



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**FRANCISCO HAROLDO LIMA NETO**

**A SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO NA MATRIZ CURRICULAR DO CURSO DE  
ENGENHARIA ELÉTRICA**

**FORTALEZA**

**2020**

FRANCISCO HAROLDO LIMA NETO

**SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO NA MATRIZ CURRICULAR DO CURSO DE  
ENGENHARIA ELÉTRICA**

Monografia apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Raphael Amaral de Câmara.

Coorientador: Eng. Roberto Hugo Martins

FORTALEZA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo (a) autor (a)

---

N385s Neto, Francisco Haroldo Lima.  
A Segurança Contra Incêndio na Matriz Curricular do Curso de Engenharia Elétrica /  
Francisco Haroldo Lima Neto – 2020.  
68 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de  
Tecnologia, Curso de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2020.

Orientação: Prof. Dr. Raphael Amaral de Câmara.

Coorientação: Eng. Roberto Hugo Martins.

1. Segurança Contra Incêndio. 2. Matriz Curricular. 3. Engenharia Elétrica. 4. Corpo de  
Bombeiros. 5. Instalações Elétricas em Baixa Tensão. I. Título.

CDD 621.3

---

FRANCISCO HAROLDO LIMA NETO

**SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO NA MATRIZ CURRICULAR DO CURSO DE  
ENGENHARIA ELÉTRICA**

Monografia apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Raphael Amaral de Câmara (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Diego de Sousa Madeira  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Eng. Roberto Hugo Martins  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais,

A minha avó Francisca.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço de forma especial aos meus pais Haroldo e Verônica, pelos esforços, suporte e paciência de acreditar em mim não só durante a graduação, mas pela vida toda.

A minha avó que mesmo estando distante, mas contribuindo e dando todo o suporte possível durante toda a minha caminhada, já desde criança.

Aos amigos que fiz durante o período do curso, pelas ajudas, ensinamentos e dificuldades enfrentadas em conjunto durante todos os desafios dessa jornada.

A todos os amigos desde a época do colégio, na qual mantenho e cultivo a amizade até hoje.

A todos os integrantes da Coordenadoria de Atividades Técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado do Ceará, que me receberam e me ensinaram muito durante o período de estágio, especialmente ao Cap. BM Roberto Hugo e ao Cap. Marcos Lima pela atenção e disponibilidade para ajudar durante este trabalho de conclusão de curso.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Engenharia Elétrica da UFC que contribuíram enormemente com a minha formação, especialmente aos professores da banca pelo tempo e dedicação concedidos.

“Aprender é igual a mudar, e entender é apenas conhecer. A diferença entre os dois é o que diferencia os que fazem dos que apenas pensam em fazer.”

Paulo Vieira

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar propostas e possíveis soluções à matriz curricular não só do curso de engenharia elétrica, mas de todos os cursos de graduação de engenharia e arquitetura que formam profissionais ativamente atuantes em projetos e construções de edificações. No Brasil, as perdas por incêndios em edificações têm aumentado em larga escala, proporcionalmente aos sinistros que vem ocorrendo no país, escancarando ainda mais os riscos iminentes existentes nas edificações que não gozam de um Sistema de Combate a Incêndio atualizado e eficiente, gerando riscos ainda maiores. Visto que a formação em SCI é bastante incipiente no país, diversas medidas e soluções devem ser impostas já desde a graduação para que se tenha profissionais capacitados e com experiência no assunto, a fim de se maximizar a segurança dos ocupantes de uma estrutura. Além disso, esse demonstra ser um mercado ainda muito pouco explorado no nosso país, visto que há pouquíssimos profissionais especialistas no assunto, uma vez que a maioria que é entendida no assunto, teve que recorrer à cursos de pós-graduação no exterior para se aperfeiçoar e aprofundar ainda mais no assunto. Ou seja, é um mercado com bastante espaço e potencial a ser explorado, além de ter uma importância fundamental, pois é um conhecimento que literalmente, pode ajudar a reduzir os prejuízos patrimoniais e, principalmente, salvar vidas.

**Palavras-chave:** Segurança Contra Incêndio. SCI na Matriz Curricular da Engenharia Elétrica. Normas Técnicas. Corpo de Bombeiros. Prevenção Contra Sinistros. Instalações Elétricas em Baixa Tensão. Pesquisa e Análise de Incêndios.

