

PROPRIETÁRIO:

Prefeitura Municipal de Joinville

OBRA:

Palácio das Orquídeas

ENDEREÇO:

Rodovia Vereador Arno Krelling – SC 418, 251, Dona Francisca |
Joinville | SC

MEMORIAL DESCRITIVO INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

EQUIPE TÉCNICA:

✓ Eng. July Anne Onghero Freitas

SUMÁRIO

1.	DISPOSIÇÕES GERAIS.....	2
1.1	RESPONSABILIDADE E RESPEITO AO PROJETO.....	2
2.	NORMAS E LEGISLAÇÃO.....	3
3.	REQUISITOS MÍNIMOS.....	3
4.	DEFINIÇÕES.....	4
5.	PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	4
5.1.	CRITÉRIOS DE PROJETO.....	4
5.2.	ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS.....	6
5.3.	ETAPAS FUTURAS.....	7
5.4.	CONSIDERAÇÕES E ESPECIFICAÇÕES GERAIS.....	8
5.4.1.	CONDUTOS ELÉTRICOS.....	8
5.4.2.	ALIMENTADORES.....	9
5.4.3.	CAIXAS DE PASSAGEM.....	11
5.4.4.	INSTALAÇÃO ELÉTRICA EM BAIXA TENSÃO.....	12
5.4.5.	QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO.....	13
5.4.6.	DISPOSITIVOS DE MANOBRA, PROTEÇÃO E SEGURANÇA.....	13
5.4.7.	CABOS DE BAIXA TENSÃO.....	13
5.4.8.	ILUMINAÇÃO.....	15
5.4.9.	SISTEMA DE ATERRAMENTO.....	15
5.4.10.	PROTEÇÃO PASSIVA.....	16
5.4.11.	PROTEÇÃO ATIVA.....	17
5.4.12.	MEDIDAS DE SEGURANÇA NAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS CONFORME NR-10.....	18
5.5.	EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....	20
5.5.1.	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	20
6.	REGRAS DE EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES.....	23
7.	SISTEMAS DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA).....	25
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59

1. DISPOSIÇÕES GERAIS

1.1 RESPONSABILIDADE E RESPEITO AO PROJETO

Os memoriais têm por objetivo estabelecer os requisitos, condições técnicas e administrativas que irão reger o desenvolvimento das obras contratadas pela **Prefeitura Municipal de Joinville**. Os memoriais serão parte integrante do documento contratual.

As imagens inseridas, para melhor compreensão de alguns sistemas, são apenas ilustrativas.

A contratada deverá obrigatoriamente manter na obra cópias de todos os projetos, bem como os memoriais descritivos.

Os serviços serão executados em total e restrita observância das indicações constantes dos projetos fornecidos pela CONTRATANTE e referidos em memorial. Para solucionar divergências entre documentos contratuais, fica estabelecido que:

- a) em caso de divergência entre o Memorial Descritivo e os desenhos do Projeto Arquitetônico, prevalecerá sempre o primeiro;
- b) em caso de divergência entre o Memorial Descritivo e os desenhos dos projetos especializados (Estrutural e Instalações), prevalecerão sempre estes últimos;
- c) em caso de divergência entre as cotas dos desenhos e suas dimensões, medidas em escala, prevalecerão sempre as primeiras;
- d) em caso de divergência entre os desenhos de escalas diferentes, prevalecerão sempre os de maior escala;
- e) em caso de divergência entre desenhos de datas diferentes, prevalecerão sempre os mais recentes;
- f) em caso de divergência entre o quadro-resumo de esquadrias e as localizações destas nos desenhos, prevalecerão sempre essas últimas;
- g) todos os detalhes de serviços constantes dos desenhos e não mencionados nas especificações assim como todos os detalhes de serviços mencionados nas especificações que não constarem dos desenhos, será interpretado como fazendo parte do projeto. Em casos de divergências entre detalhes e estas especificações, prevalecerão sempre os primeiros.
- h) em caso de dúvida quanto à interpretação dos desenhos, das normas ou das especificações, orçamentos ou procedimentos contidos no Memorial Descritivo, será consultada a CONTRATANTE.

Caso seja detectado qualquer problema de compatibilização de projetos, a CONTRATADA da obra providenciará a modificação necessária em um ou mais projetos - submetendo a solução encontrada ao exame e autenticação da **Prefeitura Municipal de Joinville**, última palavra a respeito do assunto, sem qualquer ônus para a CONTRATANTE. Cabe à CONTRATADA elaborar, de acordo com as necessidades da obra, desenhos complementares, os quais serão previamente examinados e autenticados, se for o caso, pela CONTRATANTE. Durante a construção, poderá a CONTRATANTE apresentar desenhos complementares, os quais serão, também, devidamente autenticados pela CONTRATADA.

2. NORMAS E LEGISLAÇÃO

O projeto foi elaborado considerando as seguintes referências normativas:

Norma	Título
NBR 5410	Instalações Elétricas de Baixa tensão
NBR 5413	Iluminância de Interiores
NBR-IEC 60439-1	Conjuntos de Manobra e Controle de Baixa Tensão
NBR-6146	Invólucros de equipamentos elétricos
NBR-IEC 60529	Graus de Proteção
NBR-IEC 60947.2	Disjuntores Baixa Tensão
NR10	Segurança em instalações e serviços em eletricidade
N-321.0002	Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição até 25 kV
I-321.0038	Sistema PEP – Projeto Elétrico de Particulares
<i>Ainda que não citadas, devem-se considerar quaisquer normas vigentes quanto ao tema, bem como outras necessárias à plena aplicação das demais.</i>	

3. REQUISITOS MÍNIMOS

Os materiais especificados para as instalações descritas, além das normas citadas, obedecerão ao disposto nos códigos de posturas municipais, estaduais e federais de cada localidade quando aplicáveis.

Só serão aceitos materiais e equipamentos que estampem a identificação do fabricante, bem como modelo, tipo, classe, etc., perfeitamente identificáveis.

Os equipamentos fornecidos deverão possuir capacidade e potência conforme o especificado nos documentos de projeto, quando operando nas condições previstas nos projetos específicos

4. DEFINIÇÕES

- CONTRATANTE – **Prefeitura Municipal de Joinville**
- PROJETISTA – **Magnus Engenharia**
- CONTRATADA – Empresa contratada para execução da obra em questão
- FISCALIZAÇÃO – Empresa contratada ou equipe técnica responsável pela fiscalização da execução dos serviços contratados.

A partir do presente momento as definições acima descritas, estão estabelecidas no contexto deste memorial, descrevendo as respectivas responsabilidades. O projeto anexo a esse memorial apresenta somente os pontos de iluminação externa e pontos de iluminação das demais edificações, para aprovação da equipe técnica, podendo haver modificações na demais etapas de projeto.

5. PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

5.1. CRITÉRIOS DE PROJETO

As recomendações aqui apresentadas visam orientar a etapa de executivo do Projeto Elétrico no sentido de estabelecer uma instalação funcional e segura. Não implicam, todavia, em qualquer responsabilidade dos projetistas com relação à qualidade da instalação executada por terceiros em discordância com as normas aplicáveis.

A NBR 5410 contém prescrições relativas ao projeto, à execução, à verificação final e à manutenção das instalações elétricas a que se aplica. Observe-se que a garantia de segurança de pessoas e animais domésticos, bem como a conservação dos bens, pressupõem o uso das instalações nas condições previstas por ocasião do projeto.

As prescrições fundamentais constituem a base desta Norma e todas as demais têm por objetivo dar à instalação condições de atendê-las plenamente. Destaca-se o cumprimento das exigências da NR-10, relativa às condições mínimas de segurança em instalações elétricas e serviços em eletricidade, sendo que em todas as fases do projeto foi critério de escolha o atendimento de soluções que viessem a mitigar os riscos de acidentes, graves ou não.

