	FAGUNDES ARQUITETURA	**IGREJA MATRIZ DE SÃO JOÃO BATISTA**

ARQUIDIOCESE DE MONTES CLAROS - PARÓQUIA SANTUÁRIO SENHOR DO BONFIM **IGREJA MATRIZ DE SÃO JOÃO BATISTA** **INSTALAÇÕES ELÉTRICAS** **MEMORIAL DE CÁLCULO**	Nº MITRA ARQUIDIOCESANA **-**	PÁGINA **1/25**
	Nº (CONTRATADA) **MC-265.123.007-ELE**	REV. **00**

REVISÕES

TE: TIPO EMISSÃO — A - PRELIMINAR; B - PARA APROVAÇÃO; C - PARA CONHECIMENTO; D - PARA COTAÇÃO; E - PARA CONSTRUÇÃO; F - CONFORME COMPRADO; G - CONFORME CONSTRUÍDO; H - CANCELADO

Rev.	TE	Descrição	Por	Ver.	Apr.	Aut.	Data
00	B	EMISSÃO INICIAL	JMS	JMS	JMS	-	25/09/25

SUMÁRIO

1. OBJETIVO 3

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA 4

3. NORMAS DE REFERÊNCIA 4

4. DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES 4

5. DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTOS 10

6. CÁLCULO LUMINOTÉCNICO.....13

7. GERENCIAMENTO DE RISCO 17

1. OBJETIVO

O presente memorial de cálculo tem como objetivo detalhar o projeto de instalações elétricas para a reforma da Igreja Matriz de São João Batista, situada no Distrito de Terra Branca, município de Bocaiúva, Minas Gerais. Este documento visa assegurar que todas as modificações e aprimoramentos nas instalações elétricas sejam executados de acordo com as normas técnicas vigentes, promovendo segurança, eficiência e funcionalidade.



Figura 1: Localização – da Igreja Matriz de São João Batista
Fonte: Google Maps – setembro 2025

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os documentos relacionados foram utilizados na elaboração deste documento ou contêm instruções e procedimentos aplicáveis a ele. Devem ser utilizados na sua revisão mais recente.

265.123.007-EXE-ILU-01	Iluminação e tomadas
265.123.007-EXE-CFTV-01	CFTV
265.123.007-EXE-ALA-01	Alarme
265.123.007-EXE-ALI-01	Alimentadores de baixa tensão
265.123.007-EXE-DIA-01	Diagrama trifilar e quadro de cargas
265.123.007-EXE-SPD-01	SPDA - Plantas
265.123.007-EXE-SPD-02	SPDA – Corte e detalhes
MC-265.123.007-EXE-ELE	Memorial de cálculo
MD-265.123.007-EXE-ELE	Memorial descritivo
LM-265.123.007-EXE-ELE	Lista de Materiais

3. NORMAS DE REFERÊNCIA

Devem ser obedecidas na execução dos serviços, além das informações contidas neste memorial e nos demais documentos deste projeto, as seguintes normas:

NBR 5410:2008	Instalações Elétricas de Baixa Tensão
NBR 5419:2015 – Partes 01 a 04	Proteção Contra Descargas Atmosféricas
NR-10:2019	Instalações e Serviços em Eletricidade

4. DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES

4.1. Critérios de dimensionamento

Para o dimensionamento dos condutores, foi considerada a metodologia recomendada pela NBR 5410, que estabelece as diretrizes para instalações elétricas de baixa tensão. O objetivo é garantir a segurança, durabilidade e eficiência das instalações elétricas no contexto da reforma da Igreja Matriz de São João Batista.

- Capacidade de Corrente: A seleção dos condutores foi baseada na capacidade de conduzir a corrente elétrica necessária sem aquecer excessivamente, respeitando os limites de temperatura dos materiais isolantes. Isso envolveu a análise dos circuitos, assegurando que os condutores possam suportar as correntes de carga máxima previstas;

- Queda de Tensão: Para evitar perdas excessivas de energia e garantir o desempenho adequado de equipamentos, a queda de tensão nos circuitos foi limitada conforme as recomendações da NBR 5410. Este limitante foi crucial para circuitos extensos, onde a resistência dos condutores pode impactar significativamente a tensão entregue aos aparelhos;

- Agrupamento de Condutores: Em situações onde diversos condutores compartilham o mesmo eletroduto ou calha, foi aplicado um fator de correção de agrupamento. Esse fator considera o calor adicional gerado pela proximidade de múltiplos condutores, ajustando a capacidade de corrente dos mesmos;

- Fatores Ambientais: Foram considerados fatores ambientais como temperatura ambiente e condições de instalação (enterrado, ao ar livre ou em locais confinados), que influenciam a capacidade de condução de corrente dos condutores.

4.2. Seleção de materiais

Os condutores escolhidos são de cobre, devido à sua excelente condutividade e confiabilidade em aplicações de baixa tensão. O isolamento adotado é do tipo PVC (cloreto de polivinila), que é adequado para a maioria das condições ambientais esperadas na capela.

4.3. Proteção

Além do dimensionamento adequado, os circuitos serão protegidos por dispositivos de proteção contra sobrecorrente, garantindo que os condutores não sejam submetidos a correntes excessivas, que poderiam comprometer sua integridade e segurança.

Apresentamos a seguir as cargas contempladas no QDC-CAPELA, acompanhadas do fator de potência e da potência total correspondentes.

Nº CIRCUITO	DESCRIÇÃO CARGAS	CARGAS (W)							F. P.	POTÊNCIA TOTAL	
		4	15	30	23	35	53	85		(W)	(VA)
1	ILUMINAÇÃO INTERNA			21					0,92	630	685
2	ILUMINAÇÃO INTERNA			8	1	2	3		0,92	491	533
3	ILUMINAÇÃO EXTERNA		14						0,92	210	228
IL-EM	ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA	15							0,92	60	65
5	VENTILADORES							6	0,85	510	600
6	TOMADAS							9	0,85	765	900
7	TOMADAS							11	0,85	935	1.100
R	RESERVA										
R	RESERVA										
R	RESERVA										
CARGAS TOTAIS		**15**	**14**	**29**	**1**	**2**	**3**	**26**	**-**	**3.601**	**4.111**
CARGAS DEMANDADAS										**2.700**	**3.084**

Abaixo, detalhamos o nível de tensão nominal selecionado, incluindo o cálculo da corrente nominal, o balanceamento entre fases e o dimensionamento das proteções.

