ESTUDO DE CASO PARA APLICAÇÃO DE PROJETO PREVENTIVO PARA ARÉA COMERCIAL – CURSOS DE ENGENHARIAS – UNISOCIESC/ CAMPUS JOINVILLE

EDUARDO, Caio [1]
ALVES, Solange[2]
SILVA FILHO, Carlos[3]

RESUMO

O sistema de projeto preventivo engloba o sistema de descargas atmosféricas, iluminação de emergência e sistema de alarme de alarme de incêndio. Neste artigo será apresentado fundamentos para desenvolvimento de um projeto preventivo, segundo as normas da NBR 5419/17.240 e a IN-01/02/10/11/12 do corpo de bombeiros militar e como aplicá-las e dimensioná-las em um projeto, demonstrados no estudo de caso de um projeto comercial onde será projetado o sistema de descargas atmosféricas, sistema de iluminação de emergência e sistema de alarme de incêndio.

Palavras-chave: Iluminação de Emergência; Sistema de alarme de incêndio; Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas;

ABSTRATC

The preventive design system includes the atmospheric discharge system, emergency lighting and fire alarm system. This article will present the fundamentals for developing a preventive design, according to the standards NBR 5419/17.240 and IN-01/02/10/11/12 of the military fire department and how to apply and dimension them in a project, demonstrated in the case study of a commercial project where the atmospheric discharge system and the emergency lighting and fire alarm system will be designed.

Keywords: Emergency Lighting; Fire Alarm System; Atmospheric Discharge Protection System;

[1]Graduanda(o) do Curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário-UNISOCIESC, caio.eduardo746@gmail.com;[2]Professora orientadora :Solange Alves Costa, Centro Universitário UNISOCIESC, solange@unisociesc.com.br;[3]Coordenador : Carlos Roberto daSilva Filho: Mestre, Centro Universitário UNISOCIESC, carlos.silva@unisociesc.com

Joinville – SC, 30 de junho de 2021.

1. INTRODUÇÃO

A prevenção para combater riscos em edificações com fluxo de pessoas vem crescendo e passando a ser mais rigorosa. Essa prevenção ocorre através dos órgãos responsáveis, porém, contam com co-participação da população, deste modo, previne-se danos materiais e principalmente, a vida humana.

Muitos dos desastres naturais não podem ser evitados mesmo com o grande avanço tecnológico, porém, podem ter uma previsão de quando e como vai acontecer, podendo minimizar os estragos ao patrimônio e preservar o máximo de vidas possível.

No território nacional, as regulamentações sobre segurança em edificações são determinada pelo Corpo de Bombeiros regional, geralmente estadual, através de Instruções Normativas (IN) que determinam critérios técnicos, e à partir deste, fiscalizar com poder de interdição qualquer tipo de atividade. Esta instituição se apóia principalmente em Normas Brasileiras Regulamentadoras (NBR) que são as bases técnicas oficiais de toda a engenharia no Brasil.

A segurança contra acidentes é primordial a qualquer edificação, indiferente ao seu tipo de uso, e é despercebida pelo público geral pela sua amplitude. Parte do princípio de preservar e proteger as pessoas e secundariamente o patrimônio. Seguindo esta visão, foram criados ao longo do tempo órgãos com a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), leis e métodos a serem seguidos para preservar e minimizar os danos.

Objetivo geral do trabalho é estudar e aplicar um projeto preventivo atendendo os requisitos das normas ABNT vigentes com a **17.240 / 5419** e regulamentações dos bombeiros locais, os IN presentes num edifício comercial, tendo como objetivos específicos;

a) Analisar as normas regulamentadoras pertinentes com o estudo do caso;

b) Efetuar o levantamento das necessidades no ambiente de um prédio comercial;

c) Definição e instalação de componentes do sistema de alarme de incêndio de um prédio comercial;

d) Elaborar projeto de SPDA; iluminação de Emergência;

e) Elaborar projeto Sistema de Alarme de Incêndio;

f) Elaboração do memorial descritivo.

Com o constante desenvolvimento tecnológico existente no setor da construção nacional, o contato com prédios no cotidiano da população é grande. Para garantir a segurança, prevenir acidentes e proteger o patrimônio físico, leis, normas e métodos foram desenvolvidos e tornaram-se obrigatórios nas edificações comerciais. Alvarás são exigidos e fiscalizados para seu funcionamento. O corpo de bombeiros regional é responsável por aprovar e fiscalizar os projetos, chamado de SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas), iluminação de emergência e o SADI (Sistema de Alarme e Detecção de Incêndio).

2 **REFERENCIAL TEÓRICO**

2.1 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICA

A seguir serão abordados os principais modelos de SPDA utilizados e uma breve definição do conceito de descargas atmosféricas.

2.1.1 Descargas Atmosféricas

As descargas atmosféricas mostradas são concentrações de cargas em diferentes porções entre as nuvens, são fenômenos que equivalem a intensas descargas elétricas que ocorrem na atmosfera. Embora que o fenômeno das descargas elétricas (Figura 1) sempre tem causado problemas ao longo da história, as descargas atmosféricas apresentam valores de intensidade que vão de alguns poucos milhares a centenas de milhares de ampères que podem causar danos a estruturas e a seres vivos(FILHO, 2005).

FIGURA 1 - DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Fonte: NBR 5419 (2015).

2.1.2 Métodos de Sistema de Proteção Contra Descarga Atmosférica

O sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) tem como finalidade proteger as estruturas, os equipamentos e os indivíduos de descargas atmosféricas, além de reduzir seus efeitos. A NBR 5419 (2015) reconhece três métodos de proteção das descargas atmosféricas: modelo Eletrogeométrico, método de Franklin e o método da Gaiola de Faraday.

2.1.3 Método de Franklin

Este método foi idealizado pela descoberta do cientista Benjamin Franklin. A finalidade de criar um meio que possa absorver o elevado potencial da descarga elétrica para o solo com o objetivo de proteger pessoas, equipamentos, instalações e estruturas. Utiliza-se uma haste elevada acima da estrutura da qual deseja proteger, minimizando assim à distância e de modo consequente à 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 conforme a Tabela 1 (CREDER, 2015).

FIGURA 2 - MÉTODO FRANKLIN

Fonte: NBR 5419 (2015).

TABELA 1 - POSICIONAMENTO DE CAPTORES CONFORME O NÍVEL DE PROTEÇÃO

Nível de proteção	*h* m / *R* m	Ângulo de proteção (α) - método Franklin, em função da altura do captor (h) (ver Nota 1) e do nível de proteção					Largura do módulo da malha (ver Nota 2) m
		0 - 20 m	21 m - 30 m	31 m - 45 m	46 m - 60 m	> 60 m	
I	20	25°	1)	1)	1)	2)	5
II	30	35°	25°	1)	1)	2)	10
III	45	45°	35°	25°	1)	2)	10
IV	60	55°	45°	35°	25°	2)	20

R = raio da esfera rolante.

