1 e Ks2 para SPDA ou blindagem tipo malha espacial podem ser avaliados como: $Ks1 = 0,12 \times Wm1$

Ks1 = 1

4.20) Uw Energia

Uw: é a tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido, expressa em quilovolts (kV).

Uw = 2.5

4.21) Ks4 Energia

Ks4: leva em consideração a tensão suportável de impulso do sistema a ser protegido. $Ks4 = 1 / Uw$

Ks4 = 0.4

4.22) Uwt Sinal

Uwt = 1.5

4.23) Ks4t Sinal

Ks4t = 0.67

4.24) Nível de Proteção NP - Peb (Tabela B.7)

Sem DPS

Peb = 1

4.25) Roteamento, blindagem e interligação ENERGIA - Pld (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo

barramento de equipotencialização do equipamento (Uw=2.5)

Pld = 1

4.26) Roteamento, blindagem e interligação SINAL - Pldt (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento ($U_w=1.5$)
 $Pldt = 1$

4.27) Pv - Probabilidade de Descarga na linha de Energia Causar danos físicos

$P_v = P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$
 $P_v = 1$

4.28) Pvt - Probabilidade de Descarga na linha de Sinal Causar danos físicos

$P_{vt} = P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt}$
 $P_{vt} = 1$

5) Zonas da Edificação

5.1) Zona: Zona 1 (Interna)

5.1.1) Número de pessoas na Zona

$n_z = 1$

5.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

$n_t = 1$

5.1.3) Tempo de presença das pessoas na Zona (h/ano)

$t_z = 8760$

5.1.4) Tempo de presença das pessoas em locais perigosos fora da estrutura (h/ano)

$t_e = 0$

5.1.5) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

Considerar

5.1.6) L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

Desprezar

5.1.7) L3 - Perda inaceitável de patrimônio cultural

Desprezar

5.1.8) L4 - Perda econômica

Considerar

5.1.9) Risco de Explosão / Hospitais

Não

5.1.10) Medidas de Proteção (descargas na linha) - Ptu (Tabela B.6)

Nenhuma medida de proteção
 $P_{tu} = 1$

5.1.11) Ks2

$K_{s2} = 1$

5.1.12) Nível de Proteção NP ENERGIA - Pspd (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado
 $P_{spd} = 1$

5.1.13) Fiação Interna ENERGIA - Ks3 (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
 $K_{s3} = 1$

5.1.14) Nível de Proteção NP SINAL - Pspdt (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado
 $P_{spdt} = 1$

5.1.15) Fiação Interna SINAL - Ks3t (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
 $K_{s3t} = 1$

5.1.16) Pc - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos

$P_c = P_{spd} * C_{ld}$
 $P_c = 1$

5.1.17) Pct - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$P_{ct} = P_{spdt} * C_{ldt}$
 $P_{ct} = 1$

5.1.18) Pms

$$P_{ms} = (K_{s1} * K_{s2} * K_{s3} * K_{s4})^2$$
$$P_{ms} = 0.16$$

5.1.19) P_{mst}

$$P_{mst} = (K_{s1} * K_{s2} * K_{s3t} * K_{s4t})^2$$
$$P_{mst} = 0.4489$$

5.1.20) P_m - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos

$$P_m = P_{spd} * P_{ms}$$
$$P_m = 0.16$$

5.1.21) P_{mt} - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$$P_{mt} = P_{spdt} * P_{mst}$$
$$P_m = 0.4489$$

5.1.22) P_u - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque

$$P_u = P_{tu} * P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$$
$$P_u = 1$$

5.1.23) P_{ut} - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque SINAL

$$P_{ut} = P_{tu} * P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt}$$
$$P_{ut} = 1$$

5.1.24) P_w - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos

$$P_w = P_{spd} * P_{ld} * C_{ld}$$
$$P_w = 1$$

5.1.25) P_{wt} - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$P_{wt} = P_{spdt} * P_{ldt} * C_{ldt}$$
$$P_{wt} = 1$$

5.1.26) P_{li}

$$P_{li} \text{ para } U_w = 2.5 \text{ kV}$$
$$P_{li} = 0.3$$

5.1.27) Plit

Plit para Uwt = 1.5 kV
Plit = 0.5

5.1.28) Pz - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos

$Pz = Pspd * Pli * Cli$
Pz = 0.3

5.1.29) Pzt - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$Pzt = Pspdt * Plit * Clit$
Pzt = 0.5

5.1.30) Medidas de Proteção (descargas na estrutura) - Pta (Tabela B.1)