Nº CIRCUITO	DESCRIÇÃO CARGAS	TENSÃO (V)	SISTEMA	CORRENTE NOMINAL (A)	BALANCEAMENTO ENTRE FASES (VA)	DIMENSIONAMENTO DA PROTEÇÃO		DR
					R	In (A)	Icc (kA)	
1	ILUMINAÇÃO INTERNA	127	F+N+T	5,39	685	10	5	-
2	ILUMINAÇÃO INTERNA	127	F+N+T	4,20	533	10	5	25A-30mA
3	ILUMINAÇÃO EXTERNA	127	F+N+T	1,80	228	10	5	25A-30mA
IL-EM	ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA	127	F+N+T	0,51	65	10	5	-
5	VENTILADORES	127	F+N+T	4,72	600	10	5	-
6	TOMADAS	127	F+N+T	7,09	900	16	5	25A-30mA
7	TOMADAS	127	F+N+T	8,66	1.100	16	5	25A-30mA
R	RESERVA							
R	RESERVA							
R	RESERVA							
CARGAS TOTAIS		**127**	**F+N+T**	**32,37**	**4.111**	**40**	**10**	**-**
CARGAS DEMANDADAS				**24,28**	**3.084**			

Levando em conta o sistema de proteção, a corrente nominal de cada circuito e o tipo de instalação dos condutores, foram determinadas as seções dos condutores a serem utilizadas para a continuidade do dimensionamento.

Nº CIRCUITO	DESCRIÇÃO CARGAS	MÉTODO DE INSTALAÇÃO	DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES				
			TEMP. CONDUTOR (°C)	Nº DE CONDUTORES	SEÇÃO NOMINAL	CAPACIDADE DE CONDUÇÃO	CONDUTOR TERRA
1	ILUMINAÇÃO INTERNA	B1	70	1	#2,5 mm²	24 A	#2,5 mm²
2	ILUMINAÇÃO INTERNA	B1	70	1	#2,5 mm²	24 A	#2,5 mm²
3	ILUMINAÇÃO EXTERNA	B1	70	1	#2,5 mm²	24 A	#2,5 mm²
IL-EM	ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA	B1	70	1	#2,5 mm²	24 A	#2,5 mm²
5	VENTILADORES	B1	70	1	#2,5 mm²	24 A	#2,5 mm²
6	TOMADAS	B1	70	1	#4,0 mm²	32 A	#4,0 mm²
7	TOMADAS	B1	70	1	#4,0 mm²	32 A	#4,0 mm²
R	RESERVA						
R	RESERVA						
R	RESERVA						
CARGAS TOTAIS		**B1**	**90**	**1**	**#10 mm²**	**75 A**	**#10 mm²**
CARGAS DEMANDADAS							

A partir dos condutores previamente selecionados, aplicaram-se fatores de correção relativos à temperatura ambiente e ao agrupamento de condutores. Dessa forma, obteve-se a capacidade de condução de corrente corrigida, permitindo verificar a adequação da seleção dos condutores.

Nº CIRCUITO	DESCRIÇÃO CARGAS	TIPO DE TEMPERATURA	TEMP. INSTALAÇÃO (°C)	FATOR CORREÇÃO TEMPERATURA [F1]	Nº DE CIRCUITOS	FATOR DE CORREÇÃO AGRUPAMENTO [F2]	CORRENTE CORRIGIDA Iz'=Iz x F1 x F2 (A)	CARREGAMENTO DO CABO CB = In/Iz' (%)
1	ILUMINAÇÃO INTERNA	AMBIENTE	30	1	7	0,54	12,96	41,60%
2	ILUMINAÇÃO INTERNA	AMBIENTE	30	1	7	0,54	12,96	32,39%
3	ILUMINAÇÃO EXTERNA	AMBIENTE	30	1	7	0,54	12,96	13,87%
IL-EM	ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA	AMBIENTE	30	1	7	0,54	12,96	3,96%
5	VENTILADORES	AMBIENTE	30	1	7	0,54	12,96	36,45%
6	TOMADAS	AMBIENTE	30	1	7	0,54	17,28	41,01%
7	TOMADAS	AMBIENTE	30	1	7	0,54	17,28	50,12%
R	RESERVA							
R	RESERVA							
R	RESERVA							
CARGAS TOTAIS		**SOLO**	**20**	**1**	**1**	**1,00**	**75,00**	**32,37%**
CARGAS DEMANDADAS								

Os fatores de agrupamento são extraídos da tabela 42 da NBR 5410, apresentada abaixo.

Ref.	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos ou de cabos multipolares											Tabelas dos métodos de referência
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 a 11	12 a 15	16 a 19	≥20	
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	36 a 39 (métodos A a F)
2	Camada única sobre parede, piso, ou em bandeja não perfurada ou prateleira	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70				36 e 37 (método C)
3	Camada única no teto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Camada única em bandeja perfurada	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				38 e 39 (métodos E e F)
5	Camada única sobre leito, suporte etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

NOTAS

1 Esses fatores são aplicáveis a grupos homogêneos de cabos, uniformemente carregados.

2 Quando a distância horizontal entre cabos adjacentes for superior ao dobro de seu diâmetro externo, não é necessário aplicar nenhum fator de redução.

3 O número de circuitos ou de cabos com o qual se consulta a tabela refere-se

– à quantidade de grupos de dois ou três condutores isolados ou cabos unipolares, cada grupo constituindo um circuito (supondo-se um só condutor por fase, isto é, sem condutores em paralelo), e/ou

– à quantidade de cabos multipolares

que compõe o agrupamento, qualquer que seja essa composição (só condutores isolados, só cabos unipolares, só cabos multipolares ou qualquer combinação).

4 Se o agrupamento for constituído, ao mesmo tempo, de cabos bipolares e tripolares, deve-se considerar o número total de cabos como sendo o número de circuitos e, de posse do fator de agrupamento resultante, a determinação das capacidades de condução de corrente, nas tabelas 36 a 39, deve ser então efetuada:

– na coluna de dois condutores carregados, para os cabos bipolares; e

– na coluna de três condutores carregados, para os cabos tripolares.