1) Aplicam-se somente os métodos eletrogeométrico, malha ou da gaiola de Faraday.

2) Aplica-se somente o método da gaiola de Faraday.

NOTAS

1 Para escolha do nível de proteção, a altura é em relação ao solo e, para verificação da área protegida, é em relação ao plano horizontal a ser protegido.

2 O módulo da malha deverá constituir um anel fechado, com o comprimento não superior ao dobro da sua largura.

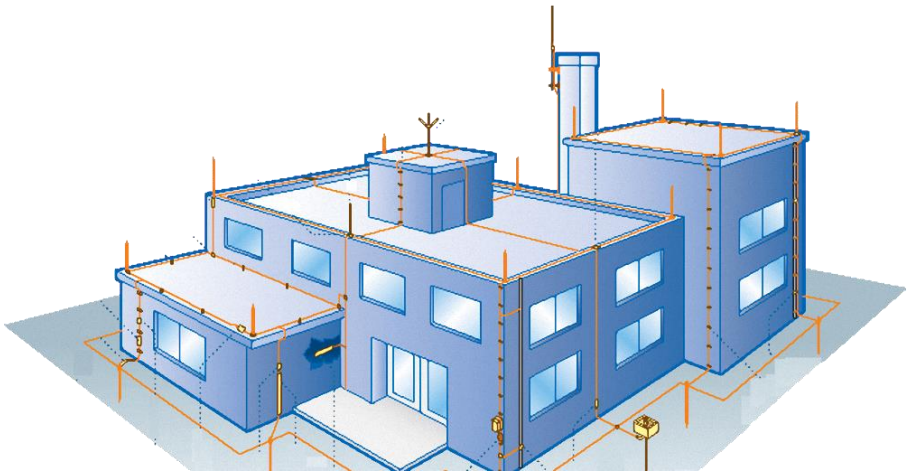
Fonte: NBR5419:2005

Fonte: NBR 5419 (2015).

2.1.4 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). Baseado na teoria de Michael Faraday, na qual o campo no interior de uma gaiola formada por condutores elétricos que conduzem uma corrente qualquer nula, independentemente do valor da corrente. Nas extremidades dos condutores elétricos há um campo que pode gerar tensões induzidas em outros condutores elétricos que estiverem em paralelo com os condutores da malha. Segundo Mamede (2005), instiga as estruturas com uma grande área horizontal, nas qual seria necessária uma grande quantidade de captadores do tipo Franklin.

FIGURA 3 - MÉTODO GAIOLA DE FARADAY



Fonte: IDEAL PROJETOS (2019)

Existem 4 níveis de proteção: O nível de proteção IV é para estruturas não inflamáveis e com pouco acesso de pessoas, o nível de proteção III é destinado para uso de residências, escritórios, fábrica onde não há risco de explosão por inflamáveis, a proteção de classe II é utilizada quando pode destruir bens insubstituíveis ou de valor histórico e lugares que tenham um grande fluxo de pessoas, a proteção de classe I é destinada a estruturas que podem causar danos ao meio ambiente ou estruturas vizinhas como depósito de explosivos ou material tóxico ao meio ambiente .

TABELA 2 - ESPAÇAMENTO MÉDIO DAS MALHAS

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 ± 20 %.	

Fonte: NBR5419:2015

Fonte: NBR 5419 (2015).

Para utilização do método Gaiola de Faraday se utiliza a Tabela 3 que apresenta espaçamento médio das malhas definido pela ABNT, que se divide de acordo com os níveis de proteção, e os níveis de proteção são definidos de acordo com a construção.

TABELA 3 - VALORES DA MALHA DE ATERRAMENTO CORRESPONDENTE A CLASSE DE SPDA

—	Método de proteção		
Classe do SPDA	Raio da esfera rolante - R m	Máximo afastamento dos condutores da malha m	Ângulo de proteção α°
I	20	5 × 5	Ver Figura 1
II	30	10 × 10	
III	45	15 × 15	
IV	60	20 × 20	

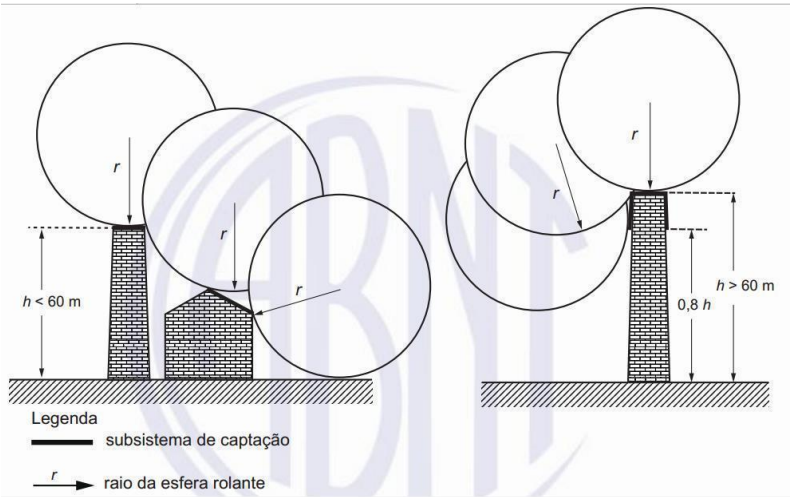
Fonte: NBR 5419 (2015).

2.1.5 Método Eletrogeométrico

Também conhecido como método da esfera rolante ou fictícia, é bastante recomendado para estruturas complexas ou muito altas com formas arquitetônicas, sendo baseados em estudos realizados para delimitar o volume de proteção dos captores de um SPDA. 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 às linhas de transmissão de energia elétrica, sendo assim, bem depois ajustado para atender as grandes estruturas.

FIGURA 4 - MÉTODO ELETROGEOMÉTRICO



Fonte: NBR 5419 (2015).

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

TABELA 4 - ÂNGULO DE PROTEÇÃO DE ACORDO COM A ALTURA DO EDIFÍCIO

Nível de proteção	h m / R m	Ângulo de proteção (α) - método Franklin, em função da altura do captor (h) (ver Nota 1) e do nível de proteção					Largura do módulo da malha (ver Nota 2) m
		0 - 20 m	21 m - 30 m	31 m - 45 m	46 m - 60 m	> 60 m	
I	20	25°	[1]	[1]	[1]	[2]	5
II	30	35°	25°	[1]	[1]	[2]	10
III	45	45°	35°	25°	[1]	[2]	10
IV	60	55°	45°	35°	25°	[2]	20

R = raio da esfera rolante.

