

AVALIAÇÃO DO PROJETO DO SPDA E DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE UMA ESTRUTURA PREDIAL COMERCIAL

BILIBIO, João Pedro¹

MOREIRA, Claudemir José²

ANDRADE, Prof MSc Solange Alves Costa³

FILHO, Prof MSc Carlos Roberto da Silva⁴

RESUMO

O tema segurança das instalações elétricas não é novo no Brasil, porém sempre foi dependente de iniciativas particulares de empresas, entidades de classe e outros atores que incentivaram a educação, a adoção séria das Normas Técnicas desde o projeto da instalação, especificação e uso de materiais adequados e conformes a seus requisitos técnicos e a montagem correta. Somente essas ações não se mostraram totalmente eficazes ao longo do tempo, uma vez que o caráter voluntário para o cumprimento das Normas Técnicas não tem sido suficiente para conscientizar o mercado para a importância do tema. Este cenário se mostra adequado para a adoção do conceito de avaliação da conformidade de produtos e serviços, envolvendo ou não uma terceira parte independente, a exemplo do que vem sendo feita em outros países. Este trabalho apresenta os conceitos principais adotados nos processos de avaliação da conformidade do projeto de SPDA e instalações elétricas de um edifício comercial.

Palavras-chave: Normas Técnicas; SPDA; Instalações Elétricas.

ABSTRACT

The issue of safety of electrical installations is not new in Brazil, but it has always been dependent on private initiatives from companies, professional associations and other actors that encouraged education, the serious adoption of Technical Standards from the installation project, specification and use of materials suitable and conforming to your technical requirements and correct assembly. These actions alone have not proven to be fully effective over time since the voluntary nature of compliance with the Technical Standards has not been enough to make the market aware of the importance of the subject. This scenario is adequate for the adoption of the concept of conformity assessment of products and services, involving or not an independent third party, as has been done in other countries. This dissertation presents the main concepts adopted in the conformity assessment processes of the LPS design and electrical installations of a commercial building.

Keywords: Technical Standards; SPDA; Electrical Installations.

¹João Pedro Bilibio do Curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário UNISOCIESC, joaopbilibio@outlook.com;

²Claudemir José Moreira do Curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário UNISOCIESC, claudemirjmoreira@gmail.com;

³Solange Alves C. Andrade: MSc, Centro Universitário UNISOCIESC, solange@unisociesc.com.br;

⁴Carlos Roberto da Silva Filho: MSc, Centro Universitário UNISOCIESC, carlos.silva@unisociesc.com.br.

1. INTRODUÇÃO

As instalações elétricas prediais de baixa tensão, representam no ponto de vista de usos finais de energia elétrica, o meio de ligação entre a fonte fornecedora e os equipamentos finais.

O projeto correto e o uso de produtos corretos do ponto de vista técnico não bastam para garantir a segurança dos usuários e nem a eficiência dos processos envolvidos, pois se o projeto da instalação não for feito ou executado por pessoas qualificadas ou seguindo normas técnicas inadequadas, ficam comprometidos tanto a segurança quanto os critérios operacionais da instalação.

Um ambiente de trabalho seguro é a base para a realização saudável de qualquer atividade profissional. Entre os requisitos para as edificações está o Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA). Um sistema adequado reduz os riscos provenientes dos efeitos do impacto de um raio, protegendo a edificação, e seus usuários.

Em grande parte dos países desenvolvidos existem requisitos legais a serem aplicados aos processos de avaliação de conformidade em instalações elétricas tanto antes da sua entrega para operação, como aplicados de forma periódica, visando garantir a contínua adequação às cargas instaladas e também aos critérios de segurança.

A descarga elétrica atmosférica é um fenômeno da natureza absolutamente imprevisível e aleatório, tanto em relação às suas características elétricas (intensidade de corrente, tempo de duração, etc.), como em relação aos efeitos destruidores decorrentes de sua incidência sobre as edificações.

Nada em termos práticos pode ser feito para se impedir a "queda" de uma descarga em determinada região. Não existe "atração" a longas distâncias, sendo os sistemas prioritariamente receptores. Assim sendo, as soluções internacionalmente aplicadas buscam tão somente minimizar os efeitos destruidores a partir da colocação de pontos preferenciais de captação e condução segura da descarga para a terra

Diante do exposto acima, o objetivo geral do trabalho visa o estudo em uma determinada empresa de porte médio, para avaliar suas instalações elétricas, visando os parâmetros estabelecidos em normas técnicas vigentes e

também, o projeto de SPDA da edificação. Assim sendo define-se como objetivos específicos:

- a) Realizar diagnóstico da instalação para a edificação comercial em estudo;
- b) Realizar readequação do projeto preventivo do SPDA;
- c) Realizar análise da iluminação de emergencia;
- d) Elaborar o sistema de alarme contra incêndios;
- e) Elaborar Checklist NR-10;
- f) Elaborar e aplicar Checklist conforme IN-19.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

As descargas atmosféricas (Figura 1) são descargas elétricas de grande intensidade e extensão, este fenômeno ocorre devido ao rápido movimento de elétrons de um ponto a outro. Apesar de estarem relacionados a tempestades e ventos intensos, podem também, ocorrer em tempestades de neve, tempestades de areia, durante erupções vulcânicas, ou mesmo em nuvens que não sejam de tempestade, embora nesses casos costuma ter extensões e intensidade bem menores (INPE/ELAT, 2016).

Figura 1 - Descargas Atmosféricas



Fonte: Cavizza (2020).

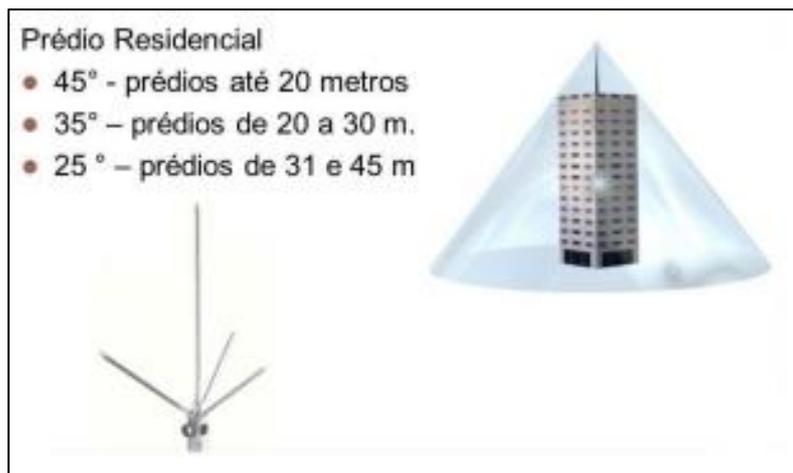
2.2 MÉTODOS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGA ATMOSFÉRICA

O sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) tem por objetivo proteger as estruturas, equipamentos e os indivíduos de descargas atmosféricas, além de reduzir seus efeitos. Há três métodos reconhecidos para proteção das descargas atmosféricas, são eles: Modelo Eletro Geométrico, método de Franklin e o método da Gaiola de Faraday (NBR 5419, 2015).

2.2.1 Método De Franklin

Este método tem a finalidade de criar um meio que possa absorver o elevado potencial da descarga elétrica para o solo, utilizando uma haste elevada acima da estrutura a qual quer proteger, reduzindo assim a distância e conseqüente a rigidez dielétrica do ar entre a fonte da descarga elétrica (nuvens carregadas) e o solo. Também conhecido como método de ângulo de proteção (Figura 2), consiste em estabelecer volume de proteção acarretado por um cone, cujo ângulo de geratriz com a vertical varia de acordo o nível de proteção pretendido para uma determinada altura de construção (CREDER, 2015).

Figura 2 - Método Franklin

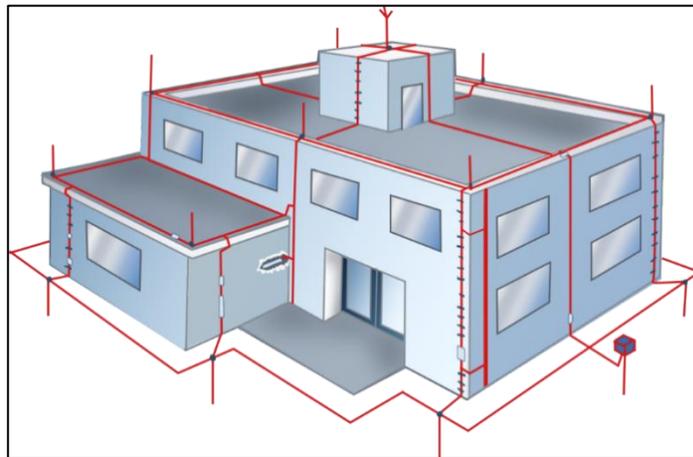


Fonte: Adaptado de Costa & Xavier (2020).

2.2.2 Método De Gaiola De Faraday

Este método consiste em ordenar por todos os lados do volume a ser protegido uma malha de condutores elétricos fixados na estrutura conforme a Figura 3. Ele é baseado na teoria de Michael Faraday, onde o campo no interior de uma gaiola formada por condutores elétricos conduz uma corrente qualquer nula, independentemente de qual seja o valor da corrente.

Figura 3 – Método Gaiola de Faraday



Fonte: Desterro Eletricidade (2018).