O princípio básico deste projeto baseia-se nas normativas supracitadas, escolhendo-se materiais e equipamentos conforme as influências externas, proteção contra choques elétricos, proteção contra efeitos térmicos, proteção contra sobretensões, visando também o seccionamento e comando, independência da instalação elétrica, acessibilidade aos componentes, condições de alimentação e condições de instalação.

A determinação da potência de alimentação, seja em termos de potência ativa, seja sob a forma de potência aparente, foi a etapa básica na concepção desta instalação elétrica.

Os quadros de distribuição, geral ou parcial, alimentam cargas que podem ser consideradas, independentemente dos circuitos que as alimentam. Estão sob a forma de conjuntos de cargas (por exemplo, iluminação, tomadas de uso geral, equipamentos de ar-condicionado, máquinas operatrizes etc.) e de cargas isoladas (equipamentos de utilização individuais que não podem ser considerados como fazendo parte de um conjunto, por sua potência elevada, por suas características de funcionamento etc.).

O cálculo da potência de alimentação levou em conta as possibilidades de não simultaneidade no funcionamento das cargas de um dado conjunto de cargas, o que é feito através da adoção de um fator de demanda e um fator de diversidade adequado a este tipo de instalação.

A determinação dos fatores de demanda exigiu o conhecimento detalhado da instalação considerada, bem como experiência quanto às condições de funcionamento e de utilização dos equipamentos e dados estatísticos de livros técnicos e de outras instalações elétricas de utilização semelhante.

Quanto à iluminação, a carga foi determinada a partir de métodos luminotécnicos, tomando como base as iluminâncias por escritas na NBR 5413 e adotando as recomendações do cliente sobre qual iluminância utilizar em cada setor.

O dimensionamento dos circuitos implica na determinação da seção nominal dos condutores e na escolha do dispositivo que os protegerá contra sobrecorrentes e curto-circuito. Foram utilizados os seguintes critérios:

- Capacidade de condução de corrente;
- Queda de tensão;
- Coordenação com a proteção contra correntes de sobrecarga;
- Coordenação com a proteção contra correntes de curto-circuito;
- Proteção contra contatos indiretos nos esquemas TN-S;
- Proteção contra contatos diretos.

A seção adotada foi, em princípio, a menor das seções nominais que atenda a todos os critérios, a chamada “seção técnica”. A consideração, em determinadas circunstâncias, de um “critério econômico” baseado no custo das perdas Joule ao longo da vida útil do condutor, pode levar à adoção de uma seção maior (“seção econômica”).

A ampliação do setor administrativo da unidade de desenvolvimento rural (UDR), devidamente identificada em projeto com a demarcação 0750.ELE.EX-008.UDR.R03, caracteriza-se por um objeto que será executado futuramente, em licitação posterior. Somente a iluminação exterior da UDR será executada, porém deverá ser alimentada pelo quadro existente na edificação, tendo em vista uma ampliação no quadro de distribuição para acomodar a alimentação do circuito conforme diagrama unifilar apresentado na prancha 0750.ELE.EX-011.DiagramaUnifilar.R03.

5.2. ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS

Os serviços deverão ser executados de acordo com as indicações dos desenhos e deste memorial. Qualquer alteração no projeto deverá manter o conjunto da instalação dentro do estipulado pelas Normas Técnicas e necessita ser justificada pela Construtora.

Todas as alterações executadas serão anotadas detalhadamente durante a obra para facilitar a apresentação do cadastro completo do recebimento da instalação.

São permitidas alterações no traçado de linhas quando forem necessárias devido a modificações na alvenaria ou na estrutura da obra, desde que não interfiram sensivelmente nos cálculos já elaborados.

Após o término da instalação, deverão ser refeitos os desenhos, incluindo todas as alterações introduzidas (projeto cadastral ou as-built), de maneira que sirvam de cadastro para operação e manutenção da instalação.

Caberá a CONTRATADA, a execução dos serviços conforme especificação dos memoriais descritivos, projetos e caderno de encargos.

Todos os serviços deverão ser executados em conjunto com as especificações das equipes técnicas da **Prefeitura Municipal de Joinville**, informações contidas no memorial descritivo e projeto executivo da referida obra.

Para a perfeita execução dos serviços, a CONTRATADA, deverá observar as NORMAS TÉCNICAS vigentes, especificações contidas neste Memorial Descritivo, bem como; observar as orientações de instalação contidas nos manuais de especificação dos equipamentos e acessórios, fornecidos pelos fabricantes.

5.3. ETAPAS FUTURAS

O complexo do Palácio das Orquídeas será implantado anexo à Escola Agrícola Municipal Carlos Heins Funke - SED e à Unidade de Desenvolvimento Rural - SDE. Alguns dos projetos que estarão em etapas futuras, já foram elaborados com o objetivo de prever suas interferências, como por exemplo, a ampliação do galpão da UDR com projetos executivos de todas as suas instalações. Nesta primeira etapa, será executada somente a Máscara da fachada do galpão, em estrutura metálica composta de perfis e grade onde serão plantadas espécies de trepadeiras e sua iluminação cênica, conforme especificado em projeto. A ampliação interna do galpão, bem como seus acessos, será executada em etapa futura.

Além da presente, estão previstas as seguintes etapas futuras:

- Entrada, acessos e estacionamento;
- Entrada de Energia, com cabine de medições, aprovações e documentação; e
- Reforma interna do galpão da UDR, contemplando acesso externo por rampa e ampliação do segundo pavimento.

5.4. CONSIDERAÇÕES E ESPECIFICAÇÕES GERAIS

5.4.1. CONDUTOS ELÉTRICOS

As linhas elétricas (condutos) deverão ser, em sua grande maioria, embutidos na alvenaria, embutidas no contra piso e sobre o forro, sendo autorizado a instalação aparente em algumas situações específicas conforme indicado no projeto.

Os condutos embutidos em alvenaria deverão ser de PVC flexível corrugado e quando embutidos em contra pisos e em aplicações subterrâneos deverão ser de PVC rosca, cor preta, antichamas, em conformidade com norma NBR 15465. Modelo roscável com rosca padrão ISO-7 (BSP). Em ambas as aplicações o conduto deve suportar os esforços de deformação característicos do tipo de construção utilizado.

A instalação dos condutos aparentes deverá ser feita por meio de abraçadeiras, luvas (eletrodutos). A tubulação será instalada de modo a não formar cotovelos, apresentando, outrossim, uma ligeira e contínua declividade para as caixas.

Os eletrodutos rígidos só devem ser cortados perpendicularmente ao seu eixo, retirando-se cuidadosamente todas rebarbas susceptíveis de danificarem a isolamento dos condutores.

Os eletrodutos rígidos serão emendados, quer por meio de luvas atarraxadas em ambas as extremidades a serem ligadas, as quais serão introduzidas na luva até se tocarem para assegurarem continuidade da superfície interna da canalização, quer por qualquer outro processo que também garanta: perfeita continuidade elétrica; resistência mecânica equivalente à da tubulação; vedação equivalente à da luva; continuidade e regularidade da superfície interna.

Os condutos elétricos subterrâneos, aplicado nas calçadas, áreas externas e locais de fluxo de pessoas, deverão ser diretamente enterrados no solo à uma profundidade mínima de 30 cm (trinta centímetros), devidamente sinalizados com fita de sinalização indicativa de "condutor de energia elétrica" instalada à 15 (quinze) centímetros acima do duto, em toda a sua extensão.

Já os condutos elétricos subterrâneos, aplicado nas vias de acesso e locais de fluxo de veículos, deverão ser protegidos por envelope de concreto e enterrados a uma profundidade mínima de 60 (sessenta centímetros), devidamente sinalizado com fita de sinalização indicativa de "condutor de energia elétrica", à 30 (trinta) centímetros acima do duto, em toda a sua extensão.