[1] Aplicam-se somente os métodos eletrogeométrico, malha ou da gaiola de Faraday.

[2] Aplica-se somente o método da gaiola de Faraday.

NOTAS

1 Para escolha do nível de proteção, a altura é em relação ao solo e, para verificação da área protegida, é em relação ao plano horizontal a ser protegido.

2 O módulo da malha deverá constituir um anel fechado, com o comprimento não superior ao dobro da sua largura.

Fonte: NBR5419:2005

Fonte: NBR 5419 (2015).

2.1.6 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 feito através de um eletrodo, geralmente uma barra de 3 metros de cobre na malha subterrânea do sistema de SPDA. A norma NBR 5419 recomenda que a resistência de aterramento seja inferior a 10Ω para garantir o funcionamento e a segurança do sistema Creder (2016).

TABELA 5 – MATERIAL,CONFIGURAÇÃO E DIMENSÕES MÍNIMAS DE ELETRODO DE ATERRAMENTO

Material	Configuração	Dimensões mínimas [f]		Comentários [f]
		Eletrodo cravado (Diâmetro)	Eletrodo não cravado	
Cobre	Encordoado [c]	–	50 mm²	Diâmetro de cada fio cordoalha 3 mm
	Arredondado maciço [c]	–	50 mm²	Diâmetro 8 mm
	Fita maciça [c]	–	50 mm²	Espessura 2 mm
	Arredondado maciço	15 mm	–	
	Tubo	20 mm	–	Espessura da parede 2 mm
Aço galvanizado à quente	Arredondado maciço [a, b]	16 mm	Diâmetro 10 mm	–
	Tubo [a b]	25 mm	–	Espessura da parede 2 mm
	Fita maciça [a]	–	90 mm²	Espessura 3 mm
	Encordoado	–	70 mm²	–
Aço cobreado	Arredondado Maciço [d] Encordoado [g]	12,7 mm	70 mm²	Diâmetro de cada fio da cordoalha 3,45 mm
Aço inoxidável [e]	Arredondado maciço Fita maciça	15 mm	Diâmetro 10 mm 100 mm²	Espessura mínima 2 mm

a O recobrimento a quente (fogo) deve ser conforme a ABNT NBR 6323 [1].

b Aplicável somente a mini captores. Para aplicações onde esforços mecânicos, por exemplo: força do vento, não forem críticos, é permitida a utilização de elementos com diâmetro mínimo de 10 mm e comprimento máximo de 1 m.

c Composição mínima AISI 304 ou composto por: cromo 16 %, níquel 8 %, carbono 0,07 %.

d Espessura, comprimento e diâmetro indicados na tabela refere-se aos valores mínimos sendo admitida uma tolerância de 5 %, exceto para o diâmetro dos fios das cordoalhas cuja tolerância é de 2 %.

e Sempre que os condutores desta tabela estiverem em contato direto com o solo devem atender as prescrições desta tabela .

f A cordoalha cobreada deve ter uma condutividade mínima de 30 % IACS (*International Annealed Copper Standard*).

g Esta tabela não se aplica aos materiais utilizados como elementos naturais de um SPDA.

Fonte: NBR 5419 (2015).

2.2 INSTRUMENTAÇÃO NORMATIVA

As normativas determinam como as instalações elétricas prediais devem ser aplicadas para garantir a proteção de um edifício.

No decorrer do desenvolvimento deste capítulo serão apresentadas essas normas e informações para o entendimento de sua importância para um projeto preventivo. As instruções normativas são atos administrativos que visam disciplinar a execução de determinada atividade a ser desempenhada pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBM). Têm como objetivo detalhar com precisão o conteúdo da ABNT.

Não é função da instrução normativa criar novos direitos ou obrigações, mas somente explicar de forma mais clara os direitos e obrigações previstos pela ABNT, assim, são alguns objetivos da instrução normativa complementar as leis vigentes, e auxiliar a interpretação do que tem que ser seguido.

A seguir serão abordadas as principais questões da normativa para atender o objetivo do projeto do estudo de caso. A normativa na íntegra se encontra no anexo.

2.2.1 IN 10

Esta Instrução Normativa (IN) estabelece e padroniza os critérios de exigência do sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), nos processos analisados e fiscalizados pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBM) (IN_10 2021).

2.2.2 INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DO SPDA

De acordo com o art. 12, devem ser realizadas inspeções e manutenções periódicas no SPDA, nos seguintes intervalos de tempo: que podem variar de 1 a 5 anos dependendo de como são feitas as ocupações dos imóveis, sendo que, o tempo do projeto do estudo de caso deve ser de 1 ano.

O intervalo das manutenções periódicas do SPDA para a ocupação mista é definido pela ocupação de maior risco do imóvel.

(IN_10 2021).

O CBM tem como responsabilidade a verificação do projeto, 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.

2.3 IN 01

De acordo com o art. 1º esta Instrução Normativa (IN) tem como objetivo estabelecer e padronizar critérios de concepção e dimensionamento do Sistema de Iluminação de Emergência (SIE), nos processos analisados e fiscalizados pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC) (IN_11 2021).

2.3.1 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

II – 5 lux em locais:
a) com desnível (escadas, rampas ou passagens com obstáculos);
b) de reunião de público com concentração.
(IN_11 2021).

Art. 9º. A distância máxima entre 2 pontos de iluminação de ambiente deve ser equivalente a 4 vezes a altura da instalação destes em relação ao nível do piso (IN_11 2021).
Art. 10. A altura máxima de instalação dos pontos de iluminação de emergência é imediatamente acima das aberturas do ambiente (portas, janelas ou elementos vazados).
Parágrafo único. Admite-se a instalação dos pontos de iluminação de emergência junto ao teto das escadas: pressurizadas, enclausuradas ou à prova de fumaça (IN_11 2021).
Art. 11. Nas rotas de fuga horizontais e verticais do imóvel (circulação, corredores, hall, escadas, rampas, etc.), a iluminação convencional destes ambientes deve ter acionamento automático (por exemplo com o uso de sensor de presença) (IN_11 2021).
Art. 12. As luminárias de emergência não podem causar ofuscamento, seja diretamente, seja por iluminação refletiva (IN_11 2021).

A IN 11 especifica onde e como as luminárias de emergência devem ser posicionadas, como também a potência que elas devem possuir para caso uma faltar energia ou ocorrer alguma situação de emergência em que as pessoas precisem de uma orientação visível e de fácil entendimento para evacuar o local.

2.4 IN 01

Esta IN estabelece as exigências dos sistemas e medidas de segurança contra incêndio e pânico (SCI) nos imóveis conforme suas ocupações e/ou riscos específicos (IN_ 11 2019).