## ABSTRACT

The present work aims to present proposals and possible solutions to the curriculum not only of the electrical engineering course, but also of all engineering and architecture undergraduate courses that train professionals actively working in building projects and constructions. In Brazil, losses due to fires in buildings have increased on a large scale, in proportion to the claims that have been occurring in the country, further opening up the imminent risks existing in buildings that do not have an updated and efficient Fire Fighting System, generating risks bigger. Since hazard prevention and control training is incipient in the country, several measures and solutions must be imposed since graduation to have trained professionals with experience in the subject, in order to maximize the safety of the occupants of a structure. Furthermore, this proves to be a market that is still very little explored in our country, since there are very few professionals specialized in the subject, since the majority who are understood in the subject, had to resort to postgraduate courses abroad to improve themselves, and go even deeper into the subject. In other words, it is a market with a lot of space and potential to be explore, in addition to being of fundamental importance, as it is knowledge that literally can help reduce property losses and, above all, save lives.

**Keywords:** Fire Safety. SCI in the Electrical Engineering Curriculum. Technical Standards. Fire Department. Loss Prevention. Low Voltage Electrical Installations. Research and Analysis of Fires.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Processo de gestão de riscos.....	26
Figura 2 – Modelo de duas camadas.....	42
Figura 3 – Modelo de Campo.....	42
Figura 4 – Aplicação da Simulação Computacional.....	43
Figura 5 – Validação do FDS.....	44

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Média Bruta do Risco de Perdas por \$100 TIV.....	32
Gráfico 2 – Operação dos Sprinklers e sua Efetividade.....	33
Gráfico 3 – Razões para um encadeamento de falhas e inefetividades dos sprinklers...	33

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NT	Norma Técnica
NBR	Norma Brasileira Regulamentar
CEPI	Comando de Engenharia e Prevenção de Incêndios
CBMCE	Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Ceará
IT	Instrução Técnica
SCIER	Segurança Contra Incêndios em Edificações – Recomendações
PSCIP	Processo de Segurança Contra Incêndio e Pânico
SCI	Segurança Contra Incêndio
CAU	Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
SSCIE	Segurança Contra Incêndio em Edificações
UFC	Universidade Federal do Ceará

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2. ANÁLISE DO ENSINO DE PREVENÇÃO À INCÊNDIOS NA MATRIZ CURRICULAR VIGENTE DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA (2005)..</b>	<b>15</b>
2.1. Um tema importante para agregar nas Engenharias.....	15
2.3. A Segurança Contra Incêndio e Seus Operadores. ....	16
2.4. Normas Técnicas e as Leis. ....	18
2.5. A Legislação de Segurança Contra Incêndio no Brasil.....	19
2.6. Normas Técnicas de Segurança Contra Incêndio.....	21
2.7. A Adoção de Normas Técnicas ou Instruções Técnicas.....	23
<b>3. ASSUNTOS QUE PODERIAM SER ABORDADOS NA MATRIZ CURRICULAR COM RELAÇÃO À SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO. ....</b>	<b>25</b>
3.1. Gestão de Risco de Incêndio. ....	25
3.2. O Projeto Técnico de Prevenção à Incêndios e a sua Burocratização. ....	27
3.3. A Eficácia de um Sistema de Sprinklers na Prevenção e Combate à Incêndios..	29
3.3.1. <i>Procedimento para Inspeção.</i> ....	34
3.3.2. <i>Sistemas de Bombas de Incêndio e suas Particularidades.</i> .....	35
3.4. A Contribuição Efetiva da Administração de Conhecimentos na SSCIE.....	36
3.4.1 <i>A Utilização de Gestão de Conhecimento na Eficiência do SSCIE.</i> ....	38
3.5. Modelagem e Simulação Computacional aplicada à Segurança Contra Incêndio.	
40	
3.5.1. <i>Modelagem de um Incêndio.</i> ....	41
3.5.2. <i>Validação dos Projetos.</i> ....	43
3.5.3. <i>Modelagem de Abandono.</i> ....	45
<b>4. CRIAÇÃO DE UMA POSSÍVEL DISCIPLINA NA MATRIZ CURRICULAR DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA. ....</b>	<b>46</b>
4.1. Visão Geral sobre a ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão a Respeito da Segurança Contra Incêndio. ....	47