Nenhuma medida de Proteção
Pta = 1

5.1.31) Tipo de superfície do solo ou piso - Fator de redução rt (Tabela C.3)

Mármore, cerâmica (Resistência de contato entre 1 e 10 ohms)
rt = 0.001

5.1.32) Providências para reduzir consequências de incêndio - Fator de redução rp (Tabela C.4)

Nenhuma Providência
rp = 1

5.1.33) Risco de incêndio ou explosão na estrutura - Fator de redução rf (Tabela C.5)

Incêndio: Risco Baixo
rf = 0.001

5.1.34) Perigo Especial - Fator hz (Tabela C.6)

Baixo nível de pânico (por exemplo, uma estrutura limitada a dois andares e número de pessoas não superior a 100)
hz = 2

5.1.35) Pa - Probabilidade de Descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque

$Pa = Pta * Pb$
Pa = 1

5.1.36) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

5.1.36.1) Lt

$$Lt = 0.01$$

5.1.36.2) D2 - Danos Físicos - Lf (Tabela C.2)

Hospital, hotel, escola, edifício cívico
 $Lf = 0.1$

5.1.36.3) D3 - Falhas de sistemas internos - Lo (Tabela C.2)

Não Aplicável
 $Lo = 0$

5.1.36.4) La

$$La = rt * Lt * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$La = 0.01 * 10^{-3}$$

5.1.36.5) Lu

$$Lu = La = 0.01 * 10^{-3}$$

5.1.36.6) Lb

$$Lb = rp * rf * hz * Lf * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$Lb = 0.0002$$

5.1.36.7) Lv

$$Lv = Lb = 0.0002$$

5.1.36.8) Lc

$$Lc = Lo * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$Lc = 0$$

5.1.36.9) Lm Lw Lz

$$Lm = Lw = Lz = Lc = 0$$

5.1.37) L4 - Perda econômica

5.1.37.1) D2 - Danos físicos - Lf (Tabela C.12)

Hotel, escola, escritório, igreja, entretenimento público, comercial
 $Lf4 = 0.2$

5.1.37.2) D3 - Falha de sistemas internos - Lo (Tabela C.12)

Museu, agricultura, escola, igreja, entretenimento público
Lo4 = 0.001

5.1.37.3) ca - Valor dos animais na Zona (milhões)

ca = 0 milhões

5.1.37.4) cb - Valor da edificação relevante à Zona (milhões)

cb = 0.2 milhões

5.1.37.5) cc - Valor do conteúdo da Zona (milhões)

cc = 0.1 milhões

5.1.37.6) cs - Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na Zona (milhões)

cs = 0 milhões

5.1.37.7) ct - Valor total da estrutura (soma de todas as zonas) (milhões)

ct = 0.3 milhões

5.1.37.8) La4

La4 = rt * Lt4 * (ca / ct)
La4 = 0

5.1.37.9) Lu4

Lu4 = La4 = 0

5.1.37.10) Lb4

Lb4 = rp * rf * Lf4 * ((ca + cb + cc + cs) / ct)
Lb4 = 0.0002

5.1.37.11) Lv4

Lv4 = Lb4 = 0.0002

5.1.37.12) Lc4

Lc4 = Lo4 * (cs / ct)
Lc4 = 0

5.1.37.13) Lm4 Lw4 Lz4

5.1.37.14) Le4

$$Le4 = Lfe4 * (ce / ct)$$
$$Le4 = 0$$

5.1.37.15) Lft4

$$Lft4 = Lf4 + Le4$$
$$Lft4 = 0.2$$

5.1.38) Riscos [R1] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.38.1) Ra

$$Ra = Nd * Pa * La$$
$$Ra = 0.0068 * 1 * 0.01*10^{-3}$$
$$Ra = 0.0068*10^{-5}$$

5.1.38.2) Rb

$$Rb = Nd * Pb * Lb$$
$$Rb = 0.0068 * 1 * 0.0002$$
$$Rb = 0.0136*10^{-4}$$

5.1.38.3) Ru

$$Ru = (Nl + Ndj) * Pu * Lu$$
$$Ru = (0.0636 + 0) * 1 * 0.01*10^{-3}$$
$$Ru = 0.00636*10^{-4}$$

5.1.38.4) Rut

$$Rut = (Nlt + Ndj1) * Put * Lu$$
$$Rut = (0.0636 + 0) * 1 * 0.01*10^{-3}$$
$$Rut = 0.00636*10^{-4}$$

5.1.38.5) Rv

$$Rv = (Nl + Ndj) * Pv * Lv$$
$$Rv = (0.0636 + 0) * 1 * 0.0002$$
$$Rv = 0.01272*10^{-3}$$