2.5 NBR 17240

Esta Norma especifica requisitos para projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas manuais e automáticos de detecção e alarme de incêndio em e ao redor de edificações (NBR_17240 2010).

2.6 SISTEMA DE DETECÇÃO E 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).

2.6.1 SISTEMA CONVENCIONAL

O sistema convencional trata-se da central de alarme sinalizando sonora e visualmente a ocorrência de um princípio de incêndio, e identificando o circuito de detecção e a área que está protegida. O tipo convencional possui centrais que são compostas por um ou mais circuitos de detecção. Esta central é capaz de identificar somente a área em que o circuito de detecção está instalado, não reconhecendo os detectores ou acionadores quando atuam individualmente. Este tipo de sistema não aceita mudança de parâmetros via central de alarme. Permite identificar o setor onde o incêndio foi iniciado, porém, não especifica o local exato do incêndio (ABNT NBR 17240 2010).

2.6.2 SISTEMA ENDEREÇÁVEL

As centrais de tipos endereçáveis possuem em cada dispositivo um código de endereçamento, que possui um endereço próprio que possibilita a central detectar o dispositivo individualmente, conseguindo assim identificar a localização precisa na edificação. Permite, dessa maneira, que a central identifique não só a área protegida, mas também o ponto específico em que o dispositivo foi detectado (ABNT NBR 17240 2010).

2.6.3 SISTEMA ALGORÍTMICO OU MICROPROCESSADO

Sistema Algorítmico ou Microprocessado funciona com transmissão de dados binário, previamente programado, ele proporciona transmitir simultaneamente várias mensagens no mesmo canal de transmissão. Desta forma, é conhecido como um sistema inteligente, a central disponibiliza um conjunto completo de informações sobre diversos eventos, desta forma atribui informações mais detalhadas e confiáveis, concedendo ações mais complexas.

2.8 IN 12

Esta Instrução Normativa (IN) estabelece e padroniza os critérios de exigência do Sistema de Alarme e Detecção de Incêndio (SADI), nos processos analisados e fiscalizados pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC) (IN_11 2018).

2 METODOLOGIA

O Sistema Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), iluminação de emergência e sistema de alarme de incêndio (SADI) fazem parte do Projeto Preventivo, que tem como objetivo garantir a sinalização orientadora 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

Tipo de Edificação: **Comercial**

Nível de Proteção: **II (Malha captora de no máximo 10 x 10 e interligação em média a 10 m).**

Número de Pavimentos: **8**

Área Total*:* **4.982,80m²**

Altura do edifício**: 32,52 m**

3.2 NORMAS TÉCNICAS APLICADAS

Neste de Projeto serão utilizadas as normas IN-10 para o SPDA referente ao corpo de bombeiro militar de Santa Catarina e a NBR 5419 – Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas – 2015, às normas para iluminação de emergência do corpo de bombeiros militar de Santa Catarina a IN-11 e a NBR 10898 e no Sistema de Alarme de Incêndio utilizamos as IN-12 do corpo de bombeiros militar de Santa Catarina e a NBR 17.240.

3.3 DISPOSIÇÕES GERAIS

Para verificar a necessidade de um projeto de um SPDA segundo a NR 10, o edifício tem que ter no mínimo 20 metros de altura e 750 m² de área construída, e segundo a NBR é necessário ter no mínimo 750 m² mais o cálculo de risco.

O Edifício comercial utilizado no estudo de caso tem 32,52 metros de altura, e tem um total de 4.982,80 de área construída. Nas tabelas apresentadas a seguir é demonstrado o cálculo de risco comprovando a necessidade de implantação do SPDA atendendo os requisitos necessários.

Depois de identificar a necessidade de implantação do SPDA, é verificada a Tabela 2, para definir qual o grau de risco do edifício. Por se tratar de um edifício com uma considerável transação de pessoas este edifício de classe de proteção ll.

Identificando o grau de proteção, o próximo passo é identificar qual método deve ser utilizado no projeto, considerando que o edifício é retangular e tem uma grande área horizontal, sendo utilizado o Método de Gaiola de Faraday para a elaboração do SPDA.

O projeto de sistema de Descargas atmosféricas para este edifício comercial foi considerado a estrutura do próprio edifício devido ao tempo de obra, onde o projeto foi feito antes do começo da construção, e na hora de execução da obra seja possível executar dessa forma. Além da norma permitir este método através dele, consegue-se gerar uma economia de material e financeira por usar a mesma estrutura. Seguindo o cálculo de implementação para comprovar a necessidade do SPDA.

Na Primeira parte do cálculo coloca-se as informações de comprimento, largura e altura e com elas define-se a Avaliação de risco de exposição (Ae) do edifício conforme a Tabela 6.

TABELA 6 - CÁLCULO DE NECESSIDADE DE SPDA PARTE.1

Parâmetro da Edificação:	
Comprimento(L)	53,31
Largura(W)	13,83
Altura(H)	20,1

Avaliação De Riscos de exposição:	
Ae = Area de Exposição(m^2)	
Ae = L x W + 2 x L x H + 2 x W x H + 3,1416 x H^2	
Ae=	4705,543

Fonte: Autor (2021).

Na Tabela 7 foram definidas a densidade de descargas para a terra (Ng) através da fórmula de acordo com a NBR-5419. Sendo o número de dias de trovoada por ano (Td) definido pelo mapa isoceráunico de acordo com NBR-5419 de acordo com cada região.

TABELA 7 - CÁLCULO DE NECESSIDADE DE SPDA PARTE.2

Densidade de Descarga Para a Terra (Ng):		
Td =	8	dias com trovoada por ano da região da edificação (descarga/km^2/ano)
		Obtido à partir do mapa isoceráunico (NBR-5419:2001, Anexo B, fig. B.1.4)
Ng = 0,04 xTd^1,25		
Ng =	0,538174	

Fonte: Autor (2021).

Utilizando a fórmula descrita na NBR-5419 e na Tabela 7, pode-se descobrir a frequência anual previsível de descargas (N), utilizando os valores calculados de Avaliação de risco de exposição (Ae) e o número de dias de trovoada por ano (Td).

TABELA 8 - CÁLCULO DE NECESSIDADE DE SPDA PARTE.3

Frequência Anual Previsível de Descargas (N):	
N = Ng x Ae x 10^-6 por ano	
N =	0,025324

Fonte: Autor (2021).

Os fatores de ponderação são seguidos de acordo com a NBR-5419 e definidas de acordo com as características que envolvem cada edifício. Existem 5 fatores de ponderação que são considerados.

O fator A de ponderação é o fator de ocupação, que define o tipo de ocupação que o edifício vai ser de acordo com a Tabela 9.