Em cada trecho de tubulação, entre duas caixas, entre extremidades, ou entre extremidade e caixa, podem ser previstas no máximo três curvas de 90º ou seu equivalente até no máximo 270º. Não devem ser previstas curvas com deflexão superior a 90º. As curvas feitas diretamente nos eletrodutos não devem reduzir efetivamente seu diâmetro interno.

5.4.2. ALIMENTADORES

Deve atentar-se ao dimensionamento dos alimentadores calculados pela potência instalada e demanda, levando em consideração a queda de tensão pela distância da alimentação de energia.

Para o caso específico do prédio existente da UDR, deve atentar-se a modificação necessário das instalações elétricas existentes, onde o quadro principal existente deve ter seu disjuntor geral modificado, sendo o novo disjuntor de 125A, e seu ramal de entrada deve ser conforme apresentado em projeto.

CALCULOS DE QUEDA DE TENSÃO

A queda de tensão elétrica é uma anomalia causada pelas distâncias percorridas pela corrente elétrica em um circuito, quanto maior for o comprimento do condutor maior será a queda de tensão, isso devido ao aumento de resistência elétrica devido a quantidade maior de material utilizado para fazer maiores condutores. A queda de tensão deve atender as normativas da NBR 5410, onde o somatório da queda de tensão no ponto mais distante não pode ultrapassar 7%, deve ser adotado pela distancias dos ramais alimentadores uma queda de tensão de 3% para alimentadores e adotou-se uma queda de tensão de 4% para circuitos terminas.

BANHEIRO – 180 metros (32A – 38kVA)

Resistência em Ohms

$$R = \frac{\rho \times l}{s}$$

$$R = \frac{0,0172 \times 180}{35} = 0,08845 \, \Omega$$

Queda de tensão em V

$$\Delta E = 2 R \times I \times \cos \theta$$

$$\Delta E = 0,08845 \times 2 \times 32 \times 0,92$$

$$\Delta E = 5,20 \, V$$

Queda de tensão em %

$$\Delta E = 100 \times \frac{\Delta E}{E}$$

$$\Delta E = 100 \times \frac{5,20 \, V}{380}$$

$$\Delta E = 1,37 \, \%$$

Para queda de tensão acumulada para edificação do BANHEIRO, é a queda de tensão da ADM e mais a soma da queda de tensão da edificação BANHEIRO

$$\Delta E = 1,37 + 1,64 = 3,01 \, \%$$

Para a alimentação da edificação BANHEIRO, que tem o seu ramal derivado da edificação ADM, deve-se usar um cabo de cobre com isolamento EPR 90º - 0,6/1kV de 35mm², tendo a queda de tensão abaixo dos 3%.

CLIMATIZAÇÃO – 180 metros (200A – 120kVA)

Resistência em Ohms

$$R = \frac{\rho \times l}{s}$$

$$R = \frac{0,0172 \times 180}{95} = 0,03258 \, \Omega$$

Para o atendimento da climatização teremos que utilizar 2 circuitos de alimentação para atender o requisito de queda de tensão, a capacidade de corrente é de 200A, e teremos que dividir essa corrente em 2 circuitos, sendo 100A de corrente para cada circuito

Queda de tensão em V

$$\Delta E = 2 R \times I \times \cos \theta$$

$$\Delta E = 0,03258 \times 2 \times 100 \times 0,92$$

$$\Delta E = 5,80 \text{ V}$$

Queda de tensão em %

$$\Delta E = 100 \times \frac{\Delta E}{E}$$

$$\Delta E = 100 \times \frac{5,80 \text{ V}}{380}$$

$$\Delta E = 1,52 \%$$

Para queda de tensão acumulada para a CLIMATIZAÇÃO, é a queda de tensão da ADM e mais a soma da queda de tensão da CLIMATIZAÇÃO

$$\Delta E = 1,52 + 1,64 = 3,16 \%$$

Para a alimentação da CLIMATIZAÇÃO, que tem o seu ramal derivado da edificação ADM, deve-se usar um cabo de cobre com isolamento EPR 90º - 0,6/1kV sendo 2 circuitos de alimentação de 95mm², tendo a queda de tensão abaixo dos 3%.

5.4.3. CAIXAS DE PASSAGEM

Devem ser empregadas caixas de derivação:

- Em todos os pontos de entrada ou saída dos condutores da tubulação, exceto nos pontos de transição ou passagem de linhas abertas para linhas em eletrodutos, os quais, nestes casos, devem ser rematados com buchas;
- Em todos os pontos de emenda ou derivação de condutores;

- Para dividir a tubulação em trechos não maiores do que 15m internamente e 30m externamente;

As caixas devem ser colocadas em lugares facilmente acessíveis e ser providas de tampas. As caixas que contiverem interruptores, tomadas de corrente e congêneres devem ser fechadas pelos espelhos que completam a instalação desses dispositivos.

As caixas de saída para alimentação de equipamentos podem ser fechadas pelas placas destinadas a fixação desses equipamentos.

As caixas embutidas nas lajes serão firmemente fixadas nos moldes e deverão estar centradas ou alinhadas nos respectivos cômodos.

Só poderão ser abertos os olhais destinados a receber ligações de eletrodutos.

As caixas embutidas nas paredes deverão facear o paramento da alvenaria – de modo a não resultar excessiva profundidade depois de concluído o revestimento – e serão niveladas e aprumadas.

As alturas das caixas em relação ao piso acabado serão as seguintes (tomadas do bordo inferior da caixa):

- Interruptores e tomadas médias (uso geral e específico): 1,20 m
- Tomadas baixas (uso geral e específico): 0,30 m
- Tomadas altas (uso geral e específico): 2,10 m
- Tomadas de piso (uso geral): na laje ou contrapiso

Pontos médios em ambientes para PNE, conforme NBR 9050, deverão ser posicionados a 1,00 do piso acabado.

As caixas de interruptores, quando próximas de alisares, serão localizadas a, sempre que possível, no mínimo, 10 cm desses alisares.

5.4.4. INSTALAÇÃO ELÉTRICA EM BAIXA TENSÃO

A distribuição de energia elétrica em baixa tensão será feita no nível de tensão de (380/220V), na saída do alimentador, a quatro fios, na configuração estrela, com neutro e terra

aterrados em um único ponto, sendo que no interior da instalação o neutro e terra deverão estar separados, conforme esquema (TN-S/NBR 5410).

É importante frisar a importância da identificação dos pontos através de etiquetas autocolantes e a utilização da cor vermelha para rede 127V e instalação de placas de identificação nas portas de cada quadro com os dizeres de acesso restrito, risco de choque elétrico e nível de tensão.

5.4.5. QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO

Os quadros de distribuição deverão ser projetados, fabricados e testados de acordo com as normativas vigentes para suportar a tensão e corrente nominal e capacidade de curto-circuito e devem dispor de espaço interno suficiente para facilitar a acomodação da fiação interna e suas conexões, e, para possibilitar futuras ampliações e fácil acesso e remoção dos equipamentos montados.

Todos os dispositivos deverão ter plaquetas de identificação gravadas em lâminas de material sintético, na cor preta, com inscrições brancas e fixadas à chapa por parafusos ou arrebites.

O cabeamento interno de medição e sinalização deverá ser convenientemente acondicionado em canaletas plásticas e executado com condutores flexíveis de seção adequada a cada caso, porém nunca inferior a #1,5mm².

5.4.6. DISPOSITIVOS DE MANOBRA, PROTEÇÃO E SEGURANÇA

Entende-se por dispositivos de manobra e proteção os interruptores, os fusíveis, as chaves manuais, os disjuntores termomagnéticos, os interruptores a corrente diferencial-residual (DR's) e semelhantes.