Haverá nas extremidades dos condutores elétricos um campo que poderá gerar tensões induzidas em outros condutores elétricos que estiver em paralelo com os condutores da malha (MAMEDE, 2005).

Na utilização do método Gaiola de Faraday é necessário utilizar a tabela de espaçamento médio das malhas definido pela ABNT, que se divide de acordo com os níveis de proteção. Os níveis de proteção são definidos de acordo com a construção, conforme apresentado na Figura 3 e na Tabela 1.

Tabela 1- Valores da malha de aterramento correspondente a classe de SPDA

Valores máximos dos raios da esfera rolante, tamanho da malha e ângulo de proteção correspondentes a classe do SPDA

Classe do SPDA	Metodo de proteção		
	Raio da esfera rolante - R m	Maximo afastamento dos condutores da malha m	Angulo de proteção α°
I	20	5 x 5	Ver Figura 1
II	30	10 x 10	
III	45	15 x 15	
IV	60	20 x 20	

Fonte: NBR 5419(2015).

O nível de proteção IV é para estruturas que são não inflamáveis e com pouco acesso de pessoas (Tabela 2).

Tabela 2 - Espaçamento Médio das Descidas

Classe do SPDA	Distâncias (m)
I	10
II	10
III	15
IV	20

NOTA: É aceitável uma variação no espaçamento dos condutores de descidas de $\pm 20\%$.

Fonte: NBR 5419 (2015).

O nível de proteção III é destinado para uso de residências, escritórios, fábrica aonde não há risco de explosão por inflamáveis. A proteção de classe 2 é utilizada quando pode-se destruir bens insubstituíveis ou de valor histórico e que tenha um grande fluxo de pessoas.

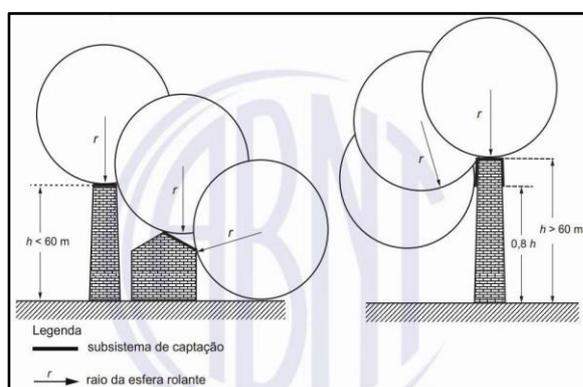
2.2.3 Método Eletrogeométrico

Também conhecido como método da esfera rolante ou fictícia, é bastante recomendado para estrutura complexa ou com muitas altas com formas

arquitetônicas, sendo baseados em estudos realizados para delimitar o volume de proteção dos captores de um SPDA, estes podem ser observados na Figura 4.

Este método foi desenvolvido pelo Prof. Anton Schwaiger da Universidade de Munique - Alemanha, em 1923. Atualmente este método faz parte da Norma Internacional: NFPA 780 Standard for The Installation of Lightning Protection como abordado por Kindermann (1997). O método eletrogeométrico manifestou-se com a necessidade de um modelo para se aplicar as linhas de transmissão de energia elétrica, sendo assim, bem depois ajustado para atender as grandes estruturas.

Figura 4 - Método Eletrogeométrico



Fonte: NBR 5419,2015.

A Figura 4 exemplifica a aplicação do método da esfera rolante de acordo com a altura do edifício, aonde o ponto mais alto do mesmo cria uma circunferência que protege uma determinada área abaixo dele.

2.3 ATERRAMENTO

O aterramento, Segundo Mamede (2015, p.1600), “são constituídos de elementos condutores enterrados ou embutidos nas fundações das edificações e responsáveis pela dispersão das correntes elétricas no solo”.

A atuação do sistema de aterramento é feita através de um eletrodo geralmente uma barra de 3 metros de cobre a malha subterrânea do sistema de SPDA. A norma NBR 5419 recomenda que a resistência de aterramento seja inferior a 10 V para garantir o funcionamento e a segurança do sistema (CREDER, 2016).

2.3.1 Estratificação Do Solo

A constituição do solo é vista com diferentes formas geológicas, constituída geralmente por diversas camadas horizontais. Por esta razão, modelado em camadas estratificadas, esta estratificação é alcançada a partir da determinação da resistividade do solo em suas varias camadas (KINDERMANN & CAMPAGNOLO, 1995).

2.4 RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO

Não é uma tarefa tão simples realizar a analisar dos caminhos da corrente no solo no caso de condutores metálicos lineares, devido a apresentação complexa da geometria do solo. Ao ser injetada no solo, a corrente irá tender a se dispersar em todas os sentidos, realizando percursos distintos, de acordo com as características do solo (MARQUES, 2012).

2.4.1 Resistência De Aterramento

Para se fazer a medição de resistência do aterramento, torna-se necessário fazer um circuito composto de 2 pontos, um destes localizado onde a corrente será injetada e outra onde será removida. Nesse circuito temos a corrente injetada no sistema de aterramento a ser medido e retirada através de um aterramento ou terra auxiliar (MARQUES, 2012).

2.5 INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DO SPDA

O intervalo das manutenções periódicas do SPDA para a ocupação mista é definido pela ocupação de maior risco do imóvel. O CBM tem como responsabilidade a verificação do projeto, analisando se segue os padrões da ABNT e se o responsável pelo edifício faz a manutenção periódica do SPDA. A instalação não é de responsabilidade do CBM.

2.6 DIRETRIZES GERAIS E PADRÕES DE SEGURANÇA

A NR-10, utilizada como norma regulamentadora, define e regulamenta os requisitos e condições mínimas que objetivam a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores. Desta forma, denota o menor grau de exigibilidade, passível de auditoria e punibilidade neste universo de medidas e sistemas possíveis de aplicação. As padronizações da norma estendem o conceito de garantia de saúde e segurança a todos os trabalhadores com interferência direta ou indireta em serviços ou instalações elétricas (SOUZA & PEREIRA, 2005).

A norma regulamenta o estabelecimento de medidas preventivas, individuais e coletivas, para controle do risco elétrico e de riscos adicionais, que devem ser integradas às demais iniciativas da empresa no âmbito da preservação da saúde e segurança no ambiente de trabalho. Estabelece também diretrizes para a fase de projeto, indicando considerações de dimensionamento, configuração e aterramento de modo à trazer segurança para aqueles que executam o projeto (FERREIRA, 2004).

2.7 INSTALAÇÕES ELÉTRICA DE BAIXA TENSÃO – IN 019

A IN 019 estabelece parâmetros para a realização de inspeção visual das instalações elétricas de baixa tensão de edificações e áreas de risco (IN 019, 2017).

§ 1º A inspeção visual exigida pelo CBMSC, nos termos desta IN, não dispensa o cumprimento de demais prescrições normativas e legislações pertinentes, pelas próprias características dessa inspeção, que é parcial.

§ 2º Cabe ao profissional técnico contratado, a responsabilidade quanto ao projeto, à execução, à verificação e à manutenção da instalação elétrica, conforme prescrições normativas e legislações pertinentes.

§ 3º Cabe ao proprietário ou ao responsável pelo imóvel a manutenção e a utilização adequada das instalações elétricas (IN 019, 2017, p.2).

Conforme disposto no Art. 2º da IN 019, ela é aplicada em edificações e instalações permanentes ou transitórias.

2.8 SISTEMA DE ALARME DE INCÊNDIO

O conceito de sistema de detecção e alarme de incêndio (SDAI) é um conjunto de elementos planejadamente dispostos e corretamente interligados para detectar precocemente princípios de incêndios. fornecer sinalizações e comandar dispositivos de segurança e/ou extinção de fogo em caso de presença de uma características físico químicas de um incêndio (SEITO, 2008). Podem ser classificados em três tipos de SDAI, sistema convencional, endereçável e algorítmico (ABNT NBR 17240, 2010).

O sistema é constituído por um painel de alarme de incêndio endereçável, localizado na sala de Segurança e Automação, a central capacidade de conexão com acionadores manuais do tipo quebra vidro, sensores de fumaça e temperatura, sinalizadores audiovisuais, além de permitir a conexão com dispositivos de comando supervisionados pelo painel e/ou dispositivos de supervisão. Todos os equipamentos citados devem ser iguais ao descritos abaixo nos equipamentos (ABNT NBR 17240, 2010).

A central de alarme deve ser provida de baterias com capacidade para garantir a operação do sistema na eventual falta de energia da rede elétrica.

Todos os circuitos dos acionadores, como também dos sinalizadores são supervisionados contra falhas e eventuais interrupções dos mesmos. Estas são imediatamente reportadas para o painel de incêndio na forma de eventos. As indicações de incêndio devem ter prioridade sobre as demais indicações.

A Central deve possuir capacidade de registro dos últimos 2000 eventos ocorridos. O fabricante deve fornecer a central de alarme com identificação no mínimo das seguintes informações (ABNT NBR 17240, 2010):

- a) Nome do fabricante, endereço e telefone;
- b) Ano de fabricação, modelo e número de série;
- c) Dados do fornecedor e/ou instalador do sistema: endereço e telefone.

2.9 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

O sistema de iluminação de emergência necessita de planejamento devido sua grande importância no caso de falta de iluminação, o que pode acarretar acidentes e perturbação na evacuação de pessoas (MAMEDE, 2005).