TABELA 9 - TABELA DE 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 de TV.	0,7
Fábricas, oficinas e laboratórios.	1,0
Edifícios de escritórios, hotéis e apartamentos, e outros edifícios residenciais não ainda incluídos.	1,2
Locais de afluência de público (ex.: igrejas, pavilhões, teatros, museus, exposições, lojas, correios, estações, aeroportos e estádios.	1,3
Escolas, hospitais, creches e outras instituições de múltiplas atividades.	1,7

Fonte: NBR 5419 (2015).

O fator B de ponderação é o de tipo de construção, que define o tipo de construção de acordo com a Tabela 10.

TABELA 10 - TABELA DE TIPO CONSTRUÇÃO

Tipo de construção	Fator B
Estrutura de aço revestida com cobertura não-metálica.	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.	1,0
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.	2,0

Fonte: NBR 5419 (2015).

O fator C de ponderação é o de conteúdo da estrutura ou efeitos indiretos, que define o que o que este edifício vai abrigar, que se encontra ao redor do edifício e como ele vai afetar o meio de acordo com a Tabela 11.

TABELA 11 - TABELA DE 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 industrias e agrícolas contendo objetos particularmente suscetíveis a danos (instalação de alto valor ou materiais vulneráveis a incêndios).	0,8
Subestações de energia elétrica, usinas de gás, centrais telefônicas, estações de rádio.	1,0
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 de afluência de público.	1,7

Fonte: NBR 5419 (2015).

O fator D de ponderação é o de localização, que define como o edifício se caracteriza e se destaca no meio ambiente de acordo com a Tabela 12.

TABELA 12 - TABELA DE LOCALIZAÇÃO

Localização.	Fator D
Estrutura localizada em uma grande área contendo estruturas ou árvores de mesma altura ou mais altas.	0,4
Estruturas localizadas em uma área contendo poucas estruturas ou árvores de altura similar.	1,0
Estrutura completamente isolada ou que ultrapasse, no mínimo, duas vezes a altura de estruturas ou árvores próximas	2,0

Fonte: NBR 5419 (2015).

O fator E de ponderação é o de Topografia , que define como e a região onde o edifício se encontra de acordo com a Tabela 13.

TABELA 13 - TABELA DE TOPOGRAFIA

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

Fonte: NBR 5419 (2015).

Seguindo as características deste edifício obteve-se os fatores de ponderação para este projeto;

TABELA 14 - FATORES DE PONDERAÇÃO

Fatores de Ponderação:	
Obtido pelos Fatores de Ponderação NBR-5419:2001	
A - Tipo de Ocupação	1,2
B - Tipo de Construção	0,8
C - Conteúdos e Efeitos Indiretos	0,3
D - Localização	2
E - Topografia	0,3

Fonte: Autor (2021).

Definidos os Fatores de Ponderação, conforme a Tabela 14, e utilizando o valor de Frequência anual previsível de Descargas, conforme a Tabela 8, utiliza-se esses valores para calcular a Ponderação de Frequência Anual Previsível de Descarga.

TABELA 15 - PONDERAÇÃO DE FREQUÊNCIA ANUAL PREVISÌVEL DE DESCARGA

Ponderação da Frequência Anual Previsível de Descarga (Np)	
Np = N x A x B x C x D x E	
Np =	0,004376

Fonte: Autor (2021).

Após calcular o valor de ponderação de frequência anual previsível de descarga, é feito uma análise do resultado obtido com os valores da tabela da NBR-5419 onde tem a conclusão se o SPDA é obrigatório, opcional ou é dispensável no edifício.

Como o Np calculado é de 0,004376 e seguindo os critérios da norma o SPDA obrigatório no edifício usado neste projeto

TABELA 16 -PARECER TÉCNICO

Parecer Técnico:		
A = Np maior ou igual a 10^-3	Np >= 0,001	Obrigatório
B = Np entre 10^-3 e 10^-5	Np > 0,00001	Opcional
C = Np menor ou igual a 10^-5	Np <= 0,0001	Dispensado

Fonte: NBR 5419 (2015).

3.4 CÁLCULO DE DESCIDAS

Para calcular o número de descidas de um SPDA é necessário o perímetro da cobertura e dividir pelo espaçamento dos condutores definidos pela classe de proteção como mostra a Tabela -2. Visando maximizar a proteção da estrutura sempre arredonda o valor para mais.

TABELA 17 - CÁLCULO DE NÚMERO DE DESCIDAS

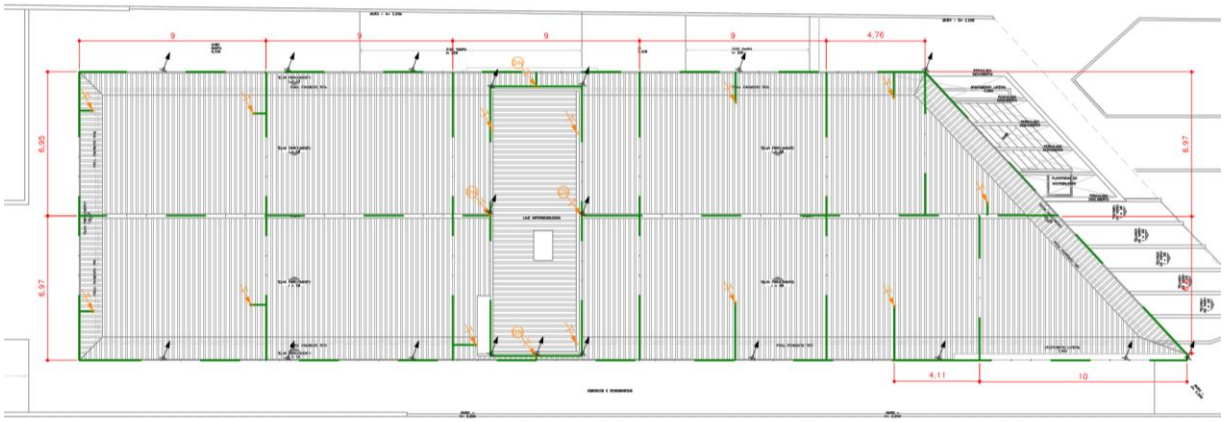
Pco - Perímetro da construção, em m;	126,92
Dcd - Espaçamento entre os condutores de descida	10
Ncd - Número dos condutores de descida	12,692
Número de descidas adotadas	13

Fonte: Autor (2021).

3.5 MALHA CAPTORA

A malha captora é o primeiro ponto de impacto com a descarga atmosférica. Ao receber a descarga ela dissipa pela estrutura de captação para posteriormente ir para as descidas. Para a malha captora foi definido a utilização de barras de cobre com dimensões de 1/8x7/16” (#35 mm²). Essas barras serão fixadas diretamente na extremidade dos beirais de concreto do edifício, conforme detalhe específico que se encontra no projeto em anexo.