Os dispositivos devem ser instalados nos quadros de distribuição e fixados em trilho DIN 35 mm. A instalação, posicionamento e características técnicas dos dispositivos satisfarão as Normas da ABNT atinentes ao assunto e serão definidas nos diagramas do projeto.

Os dispositivos de seccionamento e proteção deverão ter indicação de posição de estado e a segurança na manobra dos disjuntores deverá ser proporcionada por dispositivo que impeça a inserção sob carga dos mesmos.

5.4.7. CABOS DE BAIXA TENSÃO

Os condutores serão instalados de forma que os isente de esforços mecânicos incompatíveis com sua resistência ou com a do isolamento ou a do revestimento. Nas deflexões os condutores serão curvados segundo raios iguais ou maiores do que os mínimos admitidos para o seu tipo.

Os condutores devem formar trechos contínuos entre as caixas de derivação. As emendas e derivações dos condutores serão executadas de modo a assegurarem resistência mecânica adequada e contato elétrico perfeito e permanente por meio de um conector apropriado e serão sempre efetuadas em caixas de passagens com dimensões apropriadas. Condutores emendados ou cuja isolação tenha sido danificada e recomposta com fita isolante ou outro material não devem ser enfiados em eletrodutos.

Os condutores somente devem ser enfiados depois de estar completamente terminada a rede de eletrodutos e concluídos todos os serviços de construção que os possam danificar. A enfição só deve ser iniciada após a tubulação ser perfeitamente limpa.

Para facilitar a enfição dos condutores, podem ser utilizados:

- Guias de puxamento que, entretanto, só devem ser introduzidos no momento da enfição dos condutores e não durante a execução das tubulações;
- Talco, parafina ou outros lubrificantes que não prejudiquem a isolação dos condutores.

Todos os condutores empregados na instalação deverão ser certificados com a marca nacional de conformidade, conferida pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial), garantindo assim um padrão mínimo de qualidade para a instalação com relação a fios/cabos elétricos.

Dentro dos quadros de distribuição e nas caixas de passagem deverá ser deixada uma folga de cabo de no mínimo 30 cm e no máximo de 60 cm.

Deverá também ser obedecida a coloração dos condutores conforme o quadro abaixo para um melhor entendimento do sistema.

COLORAÇÃO DOS CONDUTORES

IDENTIFICAÇÃO	COR
Fase R	Preto
Fase S	Branco
Fase T	Vermelho
Retorno	Laranja
Neutro	Azul claro
Terra	Verde-amarelo

Os eletrodutos aparentes deverão ser antichamas livres de halogênio e fumaça tóxica, para os ambientes de afluência de público (NBR 13570). Os cabos que passam por eletrodutos embutidos fechados em parede incombustível poderão ser apenas antipropagação de chama.

5.4.8. ILUMINAÇÃO

Os circuitos de alimentação das luminárias externas serão comandados conforme diagramas elétricos apresentados em planta, sendo as luminárias acionadas por relé fotoelétrico e contadores de comando a ser instalados dentro dos quadros de distribuição, todos os circuitos de iluminação externas devem ser acionados por esse sistema.

As luminárias utilizadas para a instalações internas e externas de todas as edificações devem ser adquiridas conforme especificação em lista de material e planta baixa, atentando-se as dimensões e potências de cada ambiente.

5.4.9. SISTEMA DE ATERRAMENTO

O sistema de aterramento é parte essencial para a correta operação do sistema elétrico, com continuidade do serviço adequada e desempenho seguro dos equipamentos de proteção e, além disso, e de modo mais importante para garantir os níveis mínimos de segurança pessoal é necessário que se tenha especial atenção ao sistema de aterramento projetado. O projeto apresentado tem como objetivos garantidores das prescrições fundamentais, concernentes à estratégia de aterramento os seguintes:

- Obter uma resistência de aterramento mais baixa possível, menor que 10Ω idealmente;

- Manter os potenciais produzidos por eventuais correntes de falta dentro de limites de segurança, nunca causando fibrilação no coração humano;
- Suportar a correta e seletiva sensibilização dos equipamentos de proteção;
- Proporcionar o correto escoamento das descargas atmosféricas;
- Escoar as cargas estáticas geradas nas carcaças.

Deverão ser interligados ao cabo terra da edificação:

- O neutro e partes metálicas não condutoras da subestação externa;
- O Sistema de Prevenção contra Descargas Atmosféricas, conforme disposição constante em projeto do Sistema de Prevenção contra Descargas Atmosféricas.

Em todos os casos, a máxima resistência de terra medida em qualquer época do ano para o sistema elétrico não deverá ultrapassar a 10 ohms. Para obter-se tal fim, no caso de medições superiores, poderá ser acrescentadas mais hastes ao sistema, ou aumentar-se o comprimento das mesmas, ou ainda, efetuar-se o tratamento químico do solo. As conexões dos cabos às hastes de aterramento deverão ser feitas por grampos e protegidas por massa para calafetar/SIKAFLEX.

5.4.10. PROTEÇÃO PASSIVA

Interligado ao sistema de aterramento será deixado em cada ponto de força um condutor de proteção (PE). Este condutor fará parte dos circuitos dos chuveiros, iluminação, tomadas de informática, motores e tomadas em geral, como elemento passivo de proteção. Sua padronização obedecerá a NBR 5410, ou seja, de coloração verde ou verde-amarela.

A instalação dos condutores de proteção obedecerá às seguintes disposições:

- O condutor será tão curto e retilíneo quanto possível, não terá nenhum tipo de seccionamento e nem chaves ou quaisquer outros dispositivos que, ao longo de seu percurso, possam causar interrupção;
- Será devidamente protegido pôr eletrodutos, rígidos ou flexíveis, nos trechos em que possa sofrer danificações mecânicas.
- Serão ligadas à terra as partes metálicas que, em condições normais, não estejam sob tensão, tais como:
- Estrutura de quadros de distribuição;

- Carcaças de motores e respectivas caixas de equipamentos de controle ou proteção;
- Toda e qualquer tubulação metálica não elétrica (tubulação de incêndio, de gás etc) preferencialmente no ponto mais próximo possível de entrada dessas tubulações no interior da edificação;
- Estrutura metálica da edificação.

O condutor de proteção será preso ao equipamento pôr meios mecânicos, tais como braçadeiras, orelhas, conectores e outros da espécie, que assegurem contato elétrico perfeito e permanente ou, ainda, através de solda exotérmica. É vedado o emprego de dispositivos que dependam do uso de solda de estanho.

Serão instalados de forma a assegurar sua proteção mecânica e não terão qualquer dispositivo capaz de causar ou permitir sua interrupção.

5.4.11. PROTEÇÃO ATIVA

- PROTEÇÃO CONTRA CONTATOS INDIRETOS/INCÊNDIO:

Foram previstos Interruptores tipo “DR” (Diferencial Residual) em série com disjuntores termomagnéticos para os circuitos de tomadas de uso geral localizadas em áreas molhadas. O uso destes dispositivos é importante para a proteção contrachocos elétricos causados por contato com partes vivas da instalação. Neste caso fica eliminada a hipótese de alguma pessoa sofrer um choque elétrico com maiores danos do que um simples susto.

Estes interruptores “DR” foram dimensionados para uma corrente de fuga para a terra de 30mA a qual passando pelo coração humano, não chega a provocar fibrilação ventricular, que é o que provoca a parada cardíaca e em seguida a parada respiratória, levando a pessoa à morte.

É importante que se diga que estes interruptores protegem também contra incêndios causados por curto-circuito fase-terra, sendo uma proteção a mais, em se tratando de uma instalação para fins comerciais e industriais.

O inconveniente de se usar um dispositivo “DR” é o fato de que se a instalação estiver com corrente de fuga para a terra e este valor for maior que a sensibilidade de desarme do interruptor, este desarmará sempre, até que o problema de corrente de fuga seja solucionado.

A última revisão da NBR 5410 para instalações elétricas exige a instalação destes dispositivos em instalações comercial-residencial-industriais.