5.1.38.6) Rvt

$$Rvt = (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv$$

5.1.38.7) R1z

$$\begin{aligned} R_{1z} &= R_a + R_b + R_u + R_v + R_{ut} + R_{vt} \\ R_{1z} &= 0.0068 * 10^{-5} + 0.0136 * 10^{-4} + 0.00636 * 10^{-4} + 0.01272 * 10^{-3} + \\ &0.00636 * 10^{-4} + 0.01272 * 10^{-3} \\ R_{1z} &= 2.81 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

5.1.39) Riscos [R4] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.39.1) Rb4

$$\begin{aligned} R_{b4} &= N_d * P_b * L_{b4} \\ R_{b4} &= 0.0068 * 1 * 0.0002 \\ R_{b4} &= 0.0136 * 10^{-4} \end{aligned}$$

5.1.39.2) Rc4

$$\begin{aligned} R_{c4} &= N_d * P_c * L_{c4} \\ R_{c4} &= 0.0068 * 1 * 0 \\ R_{c4} &= 0 \end{aligned}$$

5.1.39.3) Rm4

$$\begin{aligned} R_{m4} &= N_m * P_m * L_{m4} \\ R_{m4} &= 1.55176 * 0.16 * 0 \\ R_{m4} &= 0 \end{aligned}$$

5.1.39.4) Rv4

$$\begin{aligned} R_{v4} &= (N_l + N_{dj}) * P_v * L_{v4} \\ R_{v4} &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.0002 \\ R_{v4} &= 0.01272 * 10^{-3} \end{aligned}$$

5.1.39.5) Rvt4

$$\begin{aligned} R_{vt4} &= (N_{lt} + N_{dj1}) * P_{vt} * L_{v4} \\ R_{vt4} &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.0002 \\ R_{vt4} &= 0.01272 * 10^{-3} \end{aligned}$$

5.1.39.6) Rw4

$$\begin{aligned} R_{w4} &= (N_l + N_{dj}) * P_w * L_{w4} \\ R_{w4} &= (0.0636 + 0) * 1 * 0 \\ R_{w4} &= 0 \end{aligned}$$

5.1.39.7) Rwt4

$$R_{wt4} = (N_{lt} + N_{dj1}) * P_{wt} * L_{w4}$$

5.1.39.8) Rz4

$$Rz4 = Ni * Pz * Lz4$$
$$Rz4 = 6.36 * 0.3 * 0$$
$$Rz4 = 0$$

5.1.39.9) R4z

$$R4z = Rb4 + Rc4 + Rm4 + Rv4 + Rw4 + Rz4 + Rvt4 + Rwt4 + Rzt4$$
$$R4z = 0.0136*10^{-4} + 0 + 0 + 0.01272*10^{-3} + 0 + 0 + 0.01272*10^{-3} + 0 + 0$$
$$R4z = 0.0268 \times 10^{-3}$$

6) Risco Total

6.1) R1

$$Ra + Rb = 0.143 \times 10^{-5}$$
$$R1 = 2.81 \times 10^{-5}$$
$$Rt1 = 1 \times 10^{-5}$$
$$R1 > Rt1$$
$$(Ra + Rb) \leq Rt1$$

[Requer a instalação de SPDA ou MPS]

6.2) R4

$$Ra + Rb = 0.00136 \times 10^{-3}$$
$$R4 = 0.0268 \times 10^{-3}$$
$$Rt4 = 1 \times 10^{-3}$$
$$R4 \leq Rt4$$
$$(Ra + Rb) \leq Rt4$$

[OK]

6.3) Estrutura Desprotegida: Talvez a instalação de DPS ou outros MPSs evitem a necessidade de um SPDA.

$$Rab1 \leq Rt1$$
$$Rab4 \leq Rt4$$

7) Nível de Proteção adotada: II

8) Método Utilizado

8.1) Malha ou da Gaiola de Faraday

Módulos da malha [Nível de Proteção II]

Afastamento máximo da Malha = 10x10 m

9) Cálculo do Número de descidas [N]

Area = 3665.52 m².
Altura = 3.9 m.
Perímetro = 381.1 m.
Cantos Salientes da Estrutura = 8

Nível de Proteção II: Espaçamento médio = 10m

$N = \text{Perímetro} / 10\text{m} + (\text{número de cantos salientes})$ [N = 47] para Nível de Proteção: II

$N = \text{Altura} / 10\text{m} + (\text{número de cantos salientes})$ | $N = 3.9 / 10 + 8$ | $N = 9$
 $N \geq 2$ (Para descidas não naturais)

N = 47 descidas.