5 Um agrupamento com N condutores isolados, ou N cabos unipolares, pode ser considerado composto tanto de N/2 circuitos com dois condutores carregados quanto de N/3 circuitos com três condutores carregados.

6 Os valores indicados são médios para a faixa usual de seções nominais, com dispersão geralmente inferior a 5%.

Após definir os condutores com base na capacidade de corrente, é essencial verificar a queda de tensão no circuito. Para os circuitos terminais, a queda de tensão máxima permitida é de 4%. A queda de tensão total, desde o ponto de alimentação, passando pelo condutor alimentador do QDC até os condutores do circuito terminal, não deve exceder 7%.

Nº CIRCUITO	DESCRIÇÃO CARGAS	TIPO CONDUTO	QUEDA DE TENSÃO MÁXIMA PERMITIDA (%)	QUEDA DE TENSÃO MÁXIMA PERMITIDA (V)	QUEDA DE TENSÃO PARA COSØ=0,80 (V/A Km)	DISTÂNCIA MÁXIMA À SER PERCORRIDA (m)	DISTÂNCIA PERCORRIDA (m)	QUEDA DE TENSÃO REAL (V)	QUEDA DE TENSÃO REAL (%)
1	ILUMINAÇÃO INTERNA	MAGNÉTICO	4%	5,08	14,00	67,30	61,00	4,60	3,63%
2	ILUMINAÇÃO INTERNA	MAGNÉTICO	4%	5,08	14,00	86,43	50,00	2,94	2,31%
3	ILUMINAÇÃO EXTERNA	MAGNÉTICO	4%	5,08	14,00	201,89	38,00	0,96	0,75%
IL-EM	ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA	MAGNÉTICO	4%	5,08	14,00	706,60	38,00	0,27	0,22%
5	VENTILADORES	MAGNÉTICO	4%	5,08	14,00	76,80	32,00	2,12	1,67%
6	TOMADAS	MAGNÉTICO	4%	5,08	9,00	79,65	29,00	1,85	1,46%
7	TOMADAS	MAGNÉTICO	4%	5,08	9,00	65,17	47,00	3,66	2,88%
R	RESERVA								
R	RESERVA								
R	RESERVA								
CARGAS TOTAIS		**NÃO MAGNÉTICO**	**3%**	**3,81**	**3,60**	**43,59**	**40,00**	**3,50**	**2,75%**
CARGAS DEMANDADAS									

Dessa forma, valida-se a precisão e a adequação dos condutores selecionados, garantindo que atendam de maneira eficiente e segura a todas as exigências elétricas do projeto, alinhando-se às normas regulatórias e aos padrões de qualidade esperados.

5. DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTOS

Ao abordar o dimensionamento dos condutos no projeto das instalações elétricas da Igreja Matriz de São João Batista, seguimos rigorosamente as diretrizes estabelecidas pela NBR 5410. Essa norma prescreve critérios essenciais para garantir a segurança e a eficiência das instalações, incluindo limites para a ocupação máxima dos condutos, que é de 40%.

Esse limite de ocupação máxima de 40% tem como objetivo principal assegurar espaço suficiente dentro do conduto para a dissipação do calor gerado pela passagem de corrente elétrica. Essa precaução previne o superaquecimento dos cabos, mantendo a integridade dos isolantes e reduzindo o risco de falhas ou incêndios.

O cálculo do dimensionamento dos condutos será apresentado de forma organizada, separada por disciplina, para facilitar a compreensão e permitir uma análise detalhada de cada aspecto do projeto. Dentro dessas disciplinas, destacamos apenas os cenários de pior caso, garantindo que os condutos sejam dimensionados para suportar as condições mais desafiadoras que possam ocorrer.

5.1. Iluminação e tomadas

ISOLAÇÃO	CONDUTOR	SEÇÃO NOMINAL (mm²)	ÁREA UNITÁRIA (mm²)	QUANTIDADE DE CABOS	ÁREA TOTAL
PVC 70°C	AFUMEX GREEN 750V	2,5	9,62	11	105,78
PVC 70°C	AFUMEX GREEN 750V	4	12,56	5	62,80
ÁREA TOTAL (mm²)					168,58
LIMITE DE OCUPAÇÃO ADOTADO					40%

ELETRODUTO AÇO GALVANIZADO		ELETRODUTO PVC RÍGIDO	
DIMENSÕES	TAXA DE OCUPAÇÃO (%)	DIMENSÕES	TAXA DE OCUPAÇÃO (%)
1/2"	74,31%	1/2"	79,84%
3/4"	43,57%	3/4"	47,33%
1"	26,44%	1"	28,40%
1.1/4"	16,12%	1.1/4"	16,48%

Para a situação indicada acima, foi adotado eletroduto de Ø1".

5.2. CFTV

CABO	ÁREA UNITÁRIA (mm²)	QUANTIDADE DE CABOS	ÁREA TOTAL
UTP-4P CAT.5E	22,05	7	154,35
ÁREA TOTAL (mm²)			154,35
LIMITE DE OCUPAÇÃO ADOTADO			40%

ELETRODUTO AÇO GALVANIZADO	
DIMENSÕES	TAXA DE OCUPAÇÃO (%)
1/2"	68,04%
3/4"	39,90%
1"	24,21%
1.1/4"	14,76%

Para a situação indicada acima, foi adotado eletroduto de Ø1".

5.3. Alarme

CABO	ÁREA UNITÁRIA (mm²)	QUANTIDADE DE CABOS	ÁREA TOTAL
UTP-4P CAT.5E	22,05	6	132,30
ÁREA TOTAL (mm²)			132,30
LIMITE DE OCUPAÇÃO ADOTADO			40%

ELETRODUTO AÇO GALVANIZADO	
DIMENSÕES	TAXA DE OCUPAÇÃO (%)
1/2"	58,32%
3/4"	34,20%
1"	20,75%
1.1/4"	12,65%

Para a situação indicada acima, foi adotado eletroduto de Ø1”.

5.4. Alimentadores de baixa tensão

ISOLAÇÃO	CONDUTOR	SEÇÃO NOMINAL (mm²)	ÁREA UNITÁRIA (mm²)	QUANTIDADE DE CABOS	ÁREA TOTAL
HEPR 90ºC	GSETTE EASY 1kV	10	42,99	5	214,93
ÁREA TOTAL (mm²)					214,93
LIMITE DE OCUPAÇÃO ADOTADO					40%

DUTO CORRUGADO EM PEAD	
DIMENSÕES	TAXA DE OCUPAÇÃO (%)
1.1/4"	27,59%
1.1/2"	14,81%
2"	10,61%

Para a situação indicada acima, foi adotado duto corrugado em PEAD de Ø1.1/4”.