<i>4.1.1. Alimentação Elétrica nos Sistemas de Segurança. ....</i>	<b>48</b>
<i>4.1.2. Ponderações a respeito da Elaboração do Projeto de Sistemas Elétricos. ....</i>	<b>49</b>
<b>5. ANÁLISE DE COMO A SCI CONTRIBUI PARA COMPLEMENTAR O CURRÍCULO DOS ALUNOS DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA.....</b>	<b>50</b>
<b>5.1. Prevenção de Incêndios como Oportunidade de Carreira Profissional. ....</b>	<b>51</b>
<b>5.2. O preço da Segurança Contra Incêndios em Estruturas em Geral. ....</b>	<b>53</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>57</b>
<b>ANEXO A - MEMORIAL DESCRITIVO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO.....</b>	<b>59</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica é um recurso imprescindível na nossa sociedade, demonstrando um crescimento e uma participação cada vez maior na vida das pessoas, tornando-se uma energia extremamente importante. Utiliza-se a eletricidade em quase todas as tarefas e equipamentos que se manuseia diariamente, contribuindo para facilitar o cotidiano da população.

No entanto, apesar de todos os benefícios, se faz necessário ter muito cuidado no que diz respeito ao manuseio e utilização desta energia, principalmente nas residências. Com isso, diversos tipos de acidentes são relatados diariamente relacionados à eletricidade, podendo ser ocasionados por choques elétricos ou até mesmo, em casos mais extremos, em incêndios por conta de falhas na instalação elétrica.

O Corpo de Bombeiros sempre teve a função essencial de atender ocorrências de sinistros, ou seja, de incêndios. Porém, com o passar do tempo e do aumento da tecnologia, os bombeiros precisam estar sempre se atualizando a respeito do que existe de mais moderno, seja para apagar as chamas da maneira mais eficiente, como também para realizar a prevenção de incêndios e acidentes relacionados a instalações elétricas. Por isso, o processo de vistoria de edificações e de revisão de projetos, por exemplo, realizado pelo Comando de Engenharia e Prevenção de Incêndios, é tão rigoroso. Por isso, não basta apenas ter vários métodos efetivos para combater incêndios, se faz necessário investir também na prevenção, seja ela realizada através das Normas Técnicas Brasileiras ou pelas Normas Técnicas desenvolvidas pelo próprio Corpo de Bombeiros.

No que diz respeito à engenharia elétrica e todas as disciplinas contempladas em sua estrutura curricular obrigatória, principalmente, é possível notar que a grande maioria das disciplinas que tratam de componentes ou instalações elétricas em geral lidam com normas severas e equipamentos de segurança, tanto para quem realiza o serviço como quem o utilizará. No entanto, no que diz respeito à prevenção e combate a incêndios, principalmente em instalações elétricas de baixa tensão, é ensinado apenas o básico disposto pela norma NBR 5410 ou não é tão aprofundado.

Um projeto de suma importância sobre esse tema seria o “Processo de Segurança Contra Incêndio e Pânico”, que consiste no conjunto de documentos que contém os elementos formais exigidos pelo Corpo de Bombeiros, na apresentação das medidas de segurança contra incêndio e pânico das edificações e áreas de risco que devem ser projetadas para uma profunda

análise técnica do Corpo de Bombeiros. Em suma, seria basicamente o Projeto de Prevenção juntamente com o Memorial de Cálculo da Rede de Hidrantes, dentre outros documentos essenciais, dependendo das instruções do Corpo de Bombeiros do seu estado.

A partir do trabalho de estágio na Coordenadoria de Atividades Técnicas do Corpo de Bombeiros do Ceará realizado no semestre 2018.2, que tinha como objetivos auxiliar na elaboração de novas normas que foram finalizadas e que já se encontram prontas para serem publicadas. Uma dessas normas foi a que diz respeito a inspeção e segurança contra incêndio e pânico em instalações elétricas de baixa tensão, que será a denominada NT-19, tema de suma importância para a matriz curricular do curso de Engenharia Elétrica, que poderia ser implementado em algumas disciplinas, principalmente obrigatórias, a fim de se formar profissionais ainda mais capacitados e completos para o mercado de trabalho.

Com isso, uma análise sobre o tema de prevenção a incêndios relacionados à energia elétrica em geral se faz necessário, mas com um enfoque na precaução e combate de sinistros em todos os cursos de graduação em engenharia e arquitetura, de modo a destacar os principais tópicos, normas e conteúdo para agregar ainda mais na formação dos novos engenheiros do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará.

## **2. ANÁLISE DO ENSINO DE PREVENÇÃO À INCÊNDIOS NA MATRIZ CURRICULAR VIGENTE DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA (2005).**

A prevenção e segurança contra incêndios, principalmente em edificações ou em prédios com múltiplas unidades consumidoras (PMUCs), é de suma importância para se evitar a ocorrência de acidentes e tragédias. Casos esses que poderiam ser evitados com um projeto de prevenção contra incêndio bem elaborado e com as vistorias do Corpo de Bombeiros da região sendo realizadas regularmente dentro do tempo previsto. Por isso, em um curso de engenharia como a engenharia elétrica, é muito importante essa obtenção do conhecimento na área de incêndios, visto que, a eletricidade é uma das principais causas para a ocorrência desses sinistros.