Sua intensidade necessita ser considerável para garantir a segurança de todos, sempre considerando uma possível inserção de fumaça nos locais. Ademais, sua capacidade de funcionamento deve atender os requisitos até a recuperação da iluminação normal e em caso de abandono, deve incluir o tempo de retirada (NBR 10898, 2013)

2.9.1 IN 011

Normativa no qual determina parâmetros do Sistema de Iluminação de Emergência (SIE), nos processos averiguados pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC). Além disso, a normativa especifica o local que as luminárias de emergência deverão ser instaladas levando em conta sua potência e a quantidade de Lux conforme local específico (IN 011, 2017).

3. DESENVOLVIMENTO

O SPDA, iluminação de emergência e sistema de alarme de incêndio fazem parte do Projeto Preventivo, que tem como objetivo garantir a sinalização orientativa em caso de emergência e a segurança dos indivíduos e equipamentos contra descargas atmosféricas e essas características se enquadram neste objetivo de estudo.

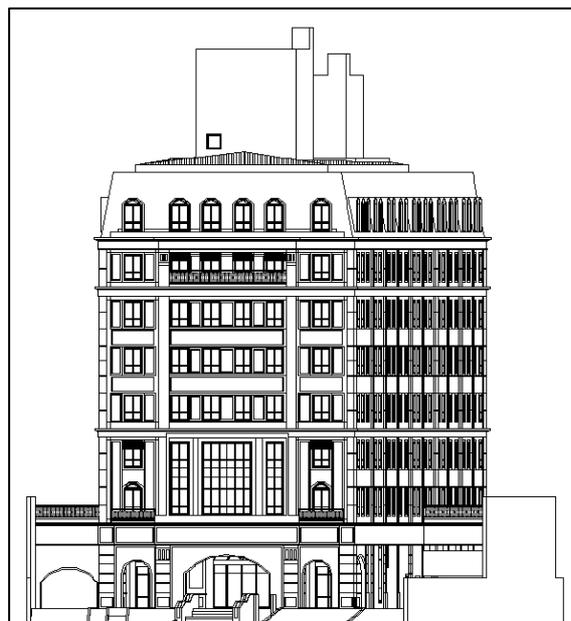
A aprovação de novos projetos, fiscalização e alvarás de funcionamento de todos os estabelecimentos dentro de cada estado do Brasil é incumbido ao poder Militar atribuído ao Corpo de Bombeiros Militar (CBM). E, estes por sua vez, através de seu corpo técnico instituem a aplicação de Instruções Normativas (IN), que delimitam exigências técnicas mínimas apoiadas em normas ABNT.

3.1 DADOS GERAIS DA EDIFICAÇÃO

- a) Tipo de Edificação: Comercial;
- b) Nível de Proteção:
II (Malha captora de no máximo 15 X 15 e interligações a cada 15, em média);
- c) Número de Pavimentos: 8;
- d) Área Total: 13.488,79m²;
- e) Altura do edifício: 30m;
- f) Comprimento: 60,16m;
- g) Largura: 24,06m.

Para obter a melhoria nas instalações, com o intuito de solucionar devidos problema na sua má implantação, é importante e fundamental que a instalação e distribuição associados no edifício analisado seja estável e confiável, uma vez que a falha em qualquer um dos componentes é vital e possível agravante para o aumento de acidentes e interrupção da produção das empresas ocupantes do mesmo, na Figura 5 tem-se a fachada da edificação em estudo.

Figura 5 – Fachada da edificação



Fonte: Os Autores (2019).

3.2 NORMAS TÉCNICAS APLICADAS

Neste projeto utiliza-se a NBR 5419 (2005) para o projeto do SPDA pois o empreendimento foi construído no ano de (2012) e as normas para iluminação de emergência do corpo de bombeiros militar de Santa Catarina a IN-11, bem como a NBR 5410:2008 (segurança em instalações de baixa tensão).

3.3 CÁLCULO APLICADO

Para verificar a necessidade de um projeto de um SPDA segundo a NR 10, o edifício tem que apresentar no mínimo 20 metros de altura e 750 m² de área construída, e segundo a ABNT é necessário possuir no mínimo 750 m², adicionando o cálculo de risco (Figura 6).

Figura 6 - Cálculo da Necessidade de Implantação de SPDA

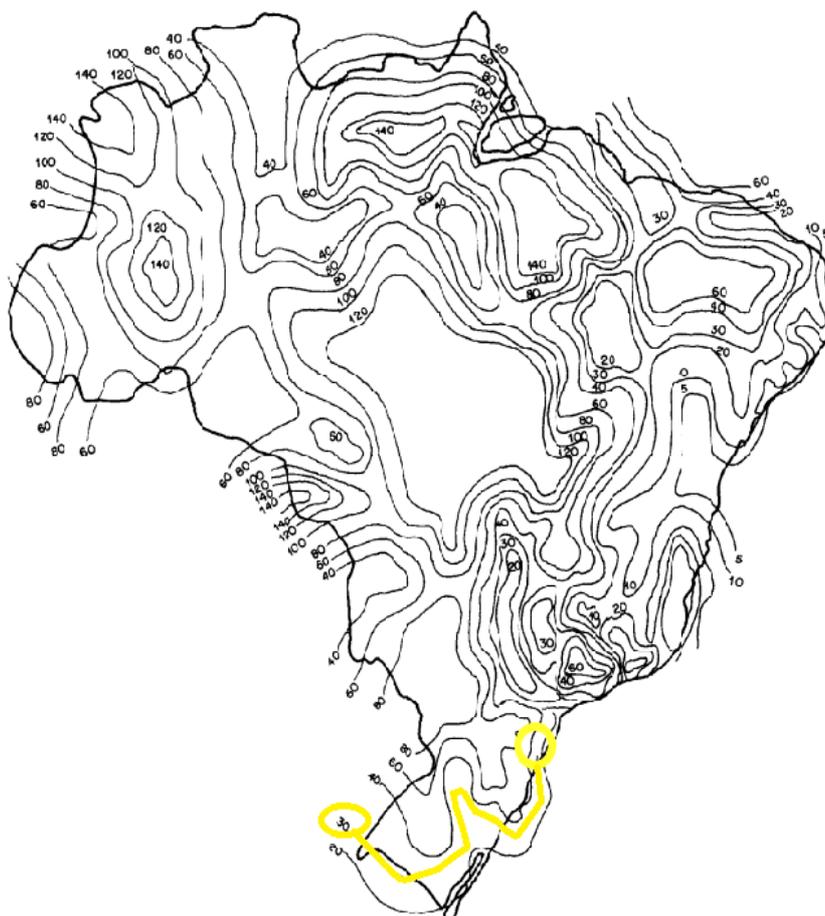
Parâmetro da Edificação:		
Comprimento (L)	60,16	
Largura (W)	24,06	
Altura (H)	32,52	
Avaliação de Riscos de exposição:		
Ae = Área de Exposição (m ²)		
Ae = L x W + 2 x L x H + 2 x W x H + 3,14159 x H ²		
Ae = 10247,511m ²		
Densidade de descarga para a terra (Ng)		
Td = 30 dias		30 dias com trovoadas por ano da região da edificação
Ng = 0,04 x Td ^{1,25}		Obtido a partir do mapa isocraúnico (NBR-5419:2005, Anexo B, fig. B.1.4)
Ng = 2,80842		
Frequência anual previsível de descargas (Nd):		
Nd = Ng x Ae x 10 ⁻⁶ por ano		
Nd = 0,02878		
Fatores de ponderação		
A - Tipo de ocupação	1,2	
B - Tipo de construção	1	
C - Conteúdos e efeitos indiretos	0,3	
D - Localização	1	
E - Topografia	0,3	
Ponderação da frequência anual previsível de descarga (Np)		
Np = N x A x B x C x D x E		
Np = 0,00311		
Parecer técnico:		
A = Np maior ou igual a 10 ⁻³	Np >= 0,001	Obrigatório
B = Np entre 10 ⁻³ e 10 ⁻⁵	0,001 > Np > 0,00001	Opcional
C = Np menor ou igual a 10 ⁻⁵	Np <= 0,00001	Dispensado

Fonte: Os Autores (2021).

Para verificar a necessidade de um projeto de SPDA segundo a Norma 5419/2015, a altura mínima para instalar para-raios é de 25 metros. Porém, as construções com alta densidade de descargas elétrica são obrigadas a ter para-raios independente da sua altura.

A densidade de descarga para a terra demonstra a probabilidade de uma estrutura ser atingida por um raio em um ano. Seus valores e os fatores de ponderação podem ser identificados na Figura 7 e nos quadros referente a normativa NBR 5419 de 2005.

Figura 7 – Mapa de curvas isocerâmicas do Brasil



Fonte: ABNT NBR 5419 (2005).

A densidade de descargas atmosféricas para a terra (N_g) é o número de raios para a terra por quilômetros quadrados por ano. Visto que Joinville se encontra na

Região Sul, é possível através do mapa isocerânico que seu valor Td (Número de trovoadas por ano), é 30.