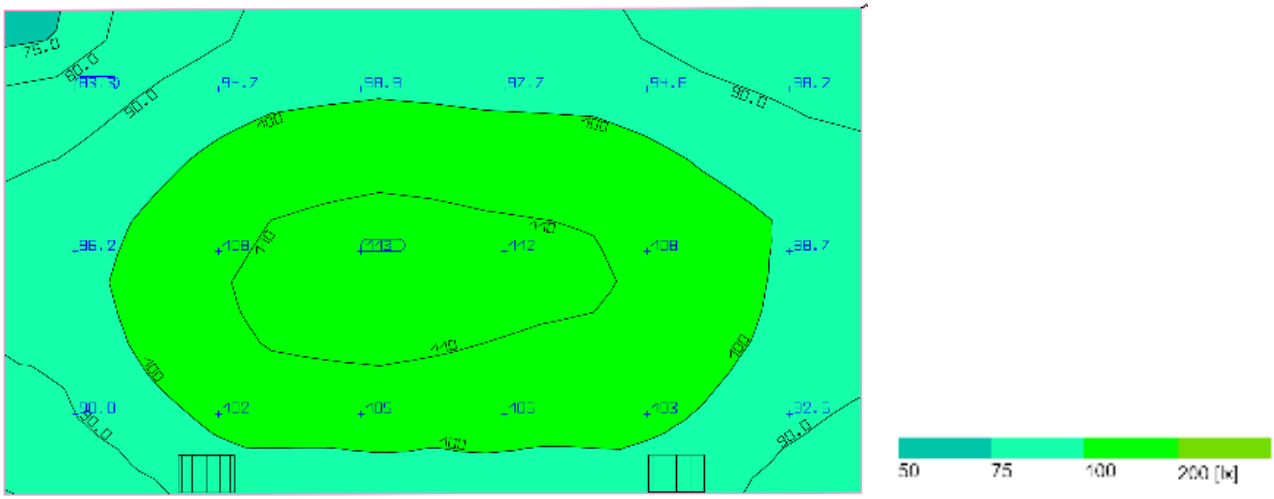
6. CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

Nesta seção, abordamos o cálculo luminotécnico do projeto das instalações da Igreja Matriz de São João Batista, conduzido em conformidade com as normas técnicas vigentes que garantem iluminação eficiente e segura. A NBR ISO/CIE 8995-1 foi a diretriz primária utilizada, assegurando que todo o planejamento de iluminação atenda aos critérios de qualidade e conforto visual estabelecidos.

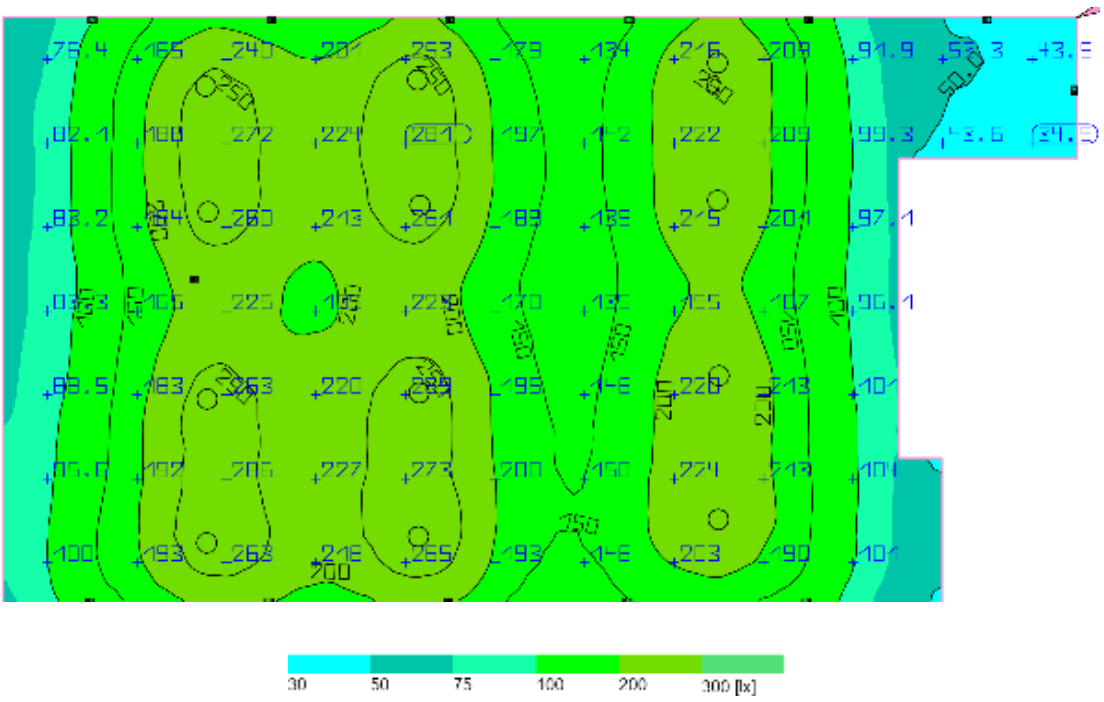
Para realizar os cálculos luminotécnicos com precisão e eficiência, utilizamos o software Dialux Evo 13.0. Este programa de renome internacional permite a simulação detalhada de ambientes, auxiliando na definição das melhores soluções para a distribuição de luz, considerando fatores como uniformidade, intensidade luminosa e economia de energia.

Os cálculos foram realizados de forma meticulosa, levando em conta as especificidades de cada ambiente do projeto. Nosso objetivo foi não apenas cumprir as exigências normativas, mas também proporcionar um ambiente agradável e funcional para todos os usuários da capela. Essa abordagem completa e detalhada garante uma solução luminotécnica que combina eficiência energética e conforto visual.