### **2.1. Um tema importante para agregar nas Engenharias.**

De acordo com o livro SCIER (2018), existe uma forte ligação dos engenheiros com os debates sobre Segurança e Combate a Incêndio. São os profissionais da área que são responsáveis por desenvolver métodos e soluções mais efetivos para identificar, prevenir e gerenciar os riscos em edificações públicas ou privadas. Com isso, se faz fundamental garantir as condições de manutenção dos imóveis, além de proteger de maneira adequada o meio ambiente e, acima de tudo, zelar pelas vidas das pessoas que frequentam estes espaços coletivos, sendo de uma responsabilidade grandiosa.

O descumprimento das normas de segurança contra incêndios costuma ter consequências pesadas e irreversíveis. Tragédias como a do Gran Circus Norte-Americano, em 1961, em que um ex-funcionário colocou fogo na lona do circo em Niterói, deixando 503 mortos; a do Edifício Andraus, em 1972, por conta de uma sobrecarga no sistema interno de eletricidade, em São Paulo (16 mortos); a do Edifício Joelma, em 1974, por conta de um curto circuito em um aparelho de ar-condicionado no 12º andar, também em São Paulo (188 mortos e mais de 300 feridos); e a da boate Kiss, que teve início por conta de um sinalizador acionado por um dos membros da banda que se apresentava no local, no Rio Grande do Sul, em 2013 (242 mortos e 680 feridos). Acidentes assim reforçam, da pior maneira possível, o quão importante se faz o cumprimento à risca das exigências do Corpo de Bombeiros do seu estado.

Tais números e ocorridos ressaltam da importância de se cumprir as devidas normas e diretrizes gerais estabelecidas, tanto sobre medidas de prevenção como de combate a incêndio.

De fato, apesar da grande maioria dos incêndios relatados acima serem um pouco mais antigos, ressalta-se que na época, mesmo em 1970 por exemplo, já haviam diversos recursos de proteção, como as portas corta fogo, que foram desenvolvidas na década de 70, dentre outras medidas de prevenção a incêndios. Contudo, apesar de não contemplar de uma tecnologia tão aprimorada como nos dias de hoje, ainda eram bastante efetivas e poderiam evitar que um determinado acidente atinja tamanho grau de destruição e mortes para aqueles que estavam ali no momento do incêndio.

Para prevenir tais tipos de tragédias, existem normas no qual as edificações devem seguir impreterivelmente, a fim de que haja uma maior segurança para as pessoas que nela residem ou se encontram, em todas as possíveis situações de risco contra incêndios. Para Rosaria Ono (2004), quando tomamos partido em uma situação de incêndio, nos atemos principalmente em ações que protejam a vida humana, além disso deve ser levado em conta as condições do patrimônio em si. No Estado do Ceará, o responsável pela regulamentação, análise de projetos e vistoria das medidas de segurança contra incêndio e pânico é o Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Ceará (CBMCE). No qual, no decorrer dos anos e devido a competência dos bombeiros responsáveis e a disponibilidade de informações e acesso, a taxa de reprovação de Processos de Segurança Contra Incêndios e Pânico (PSCIP) vem reduzindo consideravelmente. PSCIP esse que consiste na documentação que detém informações sobre edificações e/ou áreas de risco, além de conter o projeto técnico com as devidas medidas de segurança contra incêndio e pânico.

Por tudo isso, um estudo mais aprofundado sobre a Segurança e Prevenção a Incêndios é de suma importância para um curso de engenharia, principalmente o de engenharia elétrica, no qual vários das tragédias relatadas historicamente de acidentes e incêndios em edificações ocorreram por conta de falhas elétricas, seja por um equipamento elétrico ou pela instalação elétrica em si.

### **2.3. A Segurança Contra Incêndio e Seus Operadores.**

Quando o assunto é sobre segurança contra incêndio, as pessoas costumam associar prontamente o tema ao Corpo de Bombeiros. Todavia, os Corpos de Bombeiros não são os únicos participantes nesse quesito. Os bombeiros são os principais protagonistas, sobretudo em situações de emergência, que exigem profissionais altamente preparados e aparelhados para a

devida resposta ao socorro e resgate de vidas, buscando sempre minimizar a inferência que envolve também perdas materiais.