- PROTEÇÃO CONTRA SURTOS ELETROMAGNÉTICOS:

Foi previsto a instalação de dispositivos para-raios eletrônico nos quadros principais de todo o edifício para interligar as fases à terra no caso de surtos eletromagnéticos (vide diagramas dos quadros). O uso destes dispositivos é muito importante para a proteção dos equipamentos eletro/eletrônicos, motores e etc., no caso de sobretensões causadas por descargas atmosféricas e distúrbios oriundos da rede de distribuição de energia elétrica.

5.4.12. MEDIDAS DE SEGURANÇA NAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS CONFORME NR-10

A norma Regulamentadora Nº10 estabelece procedimentos regulamentares relacionados à segurança, saúde e condições gerais para os trabalhadores que atuam com energia elétrica em todos os ambientes de trabalho, abrangendo desde a construção civil, atividades comerciais, industriais, rurais e até mesmo domésticas. A seguir, transcrevemos algumas das recomendações/exigências da Norma. Cabe ao gerenciador, instalador, proprietário e seus prepostos, que mantenham as condições aqui estabelecidas no decorrer da execução e da vida útil destas instalações, e se atenham a todos os itens estabelecidos na (NR-10).

As intervenções em instalações elétricas com tensão igual ou superior a 50 volts (em corrente alternada) ou superior a 120 volts (em corrente contínua), somente podem ser realizadas por trabalhador qualificado, que tenha concluído curso específico na área elétrica reconhecido pelo Sistema Oficial de Ensino. As operações elementares como ligar e desligar circuitos elétricos, realizadas em baixa tensão, com materiais e equipamentos elétricos em perfeito estado de conservação, adequados para operação, poder ser realizadas por qualquer pessoa não advertida.

Nos trabalhos (de construção, montagem, operação, reforma, ampliação, reparação e inspeção) em instalações elétricas, devem ser adotadas medidas preventivas destinadas ao controle dos riscos adicionais, especialmente quanto à altura, confinamento, campos elétricos e magnéticos, explosividade, umidade, poeira, fauna e flora e outros agravantes, adotando-se a sinalização de segurança. As áreas onde houver instalações ou equipamentos elétricos devem

ser dotadas de proteção contra incêndio e explosão, conforme dispõe a NR 23 - Proteção contra Incêndios.

Nas instalações e serviços em eletricidade deve ser adotada sinalização adequada de segurança, destinada à advertência e à identificação, obedecendo ao disposto na NR 26 - Sinalização de Segurança, de forma a atender, dentre outras, as situações a seguir:

- Identificação de circuitos elétricos;
- Travamentos e bloqueios de dispositivos e sistemas de manobra e comandos;
- Restrições e impedimentos de acesso;
- Delimitações de áreas;
- Sinalização de áreas de circulação, de vias públicas, de veículos e de movimentação de cargas;
- Sinalização de impedimento de energização;
- Identificação de equipamento ou circuito impedido;

Nos locais de trabalho só podem ser utilizados equipamentos, dispositivos e ferramentas elétricas compatíveis com a instalação elétrica existente, preservando-se as características de proteção, respeitadas as recomendações do fabricante e as influências externas.

Para atividades em instalações elétricas deve ser garantida ao trabalhador iluminação adequada e uma posição de trabalho segura, de acordo com a NR 17 - Ergonomia, de forma a permitir que ele disponha dos membros superiores livres para a realização das tarefas.

Para evitar os riscos de incêndio e explosão, deve haver dispositivos automáticos de proteção contra sobrecorrente e sobretensão, além de proteção contra fogo.

Os transformadores e capacitores devem ser instalados segundo recomendações do fabricante e normas específicas, relacionadas à distância de isolamento e condições de operação.

Todas as edificações devem ser protegidas contra descargas elétricas atmosféricas (raios), com ligação à terra e para-raios.

Os condutores e suas conexões devem prever isolamento, dimensionamento, identificação e aterramento.

É proibida a ligação simultânea de mais de um aparelho à mesma tomada de corrente (Benjamin), salvo se a instalação foi projetada com essa finalidade.

Os equipamentos de iluminação devem ser de tipo adequado ao local da instalação e possuir proteção externa adequada.

As tomadas no piso devem ter caixa protetora para evitar entrada de água e objetos estranhos.

Os sistemas de proteção coletiva (SPC) e os equipamentos de proteção individual (EPI) recomendados nos serviços com eletricidade são:

- Isolamento físico, sinalização, aterramento provisório;
- Vara de manobra, escadas, detectores de tensão, cintos de segurança, capacetes e luvas e ferramentas eletricamente isoladas.

Para ensaios e vestimentas dos equipamentos de proteção individual atender o disposto na Norma NFPA 70E-Riscos Elétricos.

Os serviços de manutenção e reparos só podem ser executados por profissionais qualificados, treinados e com emprego de ferramentas e equipamentos especiais.

Os serviços em locais úmidos ou encharcados devem ser feitos com cordões elétricos alimentados por transformador de segurança ou por tensão elétrica não superior a 24 volts.

Todo profissional de eletricidade deve estar apto a prestar primeiros socorros a acidentados, especialmente através das técnicas de realimentação cardiorrespiratória, bem como equipamentos de combate a incêndio (do tipo 3).

5.5. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

5.5.1. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Os equipamentos, materiais e serviços a serem fornecidos e executados deverão estar em conformidade com o material a seguir discriminado.

• Eletrodutos PVC rosca

Serão rígidos de cloreto de polivinil não plastificado (PVC), cor preta, antichamas, em conformidade com norma NBR 15465. Modelo roscável com rosca padrão ISO-7 (BSP). Os eletrodutos obedecerão ao tamanho nominal em polegadas, conforme projeto.

Serão utilizados nas instalações subterrâneas e no contra-piso.

Os eletrodutos rígidos só devem ser cortados perpendicularmente ao seu eixo, retirando-se cuidadosamente todas as rebarbas susceptíveis de danificarem a isolação dos condutores.

As extremidades dos eletrodutos, quando não roscadas diretamente em caixas ou conexões com rosca fêmea própria ou limitadores tipo batente deve ter obrigatoriamente bucha e arruela fundidas.

• ***Eletrodutos Flexíveis Corrugados***

Serão flexíveis corrugados, cor amarela, de cloreto de polivinil não plastificado (PVC), antichamas, em conformidade com norma NBR 15465, resistência diametral até 320N/5cm, nas instalações internas de parede.

Serão flexíveis corrugados, de cloreto de polivinil não plastificado (PVC), antichamas, em conformidade com norma NBR 15465, resistência diametral até 750N/5cm, nas interligações internas/externas.

Todos os eletrodutos obedecerão ao tamanho nominal em polegadas, conforme projeto.

As extremidades dos eletrodutos, quando não roscadas diretamente em caixas ou conexões com rosca fêmea própria ou limitadores tipo batente deve ter obrigatoriamente bucha e arruela fundidas.

• ***Tomadas e/ou interruptores de parede***

Serão do tipo caixa de PVC antichama, atendendo a norma NBR 15465, com classificação IP 40 de índice de proteção. Com alta durabilidade e resistência a deformação, com reforços estruturais nas bordas. No tamanho 4x2".

• ***Espelhos para Caixas de Tomadas***

Para manter uma uniformidade de modelos de espelhos em toda a instalação o fabricante deverá possuir espelhos para toda linha e/ou tipo de instalação existente no projeto, contendo modelos para 1, 2, 3 ou 4 módulos para interruptores e tomadas elétricas, entre outros.

Quando instalados em caixas de ligação de alumínio (condutores), caixas de piso, deverão ser utilizados, espelhos confeccionados no mesmo material da caixa. Para os casos de

instalação externa ou exposta a ação do tempo, os espelhos deverão possuir mesmo grau de proteção, relativo ao material da caixa.