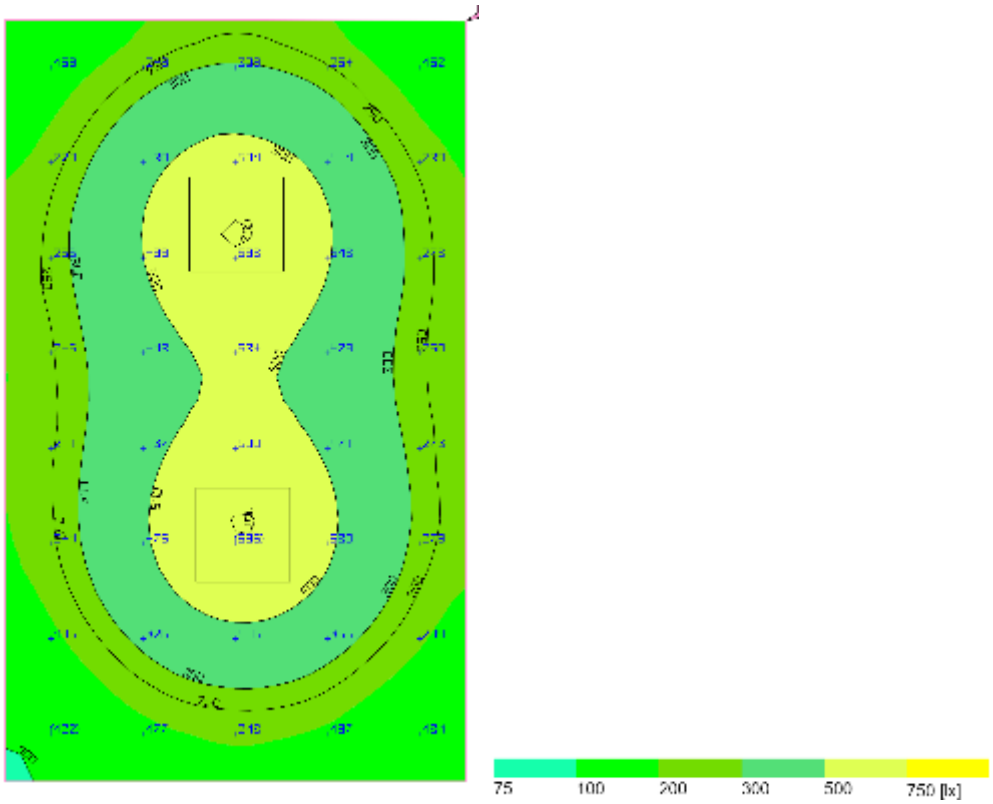
6.1. Depósito


50
75
100
200 [lx]

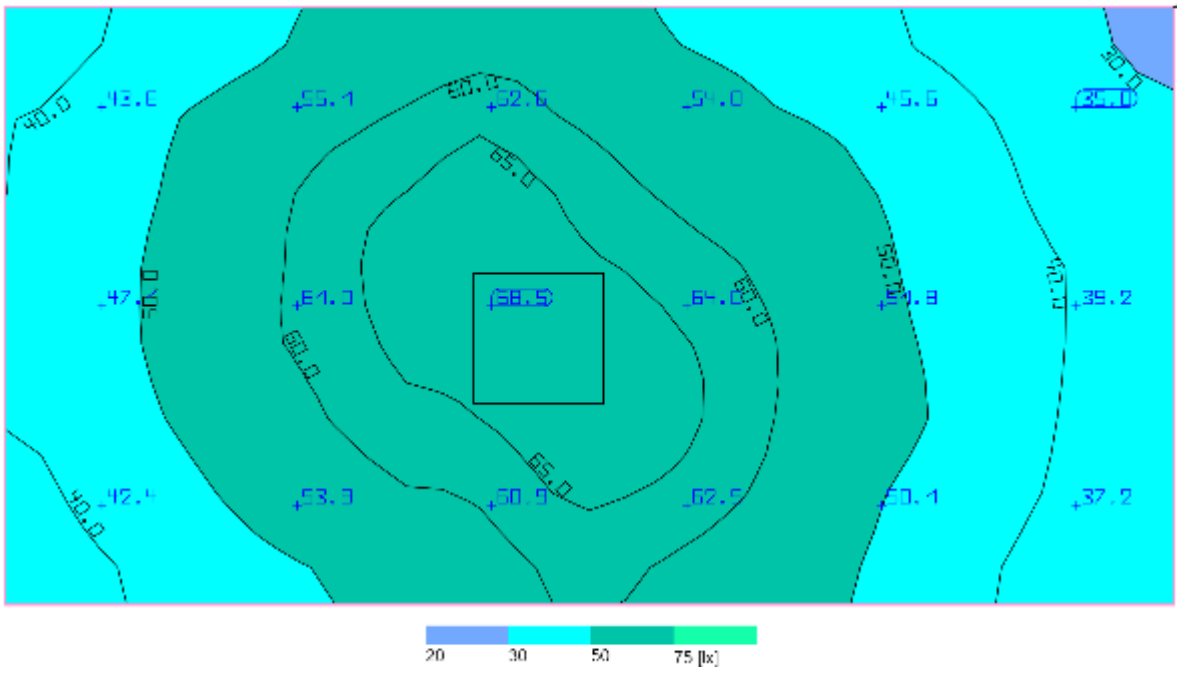
6.2. Nave



6.3. Sacristia



6.4. Sanitário



7. GERENCIAMENTO DE RISCO

7.1. Definições

A corrente oriunda de uma descarga atmosférica é a fonte primária de danos. As seguintes fontes de danos podem ser enumeradas em função do ponto de conexão da descarga atmosférica:

- S1: Descarga incidente na estrutura;
- S2: Descarga incidente próxima à estrutura;
- S3: Descarga incidente nos serviços que adentram a estrutura;
- S4: Descarga incidente próxima aos serviços que adentram a estrutura.

Tais fontes de danos podem influenciar a estrutura de acordo com diversas características, dentre elas: o tipo de construção, o conteúdo das edificações, as medidas de proteção adotadas. A NBR 5419, visando aplicação prática, apresenta 3 diferentes tipos de danos que podem ser gerados por uma descarga atmosférica:

- D1: Lesões a seres vivos;
- D2: Danos físicos (fogo, explosão, destruição mecânica etc.);
- D3: Falhas de dispositivos eletroeletrônicos devido às sobretensões.