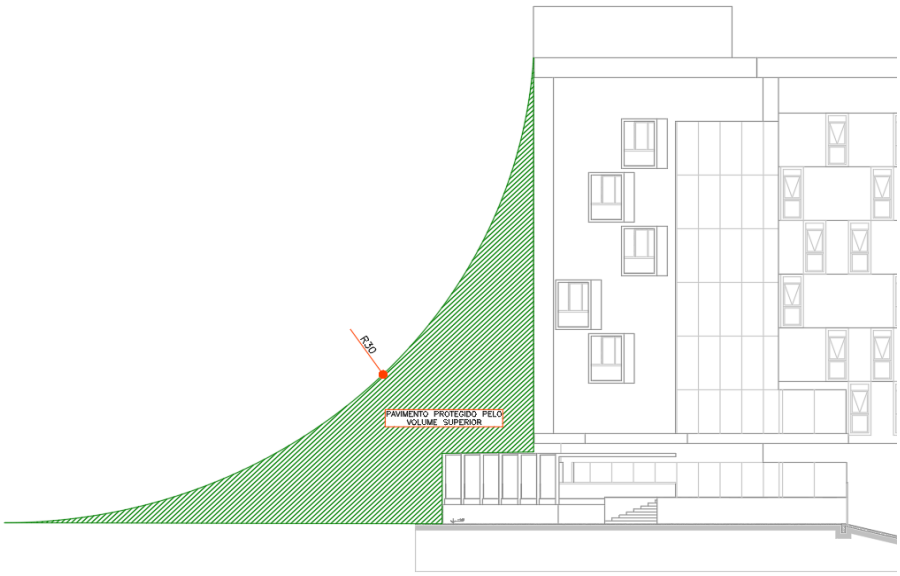
FIGURA 5 - MALHA CAPTORA



Fonte: Autor (2021).

Foi adotado a Gaiola de Faraday como principal sistema de proteção, entretanto, outros serão utilizados como subsistemas, o método de franklin será utilizado para proteção da parte superior do sistema através de um terminal aéreo fixado na barra chata que terá a função de proteger a alvenaria do impacto direto da descarga, e o método da esfera rolante protege ao redor da edificação por ser o ponto mais alto em um ângulo de acordo com sua proteção.

FIGURA 6 - DETALHE DE ESFERA ROLANTE

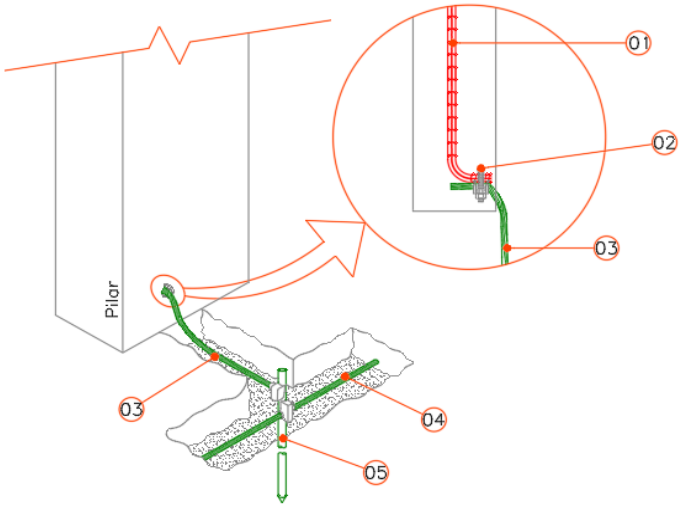


Fonte: Autor (2021).

3.6 INTERLIGAÇÃO ENTRE AS MALHAS CAPTURA/SUBTERRÂNEA

As interligações entre a malha captora e subterrânea devem ser efetuadas para interligar a malha captora a malha subterrânea para a descarga poder se dissipar no solo, nesse estudo de caso serão utilizados ferragem da estrutura, visando aproveitar o momento que o edifício está sendo construído, sendo que a seção mínima é de 3/8.

FIGURA 7 - DETALHE DA INTERLIGAÇÃO DA MALHA DE ATERRAMENTO.



LEGENDA
01 – Barra estrutural condutora em aço, mín. 3/8" (aço própria estrutura)
02 – Conector mini–gar bimetálico para conexão entre cabo #50mm² e ferragem da estrutura
03 – Cabo de cobre nu #50mm²
04 – Malha de aterramento subterrânea cabo de cobre nu #50mm²
05 – Haste de aterramento tipo ferro cobreado 5/8"x2400mm espessura de cobre: 250,4µm

DETALHE INTERLIGAÇÃO MALHA DE ATERRAMENTO
SEM ESCALA

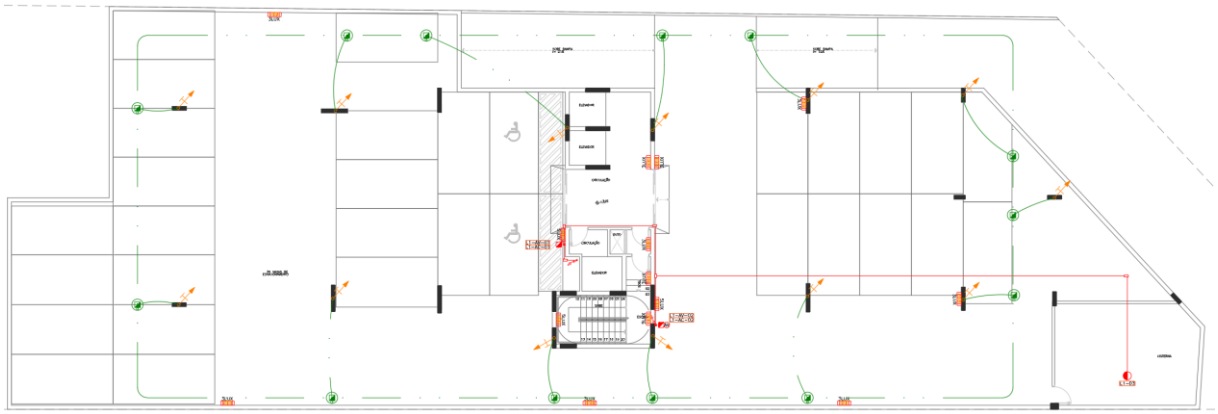
Fonte: Termotécnica (2019).