De acordo com ABNT NBR 5419 (2005), para uma estrutura retangular simples de comprimento L, largura W e altura H, a área de exposição equivalente tem um comprimento $L + 2H$ e uma largura $W + 2H$, com quatro cantos arredondados formados por segmentos de círculo de raio H, em metros. Então, conforme a figura resulta: $Ae = LW + 2LH + 2WH + \pi \cdot H^2$ [m²]. Onde Ae = Área de exposição do plano da estrutura prolongada em todas as direções.

Tabela 3 - Tipo de ocupação

Tipo de Ocupação	Fator A
Casas e outras estruturas de porte equivalente	0,3
Casas e outras estruturas de porte equivalente com antena externa	0,7
Fábricas, oficinas e laboratórios	1
Edifícios de escritórios, hotéis e apartamentos, e outros edifícios residenciais não incluídos abaixo	1,2
Locais de afluência de público (por exemplo: igrejas, pavilhões, teatros, museus, exposições, lojas de departamento, correios, estações e aeroportos, estádios de esportes)	1,3
Escolas, hospitais, creches e outras instituições, estruturas de múltiplas atividades	1,7

Fonte: ABNT NBR 5419 (2005).

Por se tratar de um Edifício Comercial, é utilizado Fator A = 1,2 (Tabela 3).

Tabela 4 - Tipo de Construção

Tipo de Construção	Fator B
Estrutura de aço revestida, com cobertura não metálica ¹	0,2
Estrutura de concreto armado com cobertura não metálica	0,4
Estrutura de aço revestida ou de concreto armado com cobertura metálica	0,8
Estrutura de alvenaria ou concreto simples com qualquer cobertura, exceto metálica ou de palha	1
Estrutura de madeira ou revestida de madeira, com qualquer cobertura, exceto metálica ou de palha	1,4
Estrutura de madeira, alvenaria ou concreto simples com cobertura metálica	1,7
Qualquer estrutura com teto de palha	2

¹Estruturas de metal aparente que sejam contínuas até o nível do solo estão excluídas desta tabela, porque requerem apenas um subsistema de aterramento.

Fonte: ABNT NBR 5419 (2005).

A estrutura do prédio é de concreto simples, com isso é utilizado o Fator B = 1 (Tabela 4).

Tabela 5 - Conteúdo da estrutura ou efeitos indiretos

Conteúdo da estrutura ou efeitos indiretos	Fator C
Residências comuns, edifícios de escritórios, fábricas e oficinas que não contenham objetos de valor ou particularmente suscetíveis a danos	0,3
Estruturas industriais e agrícolas contendo objetos particularmente suscetíveis a danos ¹	0,8
Subestações de energia elétrica, usinas de gás, centrais telefônicas e estações de rádio	1
Indústrias estratégicas, monumentos antigos e prédios históricos, museus, galerias de arte e outras estruturas com objetos de valor especial	1,3
Escolas, hospitais, creches e outras instituições e locais de afluência de público	1,7
¹ Instalações de alto valor ou materiais vulneráveis a incêndios e às suas consequências.	

Fonte: ABNT NBR 5419 (2005).

O edifício é composto de escritórios, sendo utilizado o Fator C = 0,3 (Tabela 5).

Tabela 6 - Localização

Localização	Fator D
Estrutura localizada em uma grande área contendo estruturas ou árvores da mesma altura ou mais altas (por exemplo: em grandes cidades ou em florestas)	0,4
Estrutura localizada em uma área contendo poucas estruturas ou árvores de altura similar	1
Estrutura completamente isolada, ou que ultrapassa, no mínimo, duas vezes a altura de estruturas ou árvores próximas	2

Fonte: ABNT NBR 5419 (2005).

Visto que o empreendimento se localiza numa região, onde não à estruturas com altura similar ou árvores o Fator D = 1 (Tabela 6).

Tabela 7 - Topografia

Topografia	Fator E
Planície	0,3
Elevações moderadas, colinas	1,0
Montanhas entre 300 m e 900 m	1,3
Montanhas acima de 900 m	1,7

Fonte: ABNT NBR 5419 (2005).

O edifício se encontra em nível plano, portanto, Fator E = 0,3 (Tabela 7).

Após levantar os dados relacionados ao edifício e identificar a necessidade de implantação do SPDA, é necessário verificar a Tabela 8, a fim de definir qual o grau

de risco do edifício. Por se tratar de um edifício com um considerável número de tráfego de pessoas, este edifício é classificado como classe de proteção II.

Considerando que o edifício é retangular e tem uma grande área horizontal foi adotado o Método de Gaiola de Faraday para a elaboração do SPDA.

Tabela 8 - Espaçamento médio dos condutores de descidas não naturais

Nível de proteção	Espaçamento médio m
I	10
II	15
III	20
IV	25

Fonte ABNT NBR 5419 (2005).

3.4 CÁLCULO DE DESCIDAS

Para calcular o número de descidas de um SPDA é necessário calcular e/ou identificar o perímetro da cobertura e dividi-lo pelo espaçamento dos condutores definidos pela classe de proteção, como mostra a Tabela 9. Visando maximizar a proteção da estrutura sempre se arredonda o valor para mais.

Tabela 9 - Cálculo do número de descidas

Pco - Perímetro da construção (m)	163
Dcd - Espaçamento entre condutores de descida (m)	15
Ncd - Número de condutores de descida	10,87
Número de descidas adotadas	11

Fonte: Os Autores (2021).

3.5 MALHA CAPTORA

Essas barras serão fixadas diretamente na extremidade dos beirais de concreto do edifício, conforme detalhe específico, parcialmente representado da Figura 8.

De acordo com o item **5.1.1.4.2 NBR 5419/2005** da **ABNT** desta mesma norma, as condições a que devem satisfazer os captadores naturais são as seguintes:

- a) A espessura do elemento metálico não deve ser inferior a 0,5 mm ou conforme indicado na tabela 4, quando for necessário prevenir contra perfurações ou pontos quentes no volume a proteger;
- b) A espessura do elemento metálico pode ser inferior a 2,5 mm, quando não for importante prevenir contra perfurações ou ignição de materiais combustíveis no volume a proteger;
- c) O elemento metálico não deve ser revestido de material isolante (não se considera isolante uma camada de pintura de proteção, ou 0,5 mm de asfalto, ou 1 mm de PVC);
- d) A continuidade elétrica entre as diversas partes deve ser executada de modo que assegure durabilidade;
- e) Os elementos não-metálicos acima ou sobre o elemento metálico podem ser excluídos do volume a proteger (em telhas de fibrocimento, o impacto do raio ocorre habitualmente sobre os elementos metálicos de fixação).

Na cobertura, a malha deverá ser de barra chata de alumínio, com seção mínima de 70mm² (Tabela 10), posicionada em torno do perímetro da edificação, bem como, a conexão da malha com a cobertura metálica deverá ser feita de tal forma que se criem retículos que não devem ser superiores a 15m de comprimento por 15m de largura, de maneira a manter o grau de proteção pretendido.

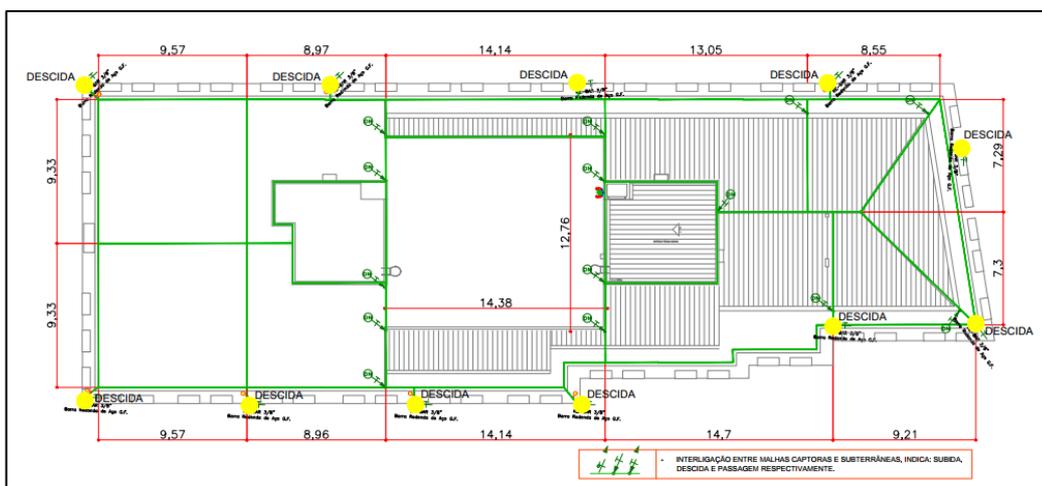
Tabela 10 - Seções mínimas dos materiais do SPDA

Material	Captor e anéis intermediários mm ²	Descidas (para estruturas de altura até 20 m) mm ²	Descidas (para estruturas de altura superior a 20 m) mm ²	Eletrodo de aterramento mm ²
Cobre	35	16	35	50
Alumínio	70	25	70	-
Aço galvanizado a quente ou embutido em concreto	50	50	50	80

Fonte: ABNT NBR 5419 (2005).

Neste projeto, não foi utilizado nenhum captor, pois malha é composta por barra chata de alumínio com seção mínima de 70mm² conforme Tabela 10, no perímetro do edifício. Seu espaçamento é perimetral conforme Figura 8.

Figura 8 - Malha Captora



Fonte: Os Autores (2021).