Apesar disso, a Segurança contra Incêndio abrange muito mais fatores, que se iniciam antes mesmo da fase de construção de uma edificação, que poderá estar sujeita a um incêndio acidental. A SCI inicia-se na fase de projeto, onde as medidas protetivas passivas devem ser realizadas, para que, em um primeiro momento, as situações de ocorrência de possíveis sinistros sejam erradicadas, e em um possível segundo momento, caso venha a acontecer, serem reduzidas ao máximo suas consequências, limitando seu crescimento e permitindo a evacuação do local de todas as pessoas com toda a segurança possível prevista no projeto.

Isto posto, os grandes operadores iniciais de Segurança Contra Incêndio são aqueles que estão empenhados em conceber a uma edificação, seja ela residencial, comercial, industrial ou de qualquer outro tipo, que não se pode limitar-se a operar simplesmente com conceitos de estabilidade estrutural, conforto térmico e ergonômico, acessibilidade, fora a questão estética, mas, além de tudo isso, com os aspectos da SCI. No qual é ideal que a edificação procure manter sempre as medidas que, de acordo com a legislação de segurança contra incêndio, a exemplo do Regulamento de Segurança Contra Incêndio das edificações e áreas de risco do Estado de São Paulo (art. 2º do Decreto Estadual nº 56.819/11), tenham por objetivo:

- a) Proteger a vida dos ocupantes das edificações em caso de incêndio;
- b) Dificultar a propagação do incêndio, reduzindo danos ao meio ambiente e ao patrimônio;
- c) Proporcionar meios de controle e extinção do incêndio;
- d) Dar condições de acesso para as operações do Corpo de Bombeiros;
- e) Proporcionar a continuidade dos serviços nas edificações e áreas de risco.

Dito isto, os operadores demonstram para todos os envolvidos na Segurança Contra Incêndio de uma determinada edificação os fatores básicos que devem ser abordados e aplicados em qualquer estrutura. Os fatores se organizam como verdadeiros mandamentos, que nunca devam ser depreciados e deveriam servir de base não somente no regulamento de SCI do estado de São Paulo, mas em todo o Brasil, mantendo um elevado nível de pesquisa e aprofundamento no assunto.

## 2.4. Normas Técnicas e as Leis.

Ao passo que a lei deve ser cumprida por todos, sem exceções, indefinidamente, dado seu cunho imperativo e cogente, as normas técnicas, no entanto, não possuem esse caráter de generalidade, devendo ser seguidas, a priori, somente por aqueles que fabricam um certo produto ou que realizam um determinado serviço de projeto de engenharia, por exemplo. Dessa forma, enquanto todas as pessoas devem cumprir o que está escrito no Código Penal, que se trata de uma lei aprovada mediante processo legislativo, a ponto de se submeterem a uma anuência caso ocorra descumprimento, nem todos devem analisar o que diz uma norma sobre a execução de um determinado produto ou serviço, com exceção das pessoas envolvidas no processo.

Dito isto, é fato de que nem todos devem observar o que se diz uma norma de como deve ser fabricado tal produto que está à venda em um determinado local, com exceção das pessoas que estão envolvidas no processo de fabricação industrial/comercial desse produto, com o objetivo de preservar as condições tanto de qualidade, como também de segurança à saúde e à vida das pessoas que estão envolvidas nessa linha de produção fictícia. Em suma, ninguém será preso por não cumprir uma norma de fabricação de um determinado produto (a não ser que uma outra lei estabeleça essa condição primeiramente), no entanto, qualquer um poderá ser preso caso venha a infringir uma lei, o que acaba sendo prejudicial e demasiadamente perigoso para aqueles que irão usufruir desse produto exemplificado anteriormente, ou irão ocupar uma edificação em que houve negligências no projeto ou carência de alguns elementos de proteção que podem não ser obrigatórios na norma, ou até mesmo, pela falta de fiscalização, não são inclusos na execução do projeto e que levam um perigo extremo para todos que se utilizam dessa estrutura.