3.7 MALHA DE ATERRAMENTO SUBTERRÂNEA

A malha de aterramento subterrânea e onde ocorre a dissipação da descarga do sistema no solo e deve ser feita com cabo de cobre nu com seção de #50 mm² no perímetro da edificação a ser protegida, devendo ser interligada à malha captora conforme demonstrado em projeto.

Foi Utilizado uma malha do tipo anel, respeitando o espaçamento mínimo exigido de 1 metro de distância da alvenaria, a norma regulamentadora não indica uma quantidade mínima de caixa de inspeção, para ter uma medição mais precisa na hora da verificação foi utilizado em projeto 13 caixas de inspeção dispostas conforme projeto em anexo, sendo que em caixa possui uma haste de aterramento.

FIGURA 8 - MALHA DE ATERRAMENTO



Fonte: Autor (2021).

3.8 ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

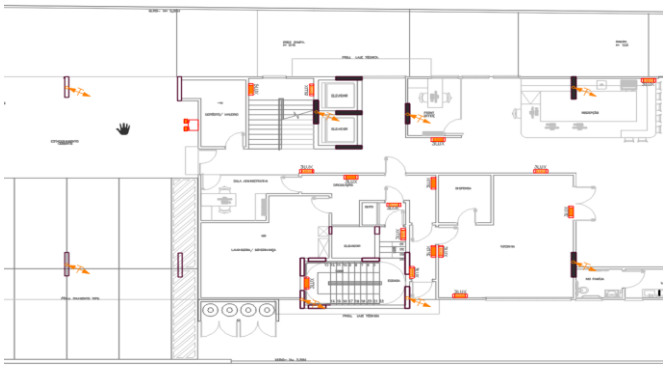
Por se tratar de um ambiente comercial onde terá um fluxo de pessoas diretrizes para a implantação de um sistema de iluminação de emergência cuja finalidade é gerar um nível de iluminação suficiente para a evacuação segura das pessoas caso haja falta de energia.

FIGURA 9 - ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA DE 3 LUX.

Fonte: Segurimax (2019).

Em todos os pavimentos foram previstos blocos autônomos para a iluminação de emergência. Foi utilizado um nível mínimo de iluminação de 3 LUX em locais planos como, corredores, halls, elevadores, garagens etc. Em lugares com desnível como escadas e obstáculos foi utilizado um nível de iluminação de 5 LUX.

FIGURA 10 - LOCAÇÃO DA ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA



Fonte: Autor (2021).

3.9 ALARME DE INCÊNDIO

Para realizar um projeto de alarme de incêndio para algum edifício, deve se seguir algumas normas e métodos;

3.9.1 IN 01 – PARTE 02

Com essa norma do CBMSC pode-se definir o que é necessário para garantir a segurança do edifício. Essa tabela divide-se em ocupações e seu uso, e para cada tipo de edifício tem uma ocupação e exigências diferentes.

TABELA 18 - TABELA DE OCUPAÇÕES

Grupo	Ocupação/ Uso	Divisão	Descrição	Destinação
A	Residencial	A-1	Multifamiliar horizontal	condomínios horizontais, casas geminadas
		A-2	Multifamiliar vertical	Edifícios de apartamentos em geral
		A-3	Coletiva	Pensionatos, internatos, alojamentos, mosteiros, conventos, residências geriátricas. Capacidade máxima de 16 leitos
B	Serviço de Hospedagem	B-1	Hotel e assemelhado	Hotéis. motéis. pensões. hospedarias. pousadas. albergues. casas de cômodos. divisão A-3 com mais de 16 leitos
		B-2	Hotel residencial	Hotéis e assemelhados com cozinha própria nos apartamentos (incluem-se apart-hotéis, flats, hotéis residenciais)
C	Comercial	C-1	Comércio com baixa carga de incêndio	Açougue, Artigos de metal ou vidro, bijuterias, louças, artigos hospitalares, eletrodomésticos, açougue, verdureiras, floricultura, automóveis, bebidas fermentadas (vinhos, cervejas) outros
		C-2	Comércio com média e alta carga de incêndio	Edifícios de lojas de departamentos, magazines, armarinhos, galerias comerciais, supermercados em geral, mercados, bebidas destiladas, brinquedos, calçados, drogarias, artigos em couro, artigos esportivos, livrarias, têxteis, móveis e outros
		C-3	*Shopping centers*	Centro de compras em geral (shopping centers)
D	Serviço profissional	D-1	Local para prestação de serviço profissional ou condução de negócios	Escritórios administrativos ou técnicos, instituições financeiras (que não estejam incluídas em D-2), repartições públicas, cabeleireiros, centros profissionais e assemelhados, agências de correios, processamento de dados
		D-2	Agência bancária	Agências bancárias e assemelhados
		D-3	Serviço de reparação (exceto os classificados em G-4)	Lavanderias, assistência técnica, reparação e manutenção de aparelhos eletrodomésticos, chaveiros, pintura de letreiros, oficinas elétricas, oficinas hidráulicas ou mecânicas, oficina de pintura e outros
		D-4	Laboratório	Laboratórios de análises clínicas sem internação, laboratórios químicos, fotográficos e assemelhados
E	Educacional e cultura física	E-1	Escola em geral	Escolas de primeiro, segundo e terceiro graus, cursos supletivos e pré-universitário e assemelhados
		E-2	Escola especial	Escolas de artes e artesanato, de línguas, de cultura geral, de cultura estrangeira, escolas religiosas e assemelhados
		E-3	Espaço para cultura física	Locais de ensino e/ou práticas de artes marciais, natação, ginástica (artística, dança, musculação e outros) esportes coletivos (tênis, futebol e outros que não estejam incluídos em F-3), sauna, casas de fisioterapia e assemelhados. Sem arquibancadas.
		E-4	Centro de treinamento profissional	Escolas profissionais em geral

Fonte:CBMSC (2021).

Analisando a tabela de ocupações com o edifício que foi utilizado, o grupo pertencente a este projeto é o B e sua Sub divisão e a B-1, que é destinada a Hotéis, motéis, pensões, hospedarias etc

TABELA 19 - IMÓVEIS DA DIVISÃO B

Grupo de ocupação e uso		Grupo B - Serviços de Hospedagem				
Divisão		B-1 (hotéis, motéis...), B-2 (hotel com cozinha em apartamentos, apart-hotéis...)				
Medidas de segurança Contra Incêndio	Instrução Normativa	Classificação quanto à altura (em metros)				
		Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 30	> 30
Acesso de viatura na edificação	IN 35	x	x	x	x	x
Alarme de incêndio	IN 12	x	x	x	x	x
Brigada de incêndio[1]	IN 28	x	x	x	x	x
Chuveiros automáticos	IN 15	-	-	-	-	x
Compartimentação horizontal ou de áreas	IN 14	x[2]	x[2]	x[3]	x[3]	x
Compartimentação vertical	IN 14	-	-	-	x[4]	x
Controle de fumaça*	-	-	-	-	-	x[5]
Controle de materiais de acabamento	IN 18	x	x	x	x	x
Detecção automática de incêndio	IN 12	x[6]	x[6]	x[6]	x[6]	x
Elevador de emergência	IN 9	-	-	-	-	x[7]
Extintores (V)	IN 6	x	x	x	x	x
Gás combustível	IN 8	x	x	x	x	x
Hidráulico preventivo	IN 7	x	x	x	x	x
Iluminação de emergência (V)	IN 11	x	x	x	x	x
Instalação elétrica de baixa tensão (V)	IN 19	x	x	x	x	x
Plano de emergência	IN 31	-	-	-	x	x
Saídas de emergência	IN 9	x	x	x	x	x[8]
Sinalização para abandono de local (V)	IN 13	x	x	x	x	x

Fonte:CBMSC (2021).