3.6 INTERLIGAÇÃO ENTRE AS MALHAS CAPTORA/SUBTERRANEA

As interligações entre a malha captora e subterrânea devem ser efetuadas para interligar a malha captora à malha subterrânea para a descarga poder dissipar-se no solo. Nesse estudo de caso, será utilizado ferragem da estrutura, visando aproveitar o momento da construção do edifício, sendo que a seção mínima é de 3/8.

Foram utilizados 11 decidas (Figura 8), pois segundo a norma ABNT NBR 5419 (2005) o espaçamento era 15m, como este projeto foi efetuado em 2012, não se esquadra na norma NBR 5419 de 2015.

3.7 MALHA DE ATERRAMENTO

A malha de aterramento (Figura 11) subterrânea é o local onde ocorre a dissipação da descarga do sistema no solo e deverá ser executada com cabo de cobre nu com seção de #50mm² (Tabela 10) no perímetro da edificação a ser protegida, devendo ser interligada à malha captora conforme demonstrado em projeto.

Para esta edificação, foram projetadas **9 Eletrodos** no perímetro conforme calculo detalhado levando em consideração a Tabela 11, com distâncias inferiores a 15 m entre elas, de forma a assegurar o nível de proteção II.

Tabela 11 - Tabela de hastes paralelas

Espaçamentos	$L = 2,4m$		$d = \frac{1}{8}''$		$R_1 \text{ haste} = 0,440\rho a$			
	2,5m		3m		4m		5m	
Número de Hastes	R_{eq} [Ω]	K	R_{eq} [Ω]	K	R_{eq} [Ω]	K	R_{eq} [Ω]	K
2	$0,248\rho a$	0,564	$0,244\rho a$	0,555	$0,239\rho a$	0,543	$0,235\rho a$	0,535
3	$0,178\rho a$	0,406	$0,174\rho a$	0,395	$0,168\rho a$	0,381	$0,164\rho a$	0,372
4	$0,141\rho a$	0,321	$0,136\rho a$	0,310	$0,130\rho a$	0,297	$0,127\rho a$	0,288
5	$0,118\rho a$	0,268	$0,113\rho a$	0,258	$0,107\rho a$	0,245	$0,104\rho a$	0,236
6	$0,102\rho a$	0,231	$0,097\rho a$	0,221	$0,092\rho a$	0,209	$0,088\rho a$	0,201
7	$0,090\rho a$	0,204	$0,085\rho a$	0,195	$0,080\rho a$	0,182	$0,077\rho a$	0,175
8	$0,080\rho a$	0,183	$0,076\rho a$	0,174	$0,071\rho a$	0,162	$0,068\rho a$	0,155
9	$0,073\rho a$	0,166	$0,069\rho a$	0,157	$0,064\rho a$	0,147	$0,061\rho a$	0,140
10	$0,067\rho a$	0,152	$0,063\rho a$	0,144	$0,059\rho a$	0,134	$0,056\rho a$	0,127
11	$0,062\rho a$	0,140	$0,058\rho a$	0,133	$0,054\rho a$	0,123	$0,051\rho a$	0,117

Fonte: Kindermann & Campagnolo (1995).

Todas as descidas estão individualmente ligadas a uma haste circular prolongável do tipo Copperweld (Barra de aço de seção circular, onde o cobre é fundido), sendo que todas possuem caixa de inspeção de aterramento. Será admitido que o terreno do empreendimento consiste em solo de natureza “terra de jardins com 50% de umidade Tabela 12.

Tabela 12 - Resistividade dos solos

Natureza dos Solos	Resistividade ($\Omega \cdot m$)	
	Mínima	Máxima
Solos alagadiços e pastanosos	-	30
Lodo	20	100
Húmus	10	150
Argilas plásticas	-	50
Argilas compactas	100	200
Terra de jardins com 50% de umidade	-	140
Terra de jardins com 20% de umidade	-	480
Argila seca	1.500	5.000
Argila com 40% de umidade	-	80

Fonte: MAMEDE FILHO (2011).

a) Resistência do sistema de aterramento para hastes paralelas.

$$R_1 = \frac{\rho a}{2\pi L} \ln \left(\frac{4L}{d} \right) = \frac{140}{2\pi \times 2,4} \ln \left(\frac{4 \times 2,4}{\frac{5}{8} \times 2,54 \times 10^{-2}} \right)$$

$$R_1 = 61,534 \Omega$$

Onde:

$\beta_a \rightarrow$ Resistividade do solo = 140 (Conforme tabela 12).

$d \rightarrow$ Diâmetro da haste = $\frac{5,3}{8}$ "

$L \rightarrow$ Comprimento haste = 2,4m

Para 8 (oito) hastes, $K = 0,174$ (Conforme Tabela 11).

$R_{eq8h} = K \times R_{1haste} = 0,174 \times 61,534 = 10,7 \Omega$ (Acima do referencial)

Para 9 (nove) hastes, $K = 0,157$ (Conforme Tabela 11)

$R_{eq9h} = K \times R_{1haste} = 0,157 \times 61,534 = \mathbf{9,661 \Omega}$ (Dentro do referencial NBR 5419, 2005)

b) Para ter uma resistencia máxima de 10 Ω .

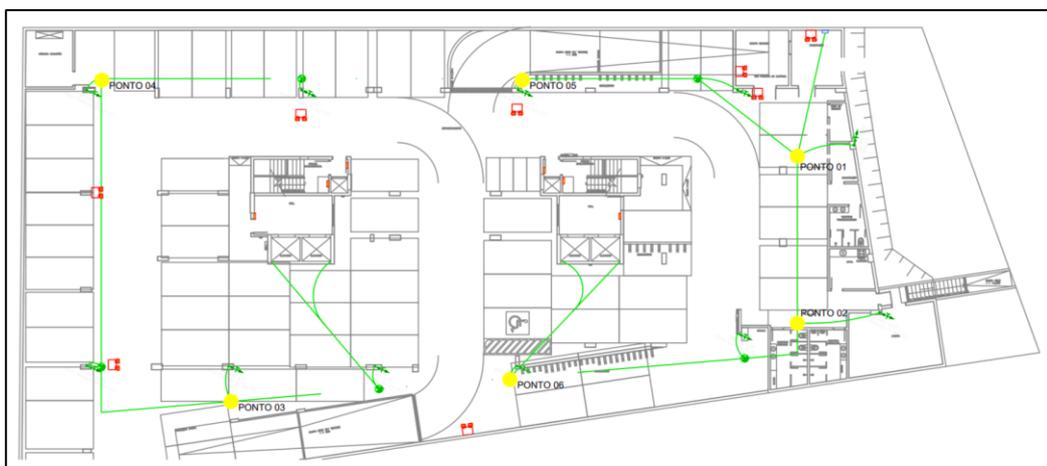
$$R_{eq} \leq 10 \Omega$$

$$R_{eq} = K \times R_{1haste} \leq 10$$

$$K \leq \frac{10}{61,534} \rightarrow \mathbf{K \leq 0,1625}$$

Após analisar o cálculo, pode-se concluir através de $K \leq 0,1625$, que o número mínimo de hastes para garantir o padrão 10 Ω segundo norma NBR 5419 (2005) é de 9 hastes.

Figura 11 – Malha de Aterramento



Fonte: Os Autores (2021).

O laudo de aterramento é utilizado para verificar a continuidade da malha de aterramento e a medição da resistência de aterramento através de 06 pontos de inspeção. O valor referencial da resistência para eletrodo não naturais é de 10Ω, segundo NBR 5419 (2005).

Tabela 13 – Valores da resistência da malha de aterramento

PONTO 01 (Ω)	PONTO 02 (Ω)	PONTO 03 (Ω)	PONTO 04 (Ω)	PONTO 05 (Ω)	PONTO 06 (Ω)
0,29	0,22	0,57	0,29	0,39	0,51

Fonte: Os Autores (2021).

Os valores da Tabela 13 podem ser confirmados pela Figura 9 onde tem-se o laudo de aterramento, no qual foi realizado em 2014, com Terrômetro Digital MTD-20KW.