N = 36 considerado a distância máxima de tolerância

10) Cálculo do Comprimento da Haste Vertical ou Inclinada

Haste adotada: Vertical

$r = 18 \text{ ohms.m}$ [resistividade do solo] com tratamento químico no solo- Sal adicionado (% por peso de umidade) - 0,1%
 $R = 10 \text{ ohms}$ [Resistência de aterramento]
 $L = \text{Comprimento da Haste em (m)}$

$L = r / R$
 $L = 18 / 10$
 $L = 1,8 \text{ m}$

$l_1(\text{min}) = 0,9\text{m}$

$L = 2,40 \text{ m}$

$R_e = 60.65 \text{ m}$ [Raio médio da área abrangida pelos eletrodos]

Comprimento Adicional [$R_e \geq l_1$] [OK]

11) Anéis horizontais de interligação das descidas

Instalação de 1 Anél horizontal de aterramento enterrado

Altura: 3.9m $\leq 10\text{m}$ (Não é necessário anél horizontal intermediário)

12) Seções mínimas

12.1) Condutores de Captação, Hastes Captoras e Condutores de Descidas

Cobre - Encordado de 35mm² Diâmetro de cada fio da oordoa 2.5mm

12.2) Eletrodo de Aterramento

Projeto: 15 - QUADRA COBERTA POLIESPORTIVA

1) Densidade e descargas atmosféricas para a terra [Ng]

$$Ng = 1.59 \text{ [Descargas / km}^2\text{/ano]}$$

2) Geometria da Estrutura

$$\begin{aligned}\text{Comprimento [L]} &= 43.31 \text{ m} \\ \text{Largura [W]} &= 32.01 \text{ m} \\ \text{Altura [H]} &= 12.34 \text{ m}\end{aligned}$$

3) Ad - Área de exposição equivalente [em m²]

$$\begin{aligned}Ad &= L * W + 2 * (3 * H) * (L + W) + PI * (3 * H)^2 \\ Ad &= 43.31 * 32.01 + 2 * (3 * 12.34) * (43.31 + 32.01) + 3.14159 * (3 * 12.34)^2 \\ Ad &= 11268.54 \text{ m}^2\end{aligned}$$

4) Fatores de Ponderação

4.1) Fator de Localização da Estrutura PRINCIPAL - Cd (Tabela A.1)

$$\begin{aligned}\text{Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos} \\ Cd &= 0.5\end{aligned}$$

4.2) Comprimento da Linha de Energia

$$Ll = 1000 \text{ [m]}$$

4.3) Fator de Instalação da Linha ENERGIA - Ci (Tabela A.2)

$$\begin{aligned}\text{Aéreo} \\ Ci &= 1.0\end{aligned}$$

4.4) Fator do Tipo de Linha ENERGIA - Ct (Tabela A.3)

$$\begin{aligned}\text{Linha de Energia ou Sinal} \\ Ct &= 1.0\end{aligned}$$

4.5) Fator Ambiental da Linha ENERGIA - Ce (Tabela A.4)

$$\begin{aligned}\text{Rural} \\ Ce &= 1.0\end{aligned}$$

4.6) Comprimento da Linha de Sinal

$$L_{lt} = 1000 \text{ [m]}$$

4.7) Fator de Instalação da Linha SINAL - Cit (Tabela A.2)

$$\begin{aligned} &\text{Aéreo} \\ C_{it} &= 1.0 \end{aligned}$$

4.8) Fator do Tipo de Linha SINAL - Ctt (Tabela A.3)

$$\begin{aligned} &\text{Linha de Energia ou Sinal} \\ C_{tt} &= 1.0 \end{aligned}$$

4.9) Fator Ambiental da Linha SINAL - Cet (Tabela A.4)

$$\begin{aligned} &\text{Rural} \\ C_{et} &= 1.0 \end{aligned}$$

4.10) Nd - Número de Eventos Perigosos para a Estrutura [por ano]

$$\begin{aligned} N_d &= N_g * A_d * C_d * 10^{-6} \\ N_d &= 0.00896 \end{aligned}$$

4.11) Nm - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da estrutura [por ano]

$$\begin{aligned} N_m &= N_g * A_m * 10^{-6} \\ A_m &= 2 * 500 * (L + W) + P_i * 500^2 \\ A_m &= 860718.16 \\ N_m &= 1.36854 \end{aligned}$$

4.12) Nl - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha de Energia [por ano]

$$\begin{aligned} N_l &= N_g * A_l * C_i * C_e * C_t * 10^{-6} \\ A_l &= 40 * L_l \\ A_l &= 40000 \\ N_l &= 0.0636 \end{aligned}$$