A própria ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) ressalta a condição voluntária no uso da norma:

A norma é, por princípio, de uso voluntário, mas quase sempre é usada por representar o consenso sobre o estado da arte de determinado assunto, obtido entre especialistas das partes interessadas. Tipicamente, as normas são de uso voluntário, isto é, não são obrigatórias por lei, e então é possível fornecer um produto ou serviço que não siga a norma aplicável no mercado determinado. (Disponível em:

<http://www.abnt.org.br/normalizacao/o-que-e/o-que-e>. Acesso em: 14/08/2020)

Contudo, é importante salientar, conforme destaca GRINOVER et al. (2007), que mesmo as normas não obrigatórias têm relevância jurídicas e técnica, pois servem de guia ao juiz e ao administrador, no momento que precisam avaliar a conformidade do comportamento do fornecedor com padrões considerados ideais. No domínio das normas existem as denominadas NRs, que são as Normas Regulamentadoras e as NBRs, Normas Brasileiras. Conforme já foi mencionado, é de suma importância e de grande responsabilidade, principalmente do engenheiro responsável por um determinado projeto, que todas as etapas que englobam o projeto como um todo, estejam de acordo com as normas técnicas previstas para a estrutura em questão. Pois, conforme foi dito acima, as normas não têm um cunho obrigatório tão imediato como uma lei, mas se faz necessário que todas sejam seguidas corretamente.

## **2.5. A Legislação de Segurança Contra Incêndio no Brasil.**

De acordo com DUARTE (2018), nenhuma das competências legislativas contidas na Constituição Federal traz, categoricamente, a questão da segurança contra incêndio de um modo específico, conforme descrito no trecho abaixo:

Nenhum dos artigos da Constituição Federal, que tratam das competências dos entes federativos, diz respeito, especificamente, à segurança contra incêndios, a não ser se levarmos esse assunto para as questões de defesa civil (competência privativa da União, de acordo com o inciso XXVIII do art. 22), de proteção do meio ambiente (competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, de acordo com o inciso VI do art. 23 e competência concorrente da União, estados e Distrito Federal, de acordo com o inciso I do art. 24). (DUARTE, Rogério, Os Corpos de Bombeiros Militares, a legislação militar e o poder de fiscalização nas edificações e áreas de risco, 2018. Disponível em: <https://fundabom.org.br/os-corpos-de-bombeiros-militares-a-legislacao-militar-e-o-poder-de-fiscalizacao-nas-edificacoes-e-areas-de-risco/>. Acesso em: 04/08/2020)

Como a preocupação com relação a segurança contra incêndio normalmente se estabelece, capitalmente, por conta das edificações, a legislação acaba afetando a este tópico e pendendo para o direito urbanístico, no qual tem responsabilidade que é concorrente da União, Estados e Distrito Federal também, como já mencionado anteriormente, mas também dos Municípios, tendo em vista a questão do interesse local. Pois já que o assunto da segurança contra incêndio acaba sendo de responsabilidade de todos os entes federativos envolvidos, de modo concorrente, defende-se justamente a iniciativa de se criar um Código Nacional de Segurança Contra Incêndio. Inicialmente, o projeto foi denominado de “Lei Kiss”, que foi uma primeira tentativa de atitude nesse assunto. Como já é sabido, cada Estado brasileiro possui seu Regulamento de Segurança Contra Incêndio e os Municípios, no entanto, seus Códigos de Obras e Edificações, com eventuais disposições no que diz respeito à segurança contra incêndio.

Dito isto, tomando o estado do Ceará como referência, o Corpo de Bombeiros do Estado do Ceará, que contém um setor de Comando de Engenharia de Prevenção de Incêndio (CEPI), contém, em vigência em seu site, uma lista de normas técnicas (NTs) disponíveis para download para toda a população interessada, ao todo tem-se disponível um total de 20 normas e com previsão de se aumentar essa quantidade futuramente. Tais normas são regularmente revisadas e atualizadas, buscando sempre manter o maior índice de segurança possível esperado dos projetos que irão utilizar as NTs para a elaboração dos projetos de segurança e que posteriormente estarão sendo revistas e avaliadas pelos engenheiros fiscais competentes que trabalham junto a CEPI.

Como foi dito na introdução, o autor deste trabalho fez parte do corpo de estagiários voluntários na CEPI, e todos os estudantes participantes puderam acompanhar de perto todo o processo que engloba a Segurança Contra Incêndios, que vai desde a elaboração do projeto na planta até a fiscalização da execução depois de completa a edificação. Além disso, foi nos dada a oportunidade também de analisar as plantas de vários projetos, de diferentes tipos de edificações, e assim pude constatar os inúmeros erros, falta de informações, dentre outros fatores que acabavam levando a uma elevada taxa de reprovação desses projetos. Diversos fatores contribuem para a elevada taxa de reprovação de projetos, dentre eles pode-se incluir, com certeza, a falta de um aprofundamento maior sobre o estudo da Segurança Contra Incêndio nos cursos de graduação, visto que, a maioria dos projetistas teve que recorrer e aprender na internet ou através de cursos relacionados.