Figura 9 – Laudo de medição de resistência de aterramento

LAUDO DE MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO															Laudo N	Folha
															1	1 de 2
															Emissão:	Data emissão:
															Inicial	05/09/2014
Obra	Município / Estado	Data da última chuva:	Data da prospecção	Condição do solo nesta data:												
	Joinville/SC	07/04/2014	15/04/2014	Úmido												
Endereço	Bairro:	Tipo do Solo	Temperatura Ambiente	Bitola / Isolação dos eletrodos			Diâm. / Comprim. Dos eletrodos de teste:									
		Banoso	23 C	50mm			314-0,5m									
Instrumento utilizado	Fabricante:	Modelo:	n° de série:	Data da última aferição:			Data vencimento da aferição:									
Terrômetro Digital	MEGABRÁS	MTD-20Kv	LE-036	14/04/2014			14/04/2015									
Metodo Utilizado	Queda de tensão conforme prática TELEBRÁS - série infra-estrutura n° 226/3740-01/01 de Nov/76 reeditada como norma TELEBRÁS n° 240.520.500															
MEDIÇÃO 01		MEDIÇÃO 02			MEDIÇÃO 03			MEDIÇÃO 04			MEDIÇÃO 05			MEDIÇÃO 06		
Posição do eletrodo de tensão	Posição do eletrodo de tensão	Posição do eletrodo de tensão	Posição do eletrodo de tensão	Posição do eletrodo de tensão	Posição do eletrodo de tensão	Posição do eletrodo de tensão	Posição do eletrodo de tensão	Posição do eletrodo de tensão	Posição do eletrodo de tensão	Posição do eletrodo de tensão	Posição do eletrodo de tensão	Posição do eletrodo de tensão	Posição do eletrodo de tensão	Posição do eletrodo de tensão	Posição do eletrodo de tensão	Posição do eletrodo de tensão
Ponto (d1) d1 = 10m	Ponto (d2) d2 = 15m	Ponto (d3) d3 = 15m	Ponto (d1) d1 = 10m	Ponto (d2) d2 = 15m	Ponto (d3) d3 = 20m	Ponto (d1) d1 = 10m	Ponto (d2) d2 = 15m	Ponto (d3) d3 = 20m	Ponto (d1) d1 = 10m	Ponto (d2) d2 = 15m	Ponto (d3) d3 = 20m	Ponto (d1) d1 = 10m	Ponto (d2) d2 = 15m	Ponto (d3) d3 = 20m	Ponto (d1) d1 = 10m	Ponto (d2) d2 = 15m
0,29	0,87	0,9	0,22	0,33	0,49	0,57	0,62	0,71	0,29	0,34	0,35	0,39	0,47	0,51	0,51	0,69
OHMS.	OHMS.	OHMS.	OHMS.	OHMS.	OHMS.	OHMS.	OHMS.	OHMS.	OHMS.	OHMS.	OHMS.	OHMS.	OHMS.	OHMS.	OHMS.	OHMS.
Observações: MALHA DENTRO DA NORMA ABAIXO DE 10 OHMS																
Valor máximo Medido: 0,9 Ohms																
Estado																
SC																
Data da ART																
04/09/2014																

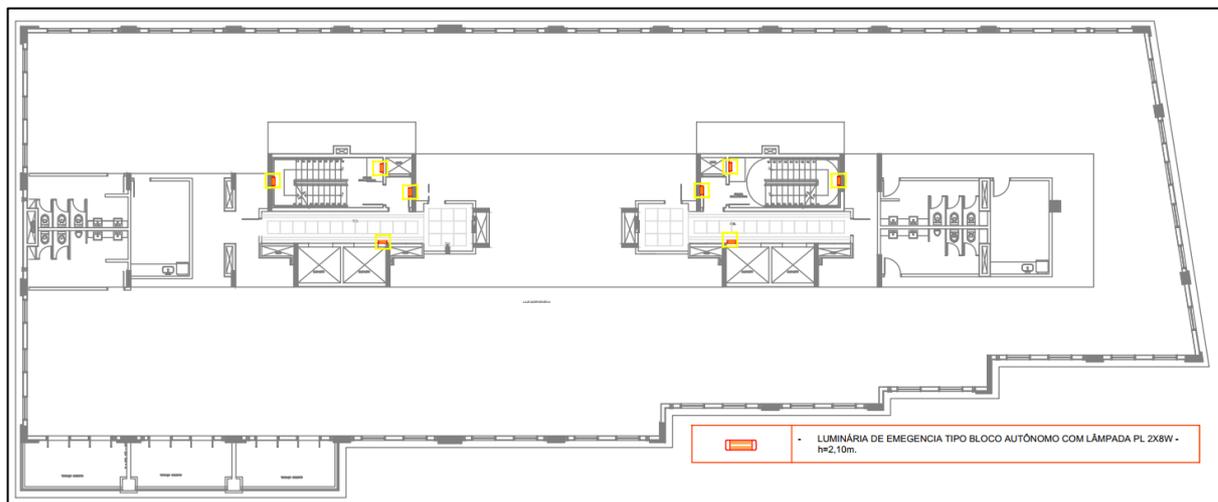
Fonte: Os Autores (2021).

3.8 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA – SIE

O sistema de iluminação de emergência, tem por finalidade apresentar as diretrizes para a implantação de um SIE cuja finalidade é gerar um nível de

iluminação suficiente para a evacuação segura das pessoas caso haja falta de energia fornecida pela concessionária ou sinistro (Figura 10).

Figura 10 – Distribuição da Iluminação de Emergência do Pvlo. Tipo



Fonte: Os Autores (2021).

Em todos os pavimentos foram previstos blocos autônomos para a iluminação de emergência. Nas garagens foram utilizados blocos autônomos com dois faróis com lâmpadas halógenas de 55W. Nos demais ambientes foram utilizados blocos autônomos para lâmpada PL 2x8W. Os dois modelos com autonomia mínima de uma hora (Conforme Art. 7º da IN 011)

Através de cálculos em software específico para verificar o nível mínimo de iluminamento, tem-se os parâmetros, conforme Art. 8º da IN 011:

- I – 3 lux em locais planos (corredores, halls, áreas de refúgio, salas ,etc.;;) e
- II – 5 lux em locais:
 - a) Com desnível (escadas, rampas ou passagens com obstáculos); ou
 - b) De reunião de público com concentração.

Conforme relatório de inspeção de instalação e funcionamento do SIE (Figura 11), pode-se verificar que a medição atende os requisitos conforme normativa.

Figura 11 – Relatório de Inspeção de Instalação e Funcionamento do SIE

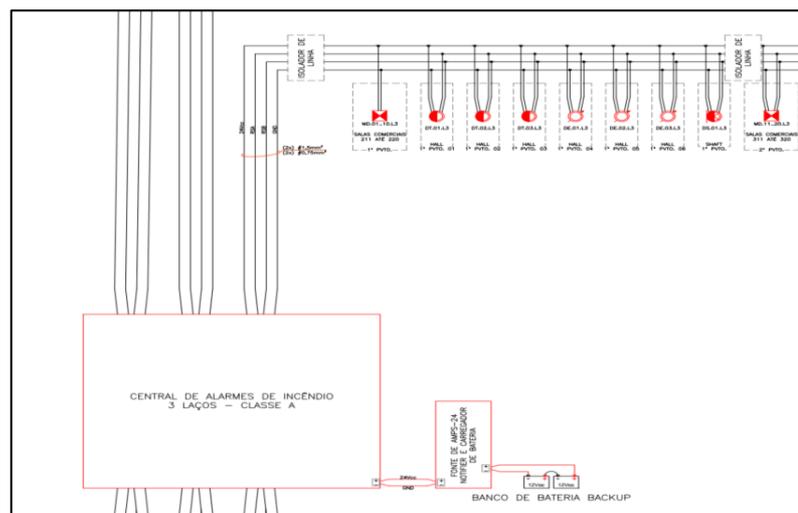
RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE INSTALAÇÃO E FUNCIONAMENTO	
Sistema de Iluminação de Emergência	
LOCAL DA INSPEÇÃO:	
CLIENTE:	
CNPJ:	
ENDEREÇO:	
BAIRRO:	
CIDADE: Joinville-SC	
1-ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA E SINALIZAÇÃO DE ABANDONO DE LOCAL;	
Todo o sistema composto por blocos autônomo 2x55w, luminária autônoma de Led, e placas de sinalização de abandono de local (Rota de fuga) se encontrar de acordo com o PPCI, está em perfeito funcionamento de acordo com a Norma NSCI /94.	
A norma exige que para um nível de iluminação de emergência adequado se tenha:	
03 Lux em Locais Planos;	
E / ou conforme especificação de projeto.	
Abaixo segue os dados da medição	
Subsolo	4 Lux
Pavto. Térreo	6 Lux
Pavto. Mezanino	5 Lux
Pavto. Típicos - Corredores	6 Lux
Escadas Enclausuradas	5 Lux
Data da Inspeção:	
Horário da Inspeção: 18h00min às 21h00min	
Equipamentos Utilizados: Luxímetro Digital – LD 510	
Técnico Responsável pela Inspeção:	

Fonte: Os Autores (2021)

3.9 SISTEMA DE ALARME E DETECÇÃO DE INCÊNDIO

Os equipamentos e dispositivos que compõem o sistema de detecção e alarme de incêndio são descritos nos itens a seguir. Estes seguem os padrões recomendados na ABNT NBR 17240. Mais detalhes sobre sua situação e modo de instalação podem ser verificados no diagrama multifilar e sua central Figura 12.

Figura 12 – Diagrama Multifilar



Fonte: Os Autores (2021).

A edificação contempla:

- a) 23 acionadores manuais tipo quebra-vidro (Acionador Manual Tipo Quebra-Vidro: Ref.: Bosch – Modelo: FMM-7045);
- b) 23 sinalizadores audio-visual (Sinalizador Áudio-Visual: Ref.: Bosch – Modelo: WHSR 12/24V;
- c) 140 detectores pontual de fumaça (Detectores Pontuais de Fumaça: Ref.: Bosh – Modelo: D7050/ Detectores Multissensor: Ref.: Bosch – Modelo: D7050TH).

Quanto a sonoridade do avisador sonoro a IN 012/CBMSC exige que esta tenha a intensidade entre 90 e 115 dBA, medindo a 1m de distância da fonte sonora, conforme relatório de inspeção de instalação e funcionamento - Figura 13, está garantido sua funcionalidade dentro do exigido.