4.13) Ni - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha de Energia [por ano]

$$\begin{aligned} N_i &= N_g * A_i * C_i * C_e * C_t * 10^{-6} \\ A_i &= 4000 * L_l \\ A_i &= 4000000 \\ N_i &= 6.36 \end{aligned}$$

4.14) Nit - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha SINAL [por ano]

4.15) Nit - Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha SINAL [por ano]

$Nit = Ng * Ait * Cit * Cet * Ctt * 10^{-6}$
 $Ait = 4000 * Llt$
 $Ait = 4000000$
 $Nit = 6.36$

4.16) Proteção da Estrutura - Pb (Tabela B.2)

Estrutura com cobertura metálica e um subsistema de captação, possivelmente incluindo componentes naturais, com proteção completa de qualquer instalação na cobertura contra descargas atmosféricas diretas e uma estrutura metálica contínua ou de concreto armado atuando como um subsistema de descidas natural.
 $Pb = 0.001$

4.17) Tipo de linha externa Energia - Cld e Cli (Tabela B.4)

Linha aérea não blindada
 $Cld = 1$
 $Cli = 1$

4.18) Tipo de linha externa SINAL - Cldt e Clit (Tabela B.4)

Linha aérea não blindada
 $Cldt = 1$
 $Clit = 1$

4.19) Ks1

Ks1: leva em consideração a eficiência da blindagem por malha da estrutura, SPDA ou outra blindagem na interface ZPR 0/1;

Dentro de uma ZPR, em uma distância de segurança do limite da malha no mínimo igual à largura da malha Wm ,

fatores Ks1 e Ks2 para SPDA ou blindagem tipo malha espacial podem ser avaliados como: $Ks1 = 0,12 * Wm1$

$Ks1 = 1$

4.20) Uw Energia

Uw: é a tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido, expressa em quilovolts (kV).

$Uw = 2.5$

4.21) Ks4 Energia

Ks4: leva em consideração a tensão suportável de impulso do sistema a ser

4.22) Uwt Sinal

$$Uwt = 1.5$$

4.23) Ks4t Sinal

$$Ks4t = 0.67$$

4.24) Nível de Proteção NP - Peb (Tabela B.7)

Sem DPS

$$Peb = 1$$

4.25) Roteamento, blindagem e interligação ENERGIA - Pld (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento ($Uw=2.5$)
 $Pld = 1$

4.26) Roteamento, blindagem e interligação SINAL - Pldt (Tabela B.8)

Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento ($Uw=1.5$)
 $Pldt = 1$

4.27) Pv - Probabilidade de Descarga na linha de Energia Causar danos físicos

$$Pv = Peb * Pld * Cld$$

$$Pv = 1$$

4.28) Pvt - Probabilidade de Descarga na linha de Sinal Causar danos físicos

$$Pvt = Peb * Pldt * Cl dt$$

$$Pvt = 1$$

5) Zonas da Edificação

5.1) Zona: Zona 1 (Interna)

5.1.1) Número de pessoas na Zona

$$nz = 186$$

5.1.2) Número total de pessoas na Estrutura

nt = 186

5.1.3) Tempo de presença das pessoas na Zona (h/ano)

tz = 8760

5.1.4) Tempo de presença das pessoas em locais perigosos fora da estrutura (h/ano)

te = 0

5.1.5) L1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

Considerar

5.1.6) L2 - Perda inaceitável de serviço ao público

Desprezar

5.1.7) L3 - Perda inaceitável de patrimônio cultural

Desprezar

5.1.8) L4 - Perda econômica

Considerar

5.1.9) Risco de Explosão / Hospitais

Não

5.1.10) Medidas de Proteção (descargas na linha) - Ptu (Tabela B.6)

Nenhuma medida de proteção
Ptu = 1

5.1.11) Ks2

Ks2 = 1

5.1.12) Nível de Proteção NP ENERGIA - Pspd (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado

5.1.13) Fiação Interna ENERGIA - Ks3 (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
Ks3 = 1

5.1.14) Nível de Proteção NP SINAL - Pspdt (Tabela B.3)

Nenhuma sistema de DPS coordenado
Pspdt = 1

5.1.15) Fiação Interna SINAL - Ks3t (Tabela B.5)

Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços
Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios
(área do laço da ordem de 50 m²)
Ks3t = 1

5.1.16) Pc - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos

$P_c = P_{spd} * C_{ld}$
 $P_c = 1$

5.1.17) Pct - Probabilidade de Descarga na Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$P_{ct} = P_{spdt} * C_{ldt}$
 $P_{ct} = 1$