Para caixas com função apenas de passagem deverão ser utilizados espelhos cegos.

• **Sensor de Presença**

Ideal para acionamento e controle da iluminação, proporcionando economia de energia em áreas internas com movimento, tais como corredores, escadas, banheiros e etc.

Sensor infravermelho de tecnologia PIR, compatível para lâmpadas LED com potência total de 500W em 240Vac, limiar de nível de luz entre 1 a 1000 lux e retardo de tempo ajustável em 5s a 30min.

Modelo de sobrepor em caixa com profundidade mín. de 50mm ou de embutir diretamente em forro. Ângulo de cobertura de 360º, modo de operação Liga/Desliga, diâmetro de detecção de Ø8m.

• **Caixa de passagem subterrânea**

Construídas em alvenaria de blocos cerâmicos, de concreto ou concreto armado, revestidas com cimento e areia, executadas “In Loco” ou pré-fabricadas, em conformidade com indicação em detalhamento de projeto e especificações das práticas CELESC.

Caixa padrões Ø30x60cm e 65x41x70cm para instalação da entrada de energia ou de pontos de aterramentos (hastes), tampa em concreto ou em ferro fundido (conforme indicação em projeto) com inscrição “ENERGIA” ou “ELÉTRICA” e classe mínima B125 e máxima D400.

• **Quadro de distribuição**

Os quadros de distribuição serão do tipo de embutir, confeccionados em chapa metálica com placa removível para montagem dos dispositivos de proteção, comando e sinalização, com grau de proteção IP40 e de resistência IK07. Devem possuir alta resistência mecânica e resistente a raios UV. Permitir montagens conforme IEC 61439-3. Possui porta reversível (abertura de 180º) e as dobradiças reforçadas, além do chassi removível. E caixas resistentes ao fogo até 650°C.

Os quadros de distribuição devem ser compatíveis com diversos acessórios como Barramento de Fase; Barramento de Neutro Terra; Kit suporte fixação; Fecho com chave.

- Minidisjuntores.

Dispositivos para Proteção contra sobrecarga e curto-circuito em condutores elétricos de baixa tensão, de corrente alternada, atendendo as curvas características de disparo C. Possibilidade de instalação e acessórios como bloco de contatos auxiliares, barramento de distribuição monopolar, bipolar e tripolar, e trava cadeado, conforme exigência da norma NR 10.

Possui também mecanismo de disparo livre, onde o disparo independe da posição da manopla, e Indicação do estado do disjuntor.

O minidisjuntor de curva C tem como característica o disparo instantâneo para correntes entre 5 a 10 vezes a corrente nominal. Sendo assim, são aplicados para a proteção de circuitos com instalação de cargas indutivas.

- Interruptores Diferenciais e Residuais.

Disponível nas versões bipolar de resistência de curto-circuito que contempla todos os esquemas de alimentação possíveis, monofásico, bifásico e trifásico, com neutro, atende a correntes de até 25 A e possui detecção de fuga a terra de 30 mA.

- Dispositivos de Proteção contra Surtos.

É um dispositivo de proteção contra surtos (dps) 275v, com sinalização visual - classe de proteção ii e corrente nominal de 8ka.

- Relé Fotoelétrico.

Um dispositivo de controle, também conhecido como fotocélula, que possui a função de acender e apagar uma única lâmpada, ou circuito de iluminação, de acordo com o nível de iluminamento do ambiente.

Relé Fotoelétrico grau de proteção IP 43 – IK 04, Regulagem da sensibilidade (3 opções), Corpo em termoplástico auto-extinguível de alta resistência mecânica ideal para áreas externas e internas, fornecido com suporte de fixação, Tensão para Alimentação: 127-220V, Frequência: 50Hz/60Hz, Potência 1200VA. Faixa de atuação: Liga (de 5 lux a 0,5 lux) / Desliga (de 10 lux a 100 lux).

6. REGRAS DE EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES

Todas as instalações elétricas deverão ser executadas com esmero e bom acabamento.

Os eletrodutos rígidos só deverão ser cortados perpendicularmente ao seu eixo, abrindo-se nova rosca na extremidade cortada.

Deverão ser cuidadosamente retiradas as rebarbas deixadas nas operações de corte e de abertura da rosca.

As emendas de eletrodutos rígidos deverão ser executadas por meio de luvas atarraxadas nas extremidades dos eletrodutos a serem emendados de modo a que estas extremidades se encontrem internamente na tubulação.

Não deverão ser executadas nem empregadas curvas com deflexão maior do que 90º na rede de eletrodutos.

As curvas executadas em eletrodutos rígidos deverão ser feitas com o devido cuidado para evitar que a seção do mesmo no sofra uma redução sensível.

Os condutores deverão ser instalados de tal forma que os isente de esforços mecânicos incompatíveis com sua resistência mecânica ou com a do isolamento ou revestimento.

Os condutores deverão formar trechos contínuos entre caixas da rede de eletrodutos; as emendas e derivações deverão ficar colocadas dentro das caixas. Não deverão ser enfiados em eletrodutos condutores emendados ou cujo isolamento tenha sido danificado e recomposto com fita isolante ou outro material.

As emendas e derivações deverão ser executadas de modo a assegurar resistência mecânica adequada e contato elétrico perfeito e o isolamento deverão ter no mínimo características idênticas as dos condutores usados.

O condutor do sistema de aterramento deverá ser facilmente identificável (cor Verde ou Verde/amarelo) em toda a sua extensão e deverá ser devidamente protegido por eletrodutos ou outro sistema, nos trechos em que possam sofrer danos mecânicos.

Os condutores de proteção (PE) deverão ser presos aos equipamentos por meios mecânicos tais como braçadeiras, conectores e semelhantes, que assegurem contato elétrico perfeito e permanente. Não deverão ser usados dispositivos que dependam do uso de solda de estanho.

Os eletrodutos rígidos expostos deverão ser adequadamente fixados de modo a constituírem um sistema sem deformações, de boa aparência e de firmeza suficiente para suportar o peso dos condutores e os esforços na sua fixação. A fixação deverá ser feita por suportes rígidos, a intervalos não maiores do que os especificados pelas normas e fabricantes dos produtos.

Em cada trecho de canalização, entre duas caixas ou entre extremidades, poderão ser empregados no máximo 3 curvas de 90°.

Os eletrodutos de 1" de diâmetro e maiores não serão curvados 90° na obra. Serão empregadas curvas pré-fabricadas., os dutos de 3/4" poderão ser curvados na própria obra, com enchimento de areia e máquinas de dobrar tubos, conforme a boa técnica.

Os raios de curvatura dos tubos não poderão ser inferiores a seis vezes o seu diâmetro.

Nas instalações aparentes, todos os condutos elétricos verticais deverão ser perfeitamente apurados, e os horizontais deverão ser nivelados e correrem perpendicularmente às paredes.