Figura 13 – Relatório de inspeção de instalação e funcionamento SIE

RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE INSTALAÇÃO E FUNCIONAMENTO	
Sistema de detecção de Incêndio	
LOCAL DA INSPEÇÃO:	
CLIENTE:	
CNPJ:	
ENDEREÇO:	
BAIRRO:	
CIDADE: Joinville-SC	
1-SISTEMA DE DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIO;	
Todo o sistema composto por central de alarme de incêndio, acionadores manuais, detectores de fumaça e avisador sonoro encontra-se de acordo com o FPCI, está em perfeito funcionamento de acordo com a Norma NSCI /94.	
Quando a sonoridade do avisador sonoro a norma exige que esta tenha intensidade mínima de 90 dB e máxima de 115 dB e frequência de 400 a 500 Hertz com mais ou menos 10% de tolerância.	
Abaixo segue os dados da medição	
Subsolo	97 dB
Pavto Térreo	98 dB
Pavto Mezanino	95 dB
Pavto Típico - Corredores	98 dB
Data da Inspeção:	
Horário da Inspeção: 8h00min às 9h00min	
Equipamentos Utilizados: Decibilmetro Digital – DOS-500	
Técnico Responsável pela Inspeção:	

Fonte: Os Autores (2021).

3.10 CONFORMIDADE DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICA (IN 19 – CBMSC)

Com intuito de garantir a segurança das instalações elétricas, utiliza-se alguns itens de inspeção da normativa (IN 19 – CBMSC).

Esta referência estabelece parâmetros para a realização de inspeção visual das instalações elétricas é a IN19 do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC). Podemos dizer que esta normativa não dispensa e não anula o cumprimento das demais prescrições normativas e legislações exigidas. Esta IN tem vigência em todo o território catarinense, desde 17/02/2020.

A inspeção visual exigida pelo CBMSC é direcionada para as instalações de baixa tensão e áreas de risco. Cabe ao profissional técnico contratado, a responsabilidade quanto ao projeto, à execução, à verificação e à manutenção da instalação elétrica, conforme prescrições normativas e legislações pertinentes. Cabem ao proprietário ou ao responsável pelo imóvel a manutenção e a utilização adequada das instalações elétricas.

A inspeção visual busca apontar pontos em conformidade na concepção e utilização do sistema elétrico dentro do imóvel e uma das principais referência dentro do circuito elétrico é o quadro de distribuição, ele nos mostra como a divisão dos circuitos e sua quantidade, além das proteções contra sobrecorrente, os barramentos de neutro e de aterramento, como mostrado na Figura 14.

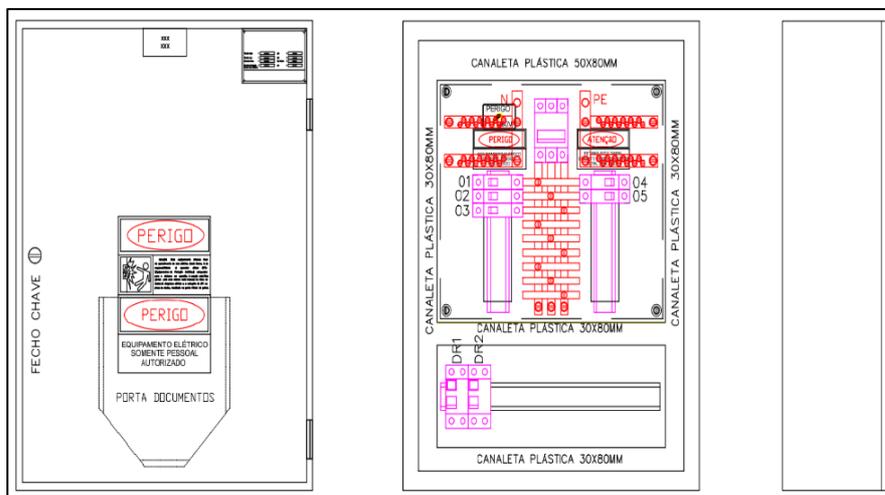
Figura 14 – Quadro de distribuição



Fonte: Os Autores (2021).

O layout do Quadro pode ser verificado na Figura 15.

Figura 15 – Layout do quadro



Fonte: Os Autores (2021).

Com base nas Figuras 14 e 15, pode-se verificar através do laudo de inspeção da IN 19 (Tabela 15), que a instalação do quadro de distribuição contempla os itens básicos para garantir sua segurança, como: Disjuntor geral, mini disjuntores, interruptor diferencial residual, barramento cobre nu, termoencolhível, canaleta PVC, trilho din, caixa de comando aço carbono, adesivo de advertência/perigo, cabo flexível 750V, anilha para identificação de cabos e fecho lingueta miolo yale.

Tabela 14 -Laudo de inspeção visual IN19

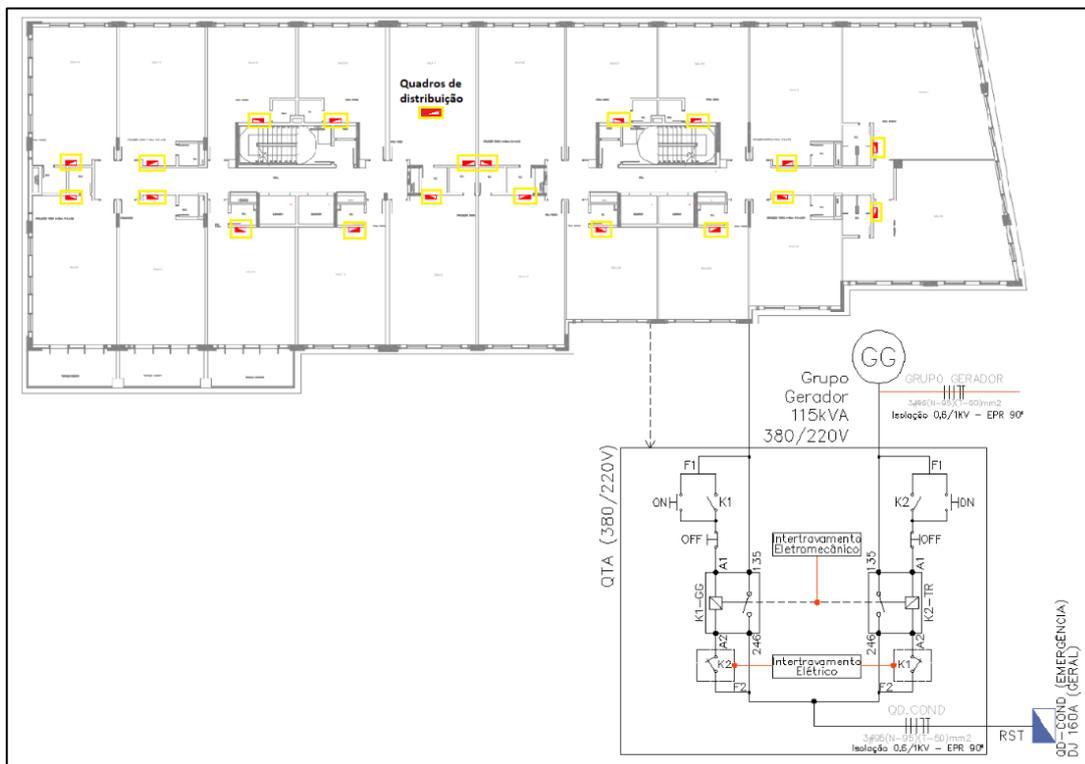
"C" = CONFORME / "NA" = NÃO APLICÁVEL

Requisitos inspecionados	C	NA
Seleção e instalação das linhas elétricas		
Medidas de proteção contra choques elétricos		
Medidas de proteção contra sobrecorrentes		
Seleção, ajuste e localização dos dispositivos de proteção		
Proteção contra efeitos térmicos		
Adequação dos componentes e das medidas de proteção às condições de influências externas existentes		
Presença das instruções, sinalizações e advertências requeridas		
Execução das conexões		
Acessibilidade		
Medidas específicas para locais de concentração de público		
Medidas específicas para serviços de SCI		
Blocos autônomos		
Sistema centralizado com baterias		
Motogeradores		

Fonte: Os Autores (2021).

Na figura 16, pode-se observar alguns itens do laudo, no qual foi classificado como conforme: acessibilidade, motogeradores.

Figura 16 - Layout quadros de distribuição e gerador



Fonte: Os Autores (2021).

O laudo apresentou-se eficaz e de fácil aplicação. Esta ordenação servirá para avaliar e auxiliar o plano de manutenção da edificação, bem como verificar a não conformidades concentradas em um sistema, subsistema ou área específica. Para facilitar as ações de manutenção e validação no empreendimento conforme norma.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A fim de realizar uma análise quantitativa e qualitativa das instalações elétricas do edifício do estudo, elaborou-se o Checklist (Tabela 14) abrangendo os itens previstos na NR-10 e nas normas ABNT relativas aos itens inspecionados. Os itens previstos pela NR - 10 devem ser aplicados desde a fase do projeto,

manutenção, construção e operação, inclusive com trabalhos que estiverem sendo realizados nas proximidades de instalações elétricas.