Estes danos resultam nas seguintes perdas:

- L1: Perda de vida humana;
- L2: Perda de serviços públicos;
- L3: Perda de patrimônio cultural;
- L4: Perda de valor econômico.

As perdas citadas acima correspondem a um risco de perda anual:

- R1: Risco de perda de vida humana. (Objetivo dessa memória);
- R2: Risco de perda de serviço público. (Não aplicável a este estudo);
- R3: Risco de perda de patrimônio cultural. (Não aplicável a este estudo);
- R4: Risco de perda de valor econômico. (Não aplicável a este estudo).

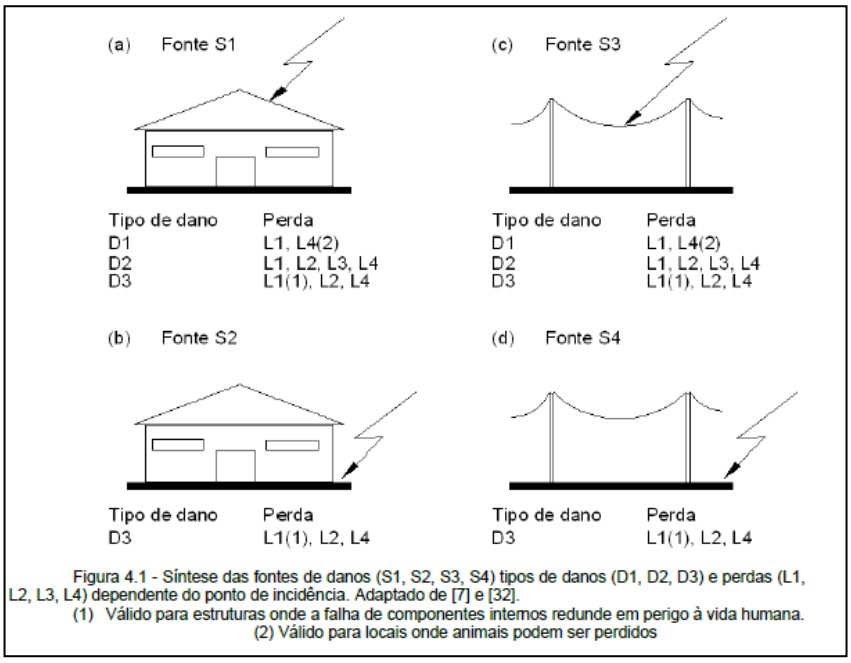


Figura 4.1 - Síntese das fontes de danos (S1, S2, S3, S4) tipos de danos (D1, D2, D3) e perdas (L1, L2, L3, L4) dependente do ponto de incidência. Adaptado de [7] e [32].
(1) Válido para estruturas onde a falha de componentes internos redunde em perigo à vida humana.
(2) Válido para locais onde animais podem ser perdidos

Figura 7.1: Identificação das fontes de danos

7.2. Componentes de risco de uma estrutura atingida por descargas S1

- RA: Componente relacionada a lesões em seres vivos devido a potenciais de toque e de passo em zonas até 3 metros fora da estrutura. Pode gerar perdas do tipo L1. Se existem animais na estrutura também podem causar L4;
- RB: Componente relacionada aos danos físicos causados por centelhamentos perigosos no interior da estrutura, provocando fogo ou explosões. Todos os tipos de perdas (L1, L2, L3 e L4) podem ocorrer;

- RC: Componente relacionada à falha de sistemas internos causados por impulsos eletromagnéticos. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos. Perdas do tipo L1 podem ocorrer caso a falha de equipamentos internos redunde em perigo à vida humana (hospitais locais com atmosfera explosiva etc.).

7.3. Componente de risco de uma estrutura devido às descargas próximas – S2

- RM: Componente relacionada à falha de sistemas internos causados por impulsos eletromagnéticos. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos. Perdas do tipo L1 podem ocorrer caso a falha de equipamentos internos redunde em perigo à vida humana (hospitais, locais com atmosfera explosiva etc.).

7.4. Componentes de risco de uma estrutura devido às descargas em linhas a ela conectada - S3

- RU: Componente relacionada a lesões em seres vivos devido a potencial de toque no interior da estrutura ocasionado pela injeção de corrente na linha entrante na mesma. Pode gerar perdas do tipo L1. Se existem animais na estrutura também podem causar L4;

- RV: Componente relacionada aos danos físicos (fogo ou explosão ocasionados por centelhamento perigoso entre a instalação externa e partes metálicas no ponto de entrada da linha na estrutura) devido à injeção de corrente na linha entrante na estrutura. Todos os tipos de perdas (L1, L2, L3 e L4) podem ocorrer;

- RW: Componente relacionada à falha de sistemas internos causados por sobretensões induzidas nas linhas entrantes na estrutura. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos. Perdas do tipo L1 podem ocorrer caso a

falha de equipamentos internos redunde em perigo à vida humana (hospitais, locais com atmosfera explosiva etc.).