No projeto em estudo, o edifício tem mais de 30 metros, será utilizado a última fileira destinada a edifícios com alturas maiores ou igual a 30m para verificação dos itens para o projeto.

Os itens exigidos e que compõem esse projeto segundo a Tabela 18, são: Alarme de incêndio, Detecção automática de incêndio referentes a IN 12 e iluminação de emergência referente a IN 11.

3.9.2 NBR 17240

Através dessa Norma tem as dimensões e os métodos que devem ser seguidos. Dentre os tipos de sistemas apresentados pela norma, vão ser utilizados a Detecção endereçável, pois esse modelo de sistema cobre todos os requisitos necessários para a proteção do sistema, que é o monitoramento individual de cada ambiente no edifício.

Os detectores pontuais de fumaça que serão utilizados nesse projeto, se adequa às características de proteção, cuja característica no início da combustão é a geração de fumaça.

Em ambientes onde tenham estruturas muito altas como prateleiras, deve se instalar detectores em locais mais baixos, pois móveis, estruturas, paredes interferem na detecção.

Devem ser seguidos alguns parâmetros de segurança para sua utilização. Deve se ter 15 cm de afastamento das paredes para distribuição no projeto ele deve cobrir um diâmetro de 6,3 metros, e dentro do ambiente que ele está sendo projetado deve cobrir todo ambiente, sem deixar espaços sem o alcance dos detectores.

O acionador manual deve ser instalado em locais de trânsito de pessoas em caso de emergência, como saídas e corredores dos edifícios. O caminhamento e o percurso feito de um ponto no edifício até a saída, essa distância segundo norma não deve ser superior a 30 metros, em qualquer ponto um acionador deve estar nesse percurso.

Os avisadores sonoros e/ou visuais devem ser instalados em quantidades suficientes, nos locais que permitam sua visualização e/ou audição, em qualquer ponto do ambiente no qual estão instalados, nas condições normais de trabalho deste ambiente, sem impedir a comunicação verbal próximo do local de instalação, geralmente instalados próximos ao acionador manual.

A central de alarme tem como objetivo identificar os circuitos de detecção e indicação da respectiva área ou local protegido e interliga todos os equipamentos formando o projeto de alarme de incêndio.

4 CONCLUSÃO

Neste trabalho foram abordados os conceitos para o entendimento de um projeto preventivo e como executar um projeto de Sistema Contra Descargas Atmosféricas, Iluminação de emergência e sistema de alarme de incêndio, utilizando o estudo de caso aplicado de um prédio comercial como exemplo.

O edifício está localizado no município de Joinville/SC, sendo que sua localização foi alterada por motivos de segurança, sendo que toda a parte estrutural e arquitetônica foi respeitada, para estudo e aplicação do projeto preventivo.

Na Elaboração do Projeto de Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), foi verificado a necessidade de um SPDA e foi considerado o método de Gaiola de Faraday para o sistema de proteção, com o índice de proteção de nível II que e destinada a áreas comerciais.

No Projeto de Iluminação de emergência foi seguido as normas do corpo de bombeiros para sua composição, tendo 62 iluminações de emergência distribuídas em todo edifício e variando conforme o local entre 3 e 5 lux de luminosidade.

O projeto de Sistema de Alarme de Incêndio foi verificado que era necessário ter um sistema de proteção conforme as normas apresentadas, considerando para este projeto o sistema de Classe Be o central do tipo endereçável , foram dispostos 199 pontos de detectores de fumaça e 11 acionadores manuais ao longo do projeto.

O Memorial tem como objetivo discriminar tudo que será utilizado no projeto e suas normas vigentes conforme memorial em anexo. Um memorial descritivo é um documento que detalha todo o projeto a ser realizado, onde estão relacionados, um a um, todos os itens da edificação a ser construída. Estruturas, acabamentos, instalações, tudo deverá ser informado de acordo com o que será realizado na obra.

O memorial tem o objetivo de contar detalhadamente todo o desenvolvimento do projeto. A principal finalidade do memorial descritivo é relatar em formato de textos todas as minúcias vindas do projeto.

O estudo de caso realizado tem extrema importância para fazer a conciliação do que as normativas exigem e com as necessidades da obra em anexo segue o projeto completo.

REFERÊNCIAS

FILHO, Silvério Visacro. **DESCARGAS ATMOSFÉRICAS** uma abordagem para engenharia 1ºEdição. São Paulo: 2005.

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

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

KINDERMANN, Mário Geraldo Jorge Campagnolo. **Aterramento Elétrico**. 3º Edição. Porto Alegre: 1995.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419**: Proteção contra descargas atmosféricas Parte 1:Princípios gerais, Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419**: Proteção contra descargas atmosféricas Parte 2:Gerenciamento de risco, Rio de Janeiro, 2015.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **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.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações Elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

COMANDO DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **IN 001/DAT/CBMSC**: PROCESSOS GERAIS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO - PARTE 1 (2ª EDIÇÃO). NT nº 62/DSCI/2021 ed. Florianópolis, 2021.

COMANDO DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **IN 001/DAT/CBMSC**: PROCESSOS GERAIS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO - PARTE 2 (2ª EDIÇÃO). NT nº 62/DSCI/2021 ed. Florianópolis, 2021.

COMANDO DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **IN 010/DAT/CBMSC**: SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS NT nº 40/DSCI/2021 ed. Florianópolis, 2021.

COMANDO DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **IN 011/DAT/CBMSC**: SISTEMA DE ILUMINAÇÃO NT nº 34/DSCI/2018 ed. Florianópolis, 2017.

COMANDO DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **IN 012/DAT/CBMSC**: SISTEMA DE ALARME E DETECÇÃO DE INCÊNDIO NT nº 61/DSCI/2021 ed. Florianópolis, 2018.