Dentre todos os tópicos abordados pela “Lei Kiss”, pode-se citar principalmente o quinto artigo da lei, conforme pontuado na pág. 16 do SCIER, que diz o seguinte:

Exigência da inclusão de conteúdos relativos à prevenção e ao combate a incêndio e a desastres nas disciplinas ministradas nos cursos de graduação em Engenharia e Arquitetura, bem como nos cursos de tecnologia e de ensino médio correlatos, o que deveria ter ocorrido até o final de março de 2018 (levando-se em conta que a lei entrou em vigor 6 meses após sua publicação em 31/03/17). (art. 8º e respectivo parágrafo, Lei KISS, 2017). E a lei avançou um pouco mais nessa capacitação, exigindo isso também dos próprios Corpos de Bombeiros dos Estados, mormente ao efetivo que integra os setores técnicos e de fiscalização de edificações e áreas de risco (art. 9º, Lei KISS, 2017, p.16)

Conforme visto no trecho da lei acima, trata-se de uma medida acertada, que buscará, futuramente, um grande desenvolvimento aos profissionais que atuam nessa área, permitindo a eles uma ampla evolução e aprimoramento, posto que esse dispositivo ainda careça de regulamentação para ter uma implementação que seja efetiva. Dito isso, conforme reforça a lei, é de suma importância que tais assuntos sejam mais explorados nas disciplinas disponíveis nas graduações das engenharias e arquitetura, principalmente a engenharia elétrica, visto que muitos incêndios históricos ou cotidianos são decorrentes de falhas elétricas no sistema como um todo, sendo de responsabilidade tanto do projetista, do executor do projeto e da fiscalização da estrutura depois de tudo pronto.

## **2.6. Normas Técnicas de Segurança Contra Incêndio.**

O Comitê Brasileiro de Segurança Contra Incêndio (ABNT/CB-24), é a comissão responsável pela normalização na área de segurança contra incêndio, no qual engloba desde a fabricação de produtos e equipamentos, até projetos e instalações de prevenção e combate a incêndio e serviços correlatos; além de estudo e avaliação dos resultados da reação do fogo em diversos tipos de materiais, produtos e sistemas dentro de um determinado ambiente em análise; medição e descrição da resposta dos materiais, produtos e sistemas, quando são submetidos a fontes de calor e chama, sob condições impostas no laboratório, no que concerne a terminologia, requisitos, métodos de ensaio e generalidades. Incluas também as normas relativas à formação

para profissionais na área de segurança contra incêndio, conforme define a área de atuação da CB-024 disponível no site da ABNT.

Dito isto, de acordo com o CB-24, existem 77 normas de segurança contra incêndio em vigor e outras 3 de Comissões de Estudo Mistas, totalizando 80 normas no Brasil. Para efeito de comparação, a *National Fire Protection Association* (NFPA), que é uma organização internacional sem fins lucrativos com o objetivo de eliminar mortes, acidentes, perdas de vidas e econômicas devido ao fogo, eletricidade e dentre outros tipos de ocorrências, possuindo um total de 383 Códigos e Padrões de Consenso (normas). Ou seja, ao comparar nossas normas com as internacionais, é gritante a diferença entre ambos, necessitando de se levar em consideração não só a cultura, mas também o fato de que a NFPA existe há mais tempo (1896) do que a ABNT (1940). Mostrando que o Brasil acabou demorando bastante para começar a investir nessa área de normas, visto que diversos tipos de acidentes históricos de incêndios foram registrados nos anos de 1900 e não havia uma fiscalização nem instruções técnicas pertinentes ou atualizadas para se seguir e, conseqüentemente, prevenir esses tipos de acidentes.

Conforme explica D'Avila, no Congresso Internacional de Normalização e Qualidade, a existência de uma relação direta entre o número de normas técnicas e o grau de desenvolvimento de um país, é descrito o seguinte trecho:

Tudo leva a crer que, quanto maior o número de normas técnicas, maior é o grau de desenvolvimento do País. “Reconhece-se hoje haver uma relação direta entre o número de normas técnicas produzidas e em vigor em um país e o seu nível de desenvolvimento global: social e material. São exemplos inequívocos os fatos de existirem nos Estados Unidos da América do Norte e no Japão cerca de 45.000 normas em vigor; na União Soviética, 40.000; na França, 25.000, e no Brasil, 6000. (1990 apud GRINOVER et al., 2007, p.18)