Para fins de segurança contra choques elétricos, todos os postes metálicos deverão ser equipados com dispositivo de proteção contra correntes de fuga, instalado próximo à sua janela de inspeção. Para evitar o desarme frequente destes circuitos, todas as conexões elétricas, principalmente as subterrâneas, que só podem ser executadas dentro de caixas de passagens, é vedada a emenda de cabos em outros locais que não forem apropriados, devem ser muito bem isoladas. Sugere-se a utilização de fitas isolantes de borracha para aplicações externas, além das fitas tradicionais e de auto fusão;

7. SISTEMAS DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)

Para fins de cálculo para a comprovação da não utilização do SPDA, o cálculo se dá pela edificação mais alta do projeto (pior Caso) – Edifício Palacio:

O presente documento tem por finalidade descrever o projeto de construção de um Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), elaborado de acordo com a norma NBR 5419/2015

Dados da edificação

Altura (m)	Largura (m)	Comprimento(m)
13.00 m	14.00 m	32.00 m

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

$$Ad = 8814.36 \text{ m}^2$$

Dados do projeto

Classificação da estrutura

Nível de proteção: II

Densidade de descargas atmosféricas

Densidade de descargas atmosféricas para a terra: $7.67/\text{km}^2 \times \text{ano}$

Risco de perda de vida humana (R1)

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

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

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

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$7.67/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$3.38 \times 10^{-2}/\text{ano}$

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

Pta (Probabilidade de uma descarga a uma estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque e de passo)	1
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1
$Pa = Pta \times Pb$	1

La (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1×10^{-3}
Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	2100 h/ano
$La = rt \times Lt \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	2.4×10^{-6}

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

$$Ra = 8.1 \times 10^{-8}/\text{ano}$$

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

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

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$7.67/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$3.38 \times 10^{-2}/\text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	0
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	1
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	2100 h/ano

$Lb = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	0
---	---

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

$$Rb = 0/\text{ano}$$

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

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

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	200 m	500 m
$AI = 40 \times LI$	8000 m ²	20000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.67/km ² x ano	

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.01
$NI = Ng \times AI \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$3.07 \times 10^{-3}/\text{ano}$	$7.67 \times 10^{-4}/\text{ano}$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	9771.77 m ²	10741.73 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	3.75x10 ⁻² /ano	4.12x10 ⁻² /ano
Ptu (Probabilidade de uma estrutura em uma linha que adentre a estrutura causar choques a seres vivos devidos a tensões de toque perigosas)	1	
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.02	

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	0.8	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pu = Ptu x Peb x Pld x Cld	1.6x10 ⁻²	2x10 ⁻²

Lu (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1x10 ⁻³
Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻²
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona)	2100 h/ano

considerada)	
$Lu = rt \times Lt \times (nz / nt) \times (tz / 8760)$	2.4×10^{-6}

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

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

$$Ru = 3.57 \times 10^{-9} / \text{ano}$$

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

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

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	200 m	500 m
AI = 40 x LI	8000 m ²	20000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.67/km ² x ano	

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de)	1	1

linha)		
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.01
$NI = Ng \times AI \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$3.07 \times 10^{-3}/\text{ano}$	$7.67 \times 10^{-4}/\text{ano}$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	9771.77 m ²	10741.73 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	$3.75 \times 10^{-2}/\text{ano}$	$4.12 \times 10^{-2}/\text{ano}$
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.02	

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	0.8	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pv = Peb \times Pld \times Cld$	1.6×10^{-2}	2×10^{-2}

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na)	0

estrutura)	
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	1
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	2100 h/ano
$L_v = r_p \times r_f \times h_z \times L_f \times (n_z/n_t) \times (t_z/8760)$	0

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

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

$$R_v = 0/\text{ano}$$

Resultado de R1

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

$$R1 = R_a + R_b + R_u + R_v$$

$$R1 = 8.46 \times 10^{-8}/\text{ano}$$

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

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

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

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

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$7.67/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$3.38 \times 10^{-2}/\text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	0
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lb = rp \times rf \times Lf \times (nz/nt)$	0

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

$$Rb = 0/\text{ano}$$

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

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

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$7.67/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$3.38 \times 10^{-2}/\text{ano}$

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	2×10^{-2}	2×10^{-2}
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pc.E = Pspd.E \times Cld.E$, $Pc.T = Pspd.T \times Cld.T$	2×10^{-2}	2×10^{-2}
$Pc = 1 - [(1 - Pc.E) \times (1 - Pc.T)]$	3.96×10^{-2}	

Lc (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-3}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lc = Lo \times (nz/nt)$	1×10^{-3}

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

$$R_c = 1.34 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

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

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

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

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.67/km ² x ano
Am (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	831398.16 m ²
Nm = Ng x Am x 10 ⁻⁶	6.38/ano

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	2x10 ⁻²	2x10 ⁻²
Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura)	1	1
Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura)	1	1
Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno)	1	1
Uw (Tensão suportável nominal de	6	1

impulso do sistema a ser protegido) (kV)		
Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)	1.67×10^{-1}	1
$Pms = (Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$	2.78×10^{-2}	1
$Pm.E = Pspd.E \times Pms.E$, $Pm.T = Pspd.T \times Pms.T$	5.56×10^{-4}	2×10^{-2}
$Pm = 1 - [(1 - Pm.E) \times (1 - Pm.T)]$	2.05×10^{-2}	

Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-3}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lm = Lo \times (nz/nt)$	1×10^{-3}

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

$$Rm = 1.31 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

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

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

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	200 m	500 m
AI = 40 x LI	8000 m ²	20000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.67/km ² x ano	

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.01
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	3.07x10 ⁻³ /ano	7.67x10 ⁻⁴ /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	9771.77 m ²	10741.73 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	3.75x10 ⁻² /ano	4.12x10 ⁻² /ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.02	

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	0.8	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pv = Peb \times Pld \times Cld$	1.6×10^{-2}	2×10^{-2}

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	0
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lv = rp \times rf \times Lf \times (nz/nt)$	0

$$Rv = Rv.E + Rv.T$$

$$Rv = [(NI.E + Ndj.E) \times Pv.E \times Lv] + [(NI.T + Ndj.T) \times Pv.T \times Lv]$$

$$Rv = 0/\text{ano}$$

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

Componente relativo a falhas de sistemas internos, causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perda de serviço ao público

pode ocorrer em todos os casos, junto com a perda de vida humana, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	200 m	500 m
$AI = 40 \times LI$	8000 m ²	20000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.67/km ² x ano	

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.01
$NI = Ng \times AI \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$3.07 \times 10^{-3}/\text{ano}$	$7.67 \times 10^{-4}/\text{ano}$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente)	9771.77 m ²	10741.73 m ²

da estrutura adjacente)		
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	$3.75 \times 10^{-2}/ano$	$4.12 \times 10^{-2}/ano$

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	2×10^{-2}	2×10^{-2}
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	0.8	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pw = Pspd \times Pld \times Cld$	1.6×10^{-2}	2×10^{-2}

Lw (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-3}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lw = Lo \times (nz/nt)$	1×10^{-3}

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

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

$$Rw = 1.49 \times 10^{-6}/ano$$

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

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

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	200 m	500 m
$Ai = 4000 \times LI$	800000 m ²	2000000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.67/km ² x ano	

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.01
$Ni = Ng \times Ai \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	3.07×10^{-1} 1/ano	7.67×10^{-2} /ano

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

	Linhas	Linhas de
--	--------	-----------

	de energia (E)	telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	2×10^{-2}	2×10^{-2}
Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)	0.1	1
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha)	0	0
$Pz = Pspd \times Pli \times Cli$	0	0

Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-3}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	160
nt (Número total de pessoas na estrutura)	160
$Lz = Lo \times (nz/nt)$	1×10^{-3}

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

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

$$Rz = 0/\text{ano}$$

Resultado de R2

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

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

$$R2 = 1.34 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

Risco de perdas de patrimônio cultural (R3) - Padrão

Os resultados para risco de perda de patrimônio cultural levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e em uma linha conectada à estrutura.