7.5. Componentes de risco de uma estrutura devido às descargas próximas a uma linha a ela conectada – S4

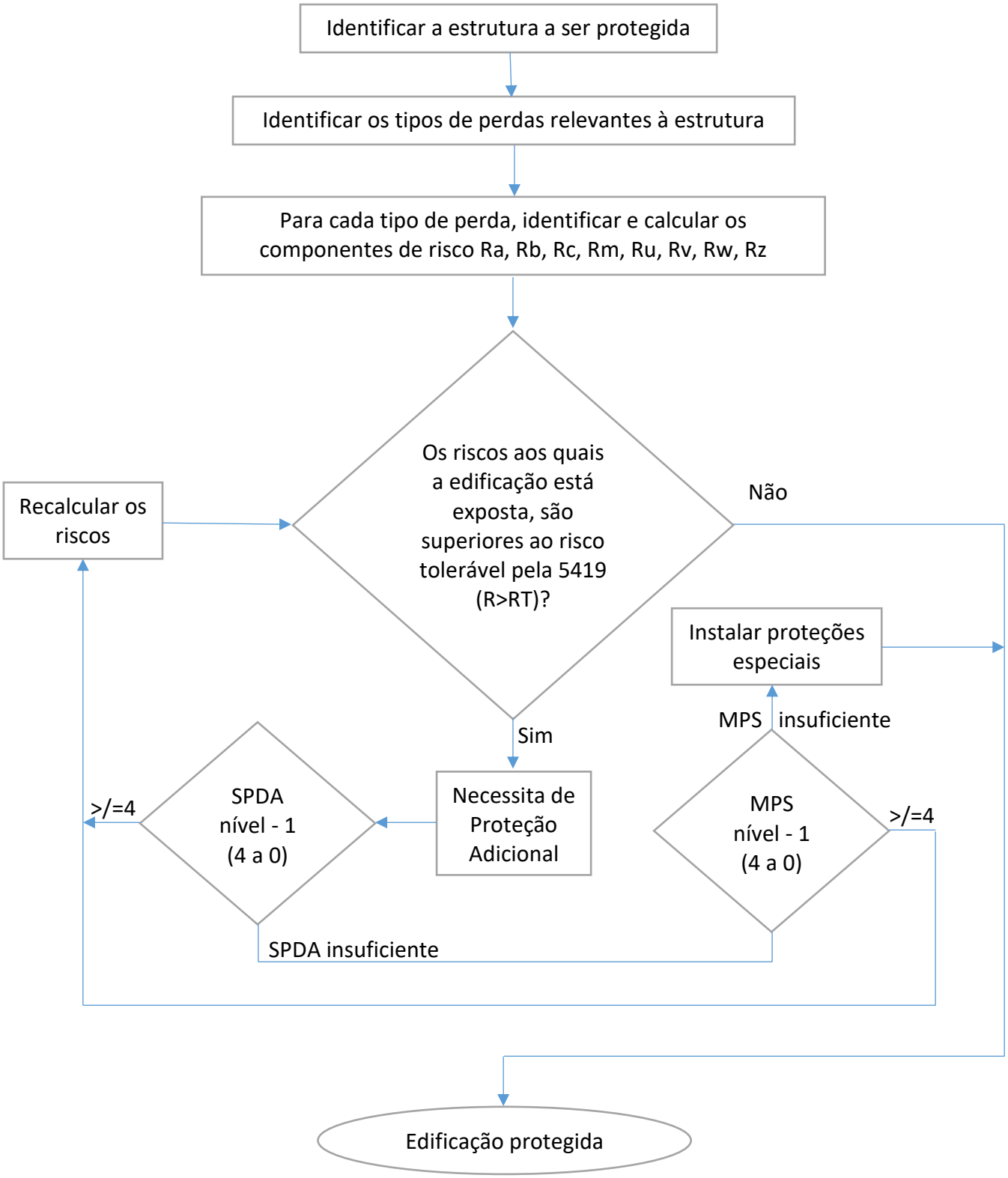
- RZ: Componente relacionada à falha de sistemas internos causados por sobretensões induzidas nas linhas entrantes na estrutura. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos. Perdas do tipo L1 podem ocorrer caso a falha de equipamentos internos redunde em perigo à vida humana (hospitais; locais com atmosfera explosiva. etc.).

Como este trabalho foca no risco de perda de vida humana, será analisado o risco R1, composto por:

$$\sum(\boldsymbol{Ra, Rb, Ru, Rv})$$

A ABNT 5419-2, define que o risco anual de perda de vida humana deve ser no máximo $\mathbf{10^{-5}}$, ou seja, 1:100.000 /ano.

Caso o volume a ser protegido apresente risco superior ao tolerável, medidas adicionais devem ser tomadas, de acordo com as recomendações normativas da NBR 5419, até que o risco de exposição de vida humana esteja dentro dos limites aceitáveis. Dessa forma, o seguinte fluxograma de análise e tomada de decisão deve ser seguido:


Identificar a estrutura a ser protegida
Identificar os tipos de perdas relevantes à estrutura
Para cada tipo de perda, identificar e calcular os componentes de risco Ra, Rb, Rc, Rm, Ru, Rv, Rw, Rz
Os riscos aos quais a edificação está exposta, são superiores ao risco tolerável pela 5419 (R>RT)?
Não
Sim
Recalcular os riscos
Instalar proteções especiais
MPS insuficiente
MPS nível - 1 (4 a 0)
>/=4
Necessita de Proteção Adicional
SPDA nível - 1 (4 a 0)
>/=4
SPDA insuficiente
Edificação protegida

7.6. Premissas de cálculo

Os valores indicados na tabela a seguir representam um resumo da região a ser considerada, incluindo: a própria estrutura, as instalações na estrutura, o conteúdo da estrutura, as pessoas na estrutura ou nas zonas até 3 metros para fora da estrutura e o meio ambiente afetado por danos na estrutura.

CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ESTRUTURA E DO MEIO AMBIENTE

	Largura	Altura	Comprimento			
DIMENSÕES DA ESTRUTURA [m]	11,09	11	19,7	QND. TOTAL DE PESSOAS	n_t	50
FATOR DE LOCALIZAÇÃO DA ESTRUTURA	Cercado por objetos na mesma altura ou mais baixos				C_D	0,5
SPDA	Estrutura protegida por SPDA - Nível IV				P_B	0,2
LIGAÇÃO EQUIPOTENCIAL	Sem DPS				P_{EB}	1
BLINDAGEM ESPACIAL EXTERNA	Nenhuma				K_{S1}	1
DENSIDADE DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS PARA TERRA			N_G 1,2	[1/km²/ano]	http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng/	

A próxima tabela indica as características das linhas de energia e sinal da estrutura a ser avaliada.

LINHAS DE ENERGIA

	L_L		U_W	
COMPRIMENTO [m]	1000	**Tensão suportavel dos sistemas internos (kV)**	2,5	
			C_I	P_{LD} (Prob. De descargas na lilha)
FATOR DE INSTALAÇÃO	Enterrado		0,5	1,00
			C_T	P_{LI} (Prob. de descargas próximas da linha)
FATOR TIPO DE LINHA	Linha de energia BT		1	0,30
			C_E	K_{S4} (Fator de tensão surpotável de impulso)
FATOR AMBIENTAL	Urbano		0,1	0,40
	Condição		R_S	
BLINDAGEM DA LINHA	Não interligada ao barramento			

	Condição	C_{LD}	C_{LI}	
BLINDAGEM, ATERRAMENTO E ISOLAÇÃO	Linha enterrada não blindada	1	1	**Indefinida**