5.1.18) Pms

$P_{ms} = (K_{s1} * K_{s2} * K_{s3} * K_{s4})^2$
 $P_{ms} = 0.16$

5.1.19) Pmst

$P_{mst} = (K_{s1} * K_{s2} * K_{s3t} * K_{s4t})^2$
 $P_{mst} = 0.4489$

5.1.20) Pm - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos

$P_m = P_{spd} * P_{ms}$
 $P_m = 0.16$

5.1.21) Pmt - Probabilidade de Descarga perto da Estrutura causar Danos em sistemas internos SINAL

$P_{mt} = P_{spdt} * P_{mst}$

5.1.22) P_u - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque

$$P_u = P_{tu} * P_{eb} * P_{ld} * C_{ld}$$
$$P_u = 1$$

5.1.23) P_{ut} - Probabilidade de Descarga na linha causar ferimentos a seres vivos por choque SINAL

$$P_{ut} = P_{tu} * P_{eb} * P_{ldt} * C_{ldt}$$
$$P_{ut} = 1$$

5.1.24) P_w - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos

$$P_w = P_{spd} * P_{ld} * C_{ld}$$
$$P_w = 1$$

5.1.25) P_{wt} - Probabilidade de Descarga na linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$P_{wt} = P_{spdt} * P_{ldt} * C_{ldt}$$
$$P_{wt} = 1$$

5.1.26) P_{li}

$$P_{li} \text{ para } U_w = 2.5 \text{ kV}$$
$$P_{li} = 0.3$$

5.1.27) P_{lit}

$$P_{lit} \text{ para } U_{wt} = 1.5 \text{ kV}$$
$$P_{lit} = 0.5$$

5.1.28) P_z - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos

$$P_z = P_{spd} * P_{li} * C_{li}$$
$$P_z = 0.3$$

5.1.29) P_{zt} - Probabilidade de Descarga perto da linha Causar falha de sistemas internos SINAL

$$P_{zt} = P_{spdt} * P_{lit} * C_{lit}$$
$$P_{zt} = 0.5$$

5.1.30) Medidas de Proteção (descargas na estrutura) - P_{ta} (Tabela B.1)

$$\text{Nenhuma medida de Proteção}$$
$$P_{ta} = 1$$

5.1.31) Tipo de superfície do solo ou piso - Fator de redução r_t (Tabela C.3)

Mármore, cerâmica (Resistência de contato entre 1 e 10 ohms)
 $r_t = 0.001$

5.1.32) Providências para reduzir consequências de incêndio - Fator de redução r_p (Tabela C.4)

Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente,
instalações de alarme manuais, hidrantes. compartimentos à prova de fogo, rotas de escape
 $r_p = 0.5$

5.1.33) Risco de incêndio ou explosão na estrutura - Fator de redução r_f (Tabela C.5)

Incêndio: Risco Baixo
 $r_f = 0.001$

5.1.34) Perigo Especial - Fator h_z (Tabela C.6)

Nível médio de pânico (por exemplo, estruturas designadas para eventos culturais
ou esportivos com um número de participantes entre 100 e 1000 pessoas)
 $h_z = 5$

5.1.35) P_a - Probabilidade de Descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque

$P_a = P_{ta} * P_b$
 $P_a = 0.001$

5.1.36) L_1 - Perda de vida humana incluindo ferimento permanente

5.1.36.1) L_t

$L_t = 0.01$

5.1.36.2) D_2 - Danos Físicos - L_f (Tabela C.2)

Outros
 $L_f = 0.01$

5.1.36.3) D_3 - Falhas de sistemas internos - L_o (Tabela C.2)

Não Aplicável
 $L_o = 0$

5.1.36.4) La

$$La = rt * Lt * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$La = 0.01 * 10^{-3}$$

5.1.36.5) Lu

$$Lu = La = 0.01 * 10^{-3}$$

5.1.36.6) Lb

$$Lb = rp * rf * hz * Lf * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$Lb = 0.025 * 10^{-3}$$

5.1.36.7) Lv

$$Lv = Lb = 0.025 * 10^{-3}$$

5.1.36.8) Lc

$$Lc = Lo * (nz / nt) * (tz / 8760)$$
$$Lc = 0$$

5.1.36.9) Lm Lw Lz

$$Lm = Lw = Lz = Lc = 0$$

5.1.37) L4 - Perda econômica

5.1.37.1) D2 - Danos físicos - Lf (Tabela C.12)