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

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

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$7.67 / \text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$3.38 \times 10^{-2} / \text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	0
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-1}
cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R\$)	0

ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	500
$Lb = rp \times rf \times Lf \times (cz/ct)$	0

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

$$Rb = 0/\text{ano}$$

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

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

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	200 m	500 m
$AI = 40 \times LI$	8000 m ²	20000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.67/km ² x ano	

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1

Ce (Fator ambiental)	0.1	0.01
$NI = Ng \times AI \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$3.07 \times 10^{-3}/\text{ano}$	$7.67 \times 10^{-4}/\text{ano}$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	9771.77 m ²	10741.73 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	$3.75 \times 10^{-2}/\text{ano}$	$4.12 \times 10^{-2}/\text{ano}$
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.02	

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	0.8	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pv = Peb \times Pld \times Cld$	1.6×10^{-2}	2×10^{-2}

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	0

Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻¹
cz (Valor do patrimônio cultural na zona considerada) (R\$)	0
ct (Valor total da edificação e conteúdo da estrutura) (R\$)	500
Lv = rp x rf x Lf x (cz/ct)	0

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

$$R_v = [(Nl.E + Ndj.E) \times Pv.E \times Lv] + [(Nl.T + Ndj.T) \times Pv.T \times Lv]$$

$$R_v = 0/\text{ano}$$

Resultado de R3

O risco R3 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R_3 = R_b + R_v$$

$$R_3 = 0/\text{ano}$$

Risco de perda de valores econômicos (R4) - Padrão

Os resultados para o risco de perda de valor econômico levam em consideração a avaliação da eficiência do custo da proteção pela comparação do custo total das perdas com ou sem as medidas de proteção. Neste caso, a avaliação das componentes de risco R4 devem ser feitas no sentido de avaliar tais custos.

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

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

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$7.67/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$3.38 \times 10^{-2}/\text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	0
Lf (Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos devido a um evento perigoso)	5×10^{-1}
ca (Valor dos animais na zona) (R\$)	0
cb (Valor da edificação relevante à zona) (R\$)	0
cc (Valor do conteúdo da zona) (R\$)	0
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$Lb = rp \times rf \times Lf \times ((ca+cb+cc+cs)/CT)$	0

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

$$Rb = 0/\text{ano}$$

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

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

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$7.67/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$3.38 \times 10^{-2}/\text{ano}$

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	2×10^{-2}	2×10^{-2}
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pc.E = Pspd.E \times Cld.E$, $Pc.T = Pspd.T \times Cld.T$	2×10^{-2}	2×10^{-2}
$Pc = 1 - [(1 - Pc.E) \times (1 - Pc.T)]$	3.96×10^{-2}	

Lc (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-3}
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0

$L_c = L_o \times (c_s/CT)$	1×10^{-3}
-----------------------------	--------------------

$$R_c = N_d \times P_c \times L_c$$

$$R_c = 1.34 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

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

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

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

N_g (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$7.67 / \text{km}^2 \times \text{ano}$
A_m (Área de exposição equivalente de descargas que atingem perto da estrutura)	831398.16 m^2
$N_m = N_g \times A_m \times 10^{-6}$	$6.38 / \text{ano}$

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
P_{spd} (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	2×10^{-2}	2×10^{-2}

Ks1 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha de uma estrutura)	1	1
Ks2 (Fator relevante à efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura)	1	1
Ks3 (Fator relevante às características do cabeamento interno)	1	1
Uw (Tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido) (kV)	6	1
Ks4 (Fator relevante à tensão suportável de impulso de um sistema)	1	1
$Pms = (Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$	2	1
$Pm.E = Pspd.E \times Pms.E$, $Pm.T = Pspd.T \times Pms.T$	4	2×10^{-2}
$Pm = 1 - [(1 - Pm.E) \times (1 - Pm.T)]$		2.05×10^{-2}

Lm (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	3	1×10^{-1}
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)		0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)		0
$Lm = Lo \times (cs/CT)$	3	1×10^{-1}

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

$$Rm = 1.31 \times 10^{-4} / \text{ano}$$

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

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

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	200 m	500 m
AI = 40 x LI	8000 m ²	20000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.67/km ² x ano	

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.01
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	3.07x10 ⁻³ /ano	7.67x10 ⁻⁴ /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
--	-----------------------	--------------------------------

Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	9771.77 m ²	10741.73 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	3.75x10 ⁻² /ano	4.12x10 ⁻² /ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	0.02	

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	0.8	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pv = Peb x Pld x Cld	1.6x10 ⁻²	2x10 ⁻²

Lv (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5x10 ⁻¹
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	0
Lf (Valor relativo médio típico de todos os valores atingidos pelos danos físicos devido a um evento perigoso)	5x10 ⁻¹
ca (Valor dos animais na zona) (R\$)	0
cb (Valor da edificação relevante à zona) (R\$)	0
cc (Valor do conteúdo da zona) (R\$)	0
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona)	0

(R\$)	
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
$L_v = r_p \times r_f \times L_f \times ((c_a + c_b + c_c + c_s)/CT)$	0

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

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

$$R_v = 0/\text{ano}$$

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

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

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	200 m	500 m
AI = 40 x LI	8000 m ²	20000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.67/km ² x ano	

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
--	-----------------------	--------------------------------

Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.01
$NI = Ng \times AI \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$3.07 \times 10^{-3}/ano$	$7.67 \times 10^{-4}/ano$

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	9771.77 m ²	10741.73 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.5	0.5
$Ndj = Ng \times Adj \times Cdj \times Ct \times 10^{-6}$	$3.75 \times 10^{-2}/ano$	$4.12 \times 10^{-2}/ano$

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	2×10^{-2}	2×10^{-2}
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	0.8	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
$Pw = Pspd \times Pld \times Cld$	1.6×10^{-2}	2×10^{-2}

Lw (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻³
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0
Lw = Lo x (cs/CT)	1x10 ⁻³

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

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

$$Rw = 1.49 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

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

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

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
LI (Comprimento da seção de linha)	200 m	500 m
Ai = 4000 x LI	800000 m ²	2000000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	7.67/km ² x ano	

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	0.5	0.5
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.01
$Ni = Ng \times Ai \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$	$3.07 \times 10^{-1}/ano$	$7.67 \times 10^{-2}/ano$

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

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pspd (Probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados)	2×10^{-2}	2×10^{-2}
Pli (Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga perto da linha conectada dependendo das características da linha e dos equipamentos)	0.1	1
Cli (Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolamento da linha)	0	0
$Pz = Pspd \times Pli \times Cli$	0	0

Lz (valores de perda na zona considerada)

Lo (Valor relativo médio típico de todos os valores danificados pela falha de sistemas internos devido a um evento perigoso)	1×10^{-3}
cs (Valor dos sistemas internos incluindo suas atividades na zona) (R\$)	0
CT: custo total de perdas econômicas da estrutura (valores em \$)	0

$$L_z = L_o \times (c_s/CT)$$

$$1 \times 10^{-3}$$

$$R_z = R_z.E + R_z.T$$

$$R_z = (N_i.E \times P_z.E \times L_z) + (N_i.T \times P_z.T \times L_z)$$

$$R_z = 0/\text{ano}$$

Resultado de R4

O risco R4 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R_4 = R_b + R_c + R_m + R_v + R_w + R_z$$

$$R_4 = 1.34 \times 10^{-4}/\text{ano}$$

Avaliação final do risco - Estrutura

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

Zona	R1	R2	R	R4
Estrutura	0.00846×10^{-5}	0.134×10^{-3}	3	0.134×10^{-3}

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

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

$$R_1 = 0.00846 \times 10^{-5}/\text{ano}$$

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

R2: risco de perdas de serviço ao público

$$R2 = 0.134 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

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

R3: risco de perdas de patrimônio cultural

$$R3 = 0 / \text{ano}$$

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a NBR5419/2015, pois $R \leq 10^{-4}$

R4: risco de perda de valor econômico

$$R4 = 0.134 \times 10^{-3} / \text{ano}$$

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É vedado ao consumidor qualquer aumento de carga além dos limites correspondentes ao seu tipo de fornecimento, sem que seja expressamente autorizado pela concessionária de energia elétrica e validado pelo projetista.

Pequenas alterações poderão ser feitas, todavia mudanças dimensionais de porte não devem ser executadas sem a prévia autorização dos projetistas.

Itajaí, 26 de novembro de 2022.

July Anne Onghero Freitas
Engenheira Eletricista
CREA-SC 179.531-1

Prefeitura Municipal de Joinville
CNPJ: 83.169.623/0001-10