	Tipo	**Largura**	**Altura**	**Comprimento**
ESTRUTURA ADJACENTE		0	0	0

	Condição	C_{DJ}
FATOR DE LOCALIZAÇÃO DA ESTRUTURA ADJACENTE	Cercado por objetos na mesma altura ou mais baixos	0,5

LINHAS DE SINAL

	L_L		U_W	
COMPRIMENTO [m]	1000	**Tensão suportavel dos sistemas internos [kV]**	1,5	
			C_I	P_{LD} (Prob. de descargas na lilha)
FATOR DE INSTALAÇÃO	Enterrado		0,5	1,00
			C_T	P_{LI} (Prob. de descargas próximas da linha)
FATOR TIPO DE LINHA	Linha de energia ou sinal		1	0,50
			C_E	K_{S4} (Fator de tensão surpotável de impulso)
FATOR AMBIENTAL	Urbano		0,1	0,67
	Condição		R_S	
BLINDAGEM DA LINHA	Não interligada ao barramento		-	

	Condição	C_{LD}	C_{LI}	
BLINDAGEM, ATERRAMENTO E ISOLAÇÃO	Linha enterrada não blindada	1	1	**Indefinida**

	Tipo	**Largura**	**Altura**	**Comprimento**
ESTRUTURA ADJACENTE		0	0	0

	Condição	C_{DJ}
FATOR DE LOCALIZAÇÃO DA ESTRUTURA ADJACENTE	Cercado por objetos na mesma altura ou mais baixos	0,5

7.7. Definições de zonas da edificação

TIPO DE REGISTRO →	PRELIMINAR	**AMBIENTE →**	IGREJA MATRIZ DE SÃO JOÃO BATISTA	**LOCALIZAÇÃO**	Interna
PARÂMETROS DE ENTRADA		**CONDIÇÃO**		**SÍMBOLO**	**VALORES**
QUANTIDADE DE PESSOAS		-		n_z	50
TIPO DE PISO		Mármore; Cerâmica		r_t	0,001
PROTEÇÃO CONTRA CHOQUE (ESTRUTURA)		Nenhuma medida de proteção		P_{TA}	1
PROTEÇÃO CONTRA CHOQUE (LINHA)		Nenhuma medida de proteção		P_{TU}	1
RISCO DE INCÊNDIO		Incêndio - Normal		r_f	0,01
PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO		Extintores		r_p	0,5
BLINDAGEM ESPACIAL INTERNA		-		K_{S2}	1
ENERGIA	FIAÇÃO INTERNA	Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços		K_{S3}	1
	DPS Coordenados	Nenhum sistema de DPS coordenado		P_{SPD}	1
SINAL	FIAÇÃO INTERNA	Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços		K_{S3}	1
	DPS Coordenados	Nenhum sistema de DPS coordenado		P_{SPD}	1
L1 - PERDA DE VIDA HUMANA		Baixo nível de pânico		h_z	2
		Todos os tipos		L_T	0,01
		Entretenimento publico, igreja, museu		L_F	0,05
		-		L_O	0
- PERDA INACEITÁVEL DE SERVIÇO AO PÚBLI		-		L_F	0
		-		L_O	0
L3 - PERDA DE PATRIMÔNIO CULTURAL		VALOR DO PATRIMÔNIO CULTURAL		c_z	1
		VALOR TOTAL DA EDIFICAÇÃO E CONTEÚDO		c_t	1
		Museus e Galerias		L_F	0,1
L4 - PERDA ECONÔMICA		RELAÇÃO DE VALORES		c_a/c_t	1
		RELAÇÃO DE VALORES		(Ca+Cb+Cc+Cs)/Ct	4
		RELAÇÃO DE VALORES		c_s/c_t	1
		-		L_T	0
		-		L_F	0
		-		L_O	0
FATOR PARA PESSOAS NA ZONA		(nz/nt) x (tz/8760)		-	1,0000

7.8. Cálculo das quantidades relevantes

ÁREAS DE EXPOSIÇÃO EQUIVALENTES DA ESTRUTURA E DAS LINHAS		
	SÍMBOLO	**RESULTADO [m²]**
ESTRUTURA	A_D	5,67E+03
	A_M	8,16E+05
LINHA DE ENERGIA	$A_{L/P}$	4,00E+04
	$A_{I/P}$	4,00E+06
	$A_{DA/P}$	0,00E+00
LINHA DE SIAL	$A_{L/T}$	4,00E+04
	$A_{I/T}$	4,00E+06
	$A_{DA/T}$	0,00E+00

NÚMERO ANUAL DE EVENTOS PERIGOSOS ESPERADOS		
	SÍMBOLO	**RESULTADO [1/ano]**
ESTRUTURA	N_D	3,32E-03
	N_M	9,55E-01
LINHA DE ENERGIA	$N_{L/P}$	2,34E-03
	$N_{I/P}$	2,34E-01
	$N_{DA/P}$	0,00E+00
LINHA DE SINAL	$N_{L/T}$	2,34E-03
	$N_{I/T}$	2,34E-01
	$N_{DA/T}$	0,00E+00

7.9. Resultados

Devido a finalidade do empreendimento os riscos pertinentes avaliados serão o R1 e o R3, sendo que os demais não se aplicam a este tipo de atividade. Na tabela abaixo é indicado o valor encontrado para a edificação.

RISCO R1 - PERDA DE VIDA HUMANA											
TIPOS DE DANOS			D1		D2		D3				TOTAL - RT
ZONA	NOME	LOCALIZAÇÃO	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	
1	IGREJA MATRIZ DE SÃO JOÃO BATISTA	Interna	6,64E-09	4,68E-08	1,66E-07	2,34E-06					2,56E-06
ESTRUTURA			6,64E-09	4,68E-08	1,66E-07	2,34E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,56E-06

SISTEMA PROTEGIDO

RISCO R3 - PERDA DE PATRIMÔNIO CULTURAL											
TIPOS DE DANOS			D1		D2		D3				TOTAL - RT
ZONA	NOME	LOCALIZAÇÃO	RA	RU	RB	RV	RC	RM	RW	RZ	
1	IGREJA MATRIZ DE SÃO JOÃO BATISTA	Interna			3,32E-07	2,34E-06					2,67E-06
ESTRUTURA			0,00E+00	0,00E+00	3,32E-07	2,34E-06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,67E-06

SISTEMA PROTEGIDO