Hotel, escola, escritório, igreja, entretenimento público, comercial

$$Lf4 = 0.2$$

5.1.37.2) D3 - Falha de sistemas internos - Lo (Tabela C.12)

Museu, agricultura, escola, igreja, entretenimento público

$$Lo4 = 0.001$$

5.1.37.3) ca - Valor dos animais na Zona (milhões)

$$ca = 0 \text{ milhões}$$

5.1.37.4) cb - Valor da edificação relevante à Zona (milhões)

$$cb = 0.66 \text{ milhões}$$

5.1.37.5) cc - Valor do conteúdo da Zona (milhões)

$$cc = 0.01 \text{ milhões}$$

5.1.37.6) cs - Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na Zona (milhões)

$$cs = 0 \text{ milhões}$$

5.1.37.7) ct - Valor total da estrutura (soma de todas as zonas) (milhões)

$$ct = 0.67 \text{ milhões}$$

5.1.37.8) La4

$$\begin{aligned} La4 &= rt * Lt4 * (ca / ct) \\ La4 &= 0 \end{aligned}$$

5.1.37.9) Lu4

$$Lu4 = La4 = 0$$

5.1.37.10) Lb4

$$\begin{aligned} Lb4 &= rp * rf * Lf4 * ((ca + cb + cc + cs) / ct) \\ Lb4 &= 0.0001 \end{aligned}$$

5.1.37.11) Lv4

$$Lv4 = Lb4 = 0.0001$$

5.1.37.12) Lc4

$$\begin{aligned} Lc4 &= Lo4 * (cs / ct) \\ Lc4 &= 0 \end{aligned}$$

5.1.37.13) Lm4 Lw4 Lz4

$$Lm4 = Lw4 = Lz4 = Lc4 = 0$$

5.1.37.14) Le4

$$\begin{aligned} Le4 &= Lfe4 * (ce / ct) \\ Le4 &= 0 \end{aligned}$$

5.1.37.15) Lft4

$$\begin{aligned} Lft4 &= Lf4 + Le4 \\ Lft4 &= 0.2 \end{aligned}$$

5.1.38) Riscos [R1] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.38.1) Ra

$$\begin{aligned}Ra &= Nd * Pa * La \\Ra &= 0.00896 * 0.001 * 0.01*10^{-3} \\Ra &= 0.00896*10^{-8}\end{aligned}$$

5.1.38.2) Rb

$$\begin{aligned}Rb &= Nd * Pb * Lb \\Rb &= 0.00896 * 0.001 * 0.025*10^{-3} \\Rb &= 0.0224*10^{-8}\end{aligned}$$

5.1.38.3) Ru

$$\begin{aligned}Ru &= (Nl + Ndj) * Pu * Lu \\Ru &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.01*10^{-3} \\Ru &= 0.00636*10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.38.4) Rut

$$\begin{aligned}Rut &= (Nlt + Ndj1) * Put * Lu \\Rut &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.01*10^{-3} \\Rut &= 0.00636*10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.38.5) Rv

$$\begin{aligned}Rv &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv \\Rv &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.025*10^{-3} \\Rv &= 0.0159*10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.38.6) Rvt

$$\begin{aligned}Rvt &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv \\Rvt &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.025*10^{-3} \\Rvt &= 0.0159*10^{-4}\end{aligned}$$

5.1.38.7) R1z

$$\begin{aligned}R1z &= Ra + Rb + Ru + Rv + Rut + Rvt \\R1z &= 0.00896*10^{-8} + 0.0224*10^{-8} + 0.00636*10^{-4} + 0.0159*10^{-4} + \\0.00636*10^{-4} + 0.0159*10^{-4} \\R1z &= 0.445 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

5.1.39) Riscos [R4] da Zona [Zona 1 (Interna)]

5.1.39.1) Rb4

$$\begin{aligned}Rb4 &= Nd * Pb * Lb4 \\Rb4 &= 0.00896 * 0.001 * 0.0001 \\Rb4 &= 0.00896*10^{-7}\end{aligned}$$

5.1.39.2) Rc4

$$\begin{aligned}Rc4 &= Nd * Pc * Lc4 \\ Rc4 &= 0.00896 * 1 * 0 \\ Rc4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.39.3) Rm4

$$\begin{aligned}Rm4 &= Nm * Pm * Lm4 \\ Rm4 &= 1.36854 * 0.16 * 0 \\ Rm4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.39.4) Rv4

$$\begin{aligned}Rv4 &= (Nl + Ndj) * Pv * Lv4 \\ Rv4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.0001 \\ Rv4 &= 0.00636*10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.39.5) Rvt4

$$\begin{aligned}Rvt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pvt * Lv4 \\ Rvt4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0.0001 \\ Rvt4 &= 0.00636*10^{-3}\end{aligned}$$