A NR-10 é compreendida como uma norma regulamentadora ao qual aborda a segurança em instalações e serviços em eletricidade, também define as exigências necessárias e condições mínimas na sua utilização. Portanto, é de suma importância analisar a necessidade de inserir um plano de segurança caso haja riscos nos empreendimentos, com base em todas as análises realizadas no edifício comercial, aplicou o Checklist da NR-10 (Tabela 16).

Tabela 15 - Checklist NR-10 aplicado

COMENTÁRIOS	CONFORME	NÃO CONFORME	COMENTÁRIOS
1) Há indícios de estarem fumando na sala elétrica?	X		
2) Existe alguma operação de risco que exija proteção complementar através de controle à distância?	X		Subestação Principal.
3) Se afirmativo, qual é o controle (manual ou automático)?	X		Manual, lado externo da SE.
4) A instalação está abaixo do nível do solo?	X		Subsolo.
5) A instalação tem impermeabilização total contra a entrada de água?	X		
6) Quanto à invasão de água, possui proteção (porta estanque)?	X		Além disso tem duas bombas de recalque para subsolo.
7) As portas são revestidas de chapas metálicas e suas dimensões são de 0,80 x 2,10 m?	X		
8) A porta possui em seu lado interno a barra de comando (fechadura antipânico)?	X		
9) As portas dos painéis estão trancadas?	X		
10) Existem proteção contra descarga atmosférica?	X		
11) São colocadas placas de advertência nas partes das instalações elétricas sob tensão, quando há risco de contato?	X		
12) Quanto a localização, identificação os quadros de distribuição e painéis de controle estão instalados corretamente?	X		
13) A localização da saída de emergência é adequada?	X		

14) Possui iluminação?	X		
15) Possui iluminação de emergência?	X		Dentro dos parâmetros conforme normativa.
16) Existe sinalização proibindo o acesso e a permanência de pessoas não autorizadas às salas elétricas?	X		Conforme norma.

Fonte: Os Autores (2021).

Com a implantação e execução do projeto, obteve-se em sua totalidade os requisitos “conforme”. Tornando o empreendimento livre de riscos de acidentes elétricos, visto que o checklist foi efetuado de acordo com as orientações da NR-10, baseando na segurança das instalações elétricas contra o empreendimento e a vida das pessoas: visitantes, inquilinos e operadores, não será necessário a readequação destes.

CONCLUSÃO

A qualidade das instalações elétricas seja ela residencial, industrial ou até mesmo edifícios comerciais, que é o caso deste trabalho, deve ser vista como fator de grande importância na segurança de todos os usuários das instalações, sendo o cumprimento das prescrições da normalização vigente um item essencial nessa questão.

O Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas, tem como objetivo minimizar e evitar os efeitos que as descargas atmosféricas causam em ambientes. Dessa forma, através de cálculos específicos, pode-se constatar que o edifício estudado requer o seu pleno funcionamento. Outro fator de grande importância é o número de eletrodos o qual segundo norma NBR 5419, necessita ficar abaixo de 10Ω . Após cálculos, foi definido que o número mínimo de eletrodos para garantir devida segurança é 9.

Tendo como base a análise e verificação do projeto de Iluminação de emergência foi possível concluir que o mesmo atende ao que as normas vigentes estabelecem. Conforme Art 8 da IN 11, a quantidade de Lux de cada local, deve-se atender o mínimo de iluminamento. Portanto, conforme relatório de medição, todo

sistema de iluminação de emergência e sinalização de abandono de local está em perfeito funcionamento e encontra-se dentro dos parâmetros da norma.

O sistema de alarme de incêndio quando instalado de acordo com as normas, é a maneira mais eficaz de alertar os ocupantes do edifício que existe um problema e o local deve ser evacuado. Além disso, permite uma rápida ação por parte da brigada, a fim de, controlar o incêndio. Após aplicação do relatório de inspeção do SIE no edifício, concluiu-se que todos os sistemas compostos por: central de alarme de incêndio, acionadores manuais, detectores de fumaça e avisador sonoro, estão de acordo com a norma.

Muito importante para garantir a segurança de todos os usuários dos ambientes, as instalações elétricas dos empreendimentos precisam atender diversos requisitos estabelecidos pela norma NR – 10, sendo assim, para o edifício comercial do estudo, foi aplicado um Checklist com base nesses requisitos, que obteve-se um resultado muito satisfatório.

Por fim, pode-se concluir que é de suma importância realizar tanto a análise como readequações necessárias nas instalações de ambientes que exijam tal. Sendo assim, é extremamente necessário que se tenha conhecimentos das normas que regem o objeto de estudo, para que se tenha todos os cuidados devidos e se tenha êxito no projeto, o qual garantirá de maneira geral tanto a segurança dos seus usuários, quanto do empreendimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 17240. **Sistemas de Detecção e alarme de incêndio - Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio.** Rio de Janeiro, 2010.

ABNT NBR ISO 50001. **Sistemas de gestão da energia - Requisitos com orientações para uso.** ABNT/CB-116 Gestão e Economia de Energia, 2018.

ABNT NBR 5419. **Proteção contra descargas atmosféricas Parte 1:Princípios gerais.** Rio de Janeiro, 2015.

ABNT NBR 5419. **Proteção contra descargas atmosféricas Parte 2:Gerenciamento de risco.** Rio de Janeiro, 2015.

ABNT NBR 5419. **Proteção contra descargas atmosféricas Parte 3:Danos físicos a estruturas e perigos á vida.** Rio de Janeiro, 2015.

CAVIZZA. **SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGA ATMOSFÉRICA (SPDA).** Fonte disponível em: <<https://www.cavizza.eng.br/sistema-de-protecao-contra-descarga-atmosferica-spda/>>. 10 de Maio de 2020 .

COSTA, Caio Rafael; XAVIER, Cenildo de Souza. **Estudo Sistema De Proteção Contra Descargas Atmosféricas – SPDA.** Fonte disponível em: <https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/estudo_sistema_de_protecao_contra_descargas_atmosfericas_-_spda.pdf>. 10 de Maio de 2020 .

CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas.** 16º Edição. Rio de Janeiro: 2016.

DESTERRO ELETRICIDADE. **Porque as malhas de aterramento devem ser interligadas?.** Fonte disponível em: <<https://www.desterroelectricidade.com.br/blog/eletrica/porque-as-malhas-de-aterramento-devem-ser-interligadas/>>. 10 de Maio de 2020 .

FERREIRA, Vitor Lúcio. **Segurança em eletricidade.** São Paulo: LTr, 2004.

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS. **Normas para apresentação de monografia.** 3. ed. Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Biblioteca Karl A. Boedecker. São Paulo: FGV-EAESP, 2003. 95 p. (normasbib.pdf, 462kb). Disponível em: <www.fgvsp.br/biblioteca>. Acesso em: 12 jun. 2021.

IENTH. **Manual de normas de ABNT**. Fonte disponível em: <www.ienh.com.br>. Acesso em: 10 de Junho de 2021.

IN 011. **Sistema de Iluminação de Emergência**. 2017. Fonte disponível em: <<https://documentoscblm.cbm.sc.gov.br/uploads/dda074f2df64d3f251e2c9126ee98fb5.pdf>>. Acesso em 19 de Outubro de 2021.

IN 019. **Instalações Elétrica de Baixa Tensão**. 2017. Fonte disponível em: <https://dsci.cbm.sc.gov.br/images/arquivo_pdf/IN/Em_vigor/IN_019_Instalacoes_Eltricas_de_Baixa_Tenso_28jan2020.pdf>. Acesso em 19 de Outubro de 2021.

INPE/ELAT. **Definição de Relâmpago**. 2016. Fonte disponível em: <[Http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/relamp/relampagos/definicao.php](http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/relamp/relampagos/definicao.php)>. Acesso em: 10 de Maio de 2020 .

KINDERMANN, G., & CAMPAGNOLO, J. M. **Aterramento Elétrico**. 3ª Edição ed. Sagra, & D. Luzzatto, Eds. Porto Alegre, 1995.

MAMEDE, João Filho. **Instalações Elétricas Industriais**. 9º Edição. Rio de Janeiro: 2017.

MARQUES, Saulo Lima. **Projeto malha de aterramento de uma subestação: um estudo de caso**. 2012. Fonte disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/18219/1/SAULO%20LIMA%20MARQUES%20-%20TCC%20ENG.%20EL%c3%89TRICA%202012.pdf>>. Acesso em: 14 de Maio de 2021.

MENDES, O. J.; DOMINGUES, M. O. **Introdução à eletrodinâmica atmosférica**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 24, n. 1, 2002.

OLIVEIRA, N. M.; ESPINDOLA, C. R. **Trabalhos acadêmicos: recomendações práticas**. São Paulo: CEETPS, 2003.

PÁDUA, E. M. M. de. **Metodologia científica: abordagem teórico-prática**. 10. ed. ver. atual. Campinas, SP: Papirus, 2004.

PIÑERO, E. **Future ISO 50001 for energy management system**. ISO Focus, 2011. Disponível em: . Acesso em: 10 de Maio de 2020.

SEITO, Alexandre Itiu. et al. **A Segurança Contra Incêndio no Brasil**. São Paulo. Editora Projeto, 2008.

SOUZA, João J. B. de; PEREIRA, Joaquim G. **Manual de auxílio na interpretação e aplicação da nova NR-10: NR-10 Comentada.** 1ª Edição. São Paulo: LTr, 2005.