5.1.39.6) Rw4

$$\begin{aligned}Rw4 &= (Nl + Ndj) * Pw * Lw4 \\ Rw4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0 \\ Rw4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.39.7) Rwt4

$$\begin{aligned}Rwt4 &= (Nlt + Ndj1) * Pwt * Lw4 \\ Rwt4 &= (0.0636 + 0) * 1 * 0 \\ Rwt4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.39.8) Rz4

$$\begin{aligned}Rz4 &= Ni * Pz * Lz4 \\ Rz4 &= 6.36 * 0.3 * 0 \\ Rz4 &= 0\end{aligned}$$

5.1.39.9) R4z

$$\begin{aligned}R4z &= Rb4 + Rc4 + Rm4 + Rv4 + Rw4 + Rz4 + Rvt4 + Rwt4 + Rzt4 \\ R4z &= 0.00896*10^{-7} + 0 + 0 + 0.00636*10^{-3} + 0 + 0 + 0.00636*10^{-3} + 0 + 0 \\ R4z &= 0.0127 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

6) Risco Total

6.1) R1

```
Ra + Rb = 0.0000314 x 10^-5  
R1 = 0.445 x 10^-5  
Rt1 = 1 x 10^-5  
R1 <= Rt1  
(Ra + Rb) <= Rt1  
[OK]
```

6.2) R4

```
Ra + Rb = 0.000000896 x 10^-3  
R4 = 0.0127 x 10^-3  
Rt4 = 1 x 10^-3  
R4 <= Rt4  
(Ra + Rb) <= Rt4  
[OK]
```

6.3) Estrutura Protegida.

```
R1 <= Rt1  
R4 <= Rt4
```

7) Nível de Proteção adotada: II

8) Método Utilizado

8.1) Malha ou da Gaiola de Faraday

Módulos da malha [Nível de Proteção II]

Afastamento máximo da Malha = 10x10 m

9) Cálculo do Número de descidas [N]

```
Area      = 1386.35 m2.  
Altura    = 12.34 m.  
Perímetro = 150.64 m.  
Cantos Salientes da Estrutura = 4
```

Nível de Proteção II: Espaçamento médio = 10m

$N = \text{Perímetro} / 10\text{m} + (\text{número de cantos salientes})$ [N = 19] para Nível de Proteção: II

$N = \text{Altura} / 10\text{m} + (\text{número de cantos salientes})$ | $N = 12.34 / 10 + 4$ | $N = 6$

$N \geq 2$ (Para descidas não naturais)

$N = 18$ descidas.

10) Cálculo do Comprimento da descida

$r = 18 \text{ ohms.m}$ [resistividade do solo] com tratamento químico no solo- Sal adicionado (% por peso de umidade) - 0,1%
 $R = 10 \text{ ohms}$ [Resistência de aterramento]
 $L =$ Comprimento da Haste em (m)

$$L = r / R$$
$$L = 18 / 10$$
$$L = 1,8 \text{ m}$$

$$l1(\text{min}) = 0,9\text{m}$$

$$L = 2,40 \text{ m}$$

Pilares em CA com barras de aço dedicada: FGF CA-25 Ø 3/8" conectadas na fundação com

Espaçamento médio de 10m com 18 pilares de descida.

$$Re = 23.98 \text{ m}$$
 [Raio médio da área abrangida pelos eletrodos]

Comprimento Adicional [$Re \geq l1$] [OK]

11) Anéis horizontais de interligação das descidas

Instalação de 1 Anél horizontal de aterramento enterrado

Altura: 12.34m > 10m

Instalação de 1 anél horizontal intermediário.

Espaçamento vertical = 6.17m


12) Seções mínimas

12.1) Condutores de Captação, Hastes Captoras e Condutores de Descidas

Cobertura metálica com espessura maior que 0,7mm

12.2) Eletrodo de Aterramento

Elementos da fundação - Barras de aço dedicada na fundação: FGF CA-25 Ø 3/8" conectadas as descidas com caixas de inspeção com cabos de cobre nu de 50 mm².

Responsável Técnico : ROBERTO CARLOS NOVAES RIBEIRO				
CREA Nº	ART Nº	CAU Nº	RRT Nº	TELEFONE
30.428/D-BA	BA20210691203			71-99184-9942
Data: 03/01/2021		Assinatura: 		
Nome do arquivo: Proj_SPDA_IFBA_Governador Mangabeira_Dezembro_2021.				