Concordante com o trecho descrito acima, se faz necessário chamar a atenção para a carência do número de normas no Brasil, sendo necessária uma ampliação nesse valor total, no entanto, a economia do país, principalmente nesse momento pós pandemia do novo Corona Vírus, acaba dificultando a existência de novos grupos de pesquisa. Normalização e Certificação são ferramentas importantes para se garantir qualidade, performance dos materiais, componentes e sistemas de construção, fornecendo um instrumento efetivo no controle da SCI das edificações. O número de normas precisa ser urgentemente ampliado, porém, o esforço de

poucas pessoas tem sobrecarregado sua atuação, na qual acaba reduzindo a velocidade tanto na revisão e atualização de normas existentes, como a confecção de novas normas. A baixa na economia do país, por conseguinte, acaba dificultando ainda mais a ampliação dos grupos de trabalho.

## **2.7. A Adoção de Normas Técnicas ou Instruções Técnicas.**

Os Corpos de Bombeiros de todo o Brasil se utilizam da elaboração de Instruções Técnicas (ITs), no Ceará utiliza-se o termo de Normas Técnicas (NTs), como um instrumento de orientação de como as medidas de segurança contra incêndios devem ser devidamente efetivadas em uma determinada estrutura.

De acordo com o que foi discutido na seção 2.3, quando se discute esse tipo de assunto, dois pontos importantes devem ser avaliados, cujo eles são: a obrigação ou não da cobrança das Normas por força de lei e o prazo descomunal demandado para se completar uma Norma Técnica, fazendo com que o processo de criação se arraste desnecessariamente. De acordo com Rogério Bernardes Duarte no livro SCIER (2018, pág. 19), muito embora as normas técnicas não tenham a mesma natureza jurídica das leis, por não se submeterem a um processo legislativo patrocinado essencialmente pelo Estado, têm, por outro lado, importante relevância jurídica, acabando por serem consideradas em uma contenda judicial, podendo dosar a maior ou menor responsabilidade de um profissional pela devida observância da norma ou não. Por isso, é necessário considerar as normas técnicas como se fossem leis, não no sentido de que seja estabelecida uma punição pela não aplicação de algum elemento, mas sim para saber o grau de má-fé ou culpa na conduta do responsável, que servirá como influência no grau de sanção a ser julgado pela justiça. Vivenciando o dia-a-dia dos bombeiros que trabalhavam na CEPI, era rotineiro presenciar fiscalização em obras com diversos artifícios e elementos obrigatórios básicos em desconformidade ou até mesmo em falta, no qual muitas vezes se faziam presentes nas próprias plantas da estrutura, mas que no momento de implantação ou estavam mal feitos ou em falta.

Já com relação aos prazos esticados que são demandados para se concluir uma norma técnica, que chega, muitas vezes, a se arrastar por anos. No entanto, a grande vantagem da utilização das Instruções Técnicas ou Normas Técnicas, no caso, elaboradas pelo Corpo de Bombeiros, está tanto na sua elaboração como revisão, que são efetuadas mais rapidamente. A confecção de uma NT dos bombeiros pode ser muito mais rápida que uma Norma Brasileira,

no qual seu processo de elaboração abrange menos discussões, já que o interesse público é o principal foco. Fato esse que não se faz presente nas discussões de elaboração de uma Norma do Corpo de Bombeiros, onde passam diferentes agentes e com diferentes interesses na sua confecção.

Outro ponto que se faz presente nesse tema, seria a prática da fiscalização da conformidade das exigências, uma vez que não é suficiente simplesmente existir uma lei ou norma sem que se tenha uma cobrança por parte da adequação e execução de um determinado projeto, além da necessidade de se prever como serão fiscalizadas tais exigências normativas, caso contrário as punições prescritas serão inócuas.

Com relação às normas de Segurança Contra Incêndio, não é suficiente apenas exigir que um empreendimento tenha saídas de emergência congruentes com o local e que sejam efetivos, mas se faz necessário a realização da fiscalização, a fim de se verificar a conformidade com as regras impostas pelas normas, em que a falta de cumprimento exige responsabilidade e punições devidas, já que o menor dos detalhes pode influenciar e ser até mesmo fator determinante em um caso de eventual sinistro, e possivelmente, na perda de vidas. Por isso que é difícil delegar esta função para outro órgão diferente que não seja o Corpo de Bombeiros de cada estado para a execução dessa fiscalização da segurança contra incêndio, a fim de se verificar a conformidade dos dispositivos legais e das diretrizes impostas pelas normas técnicas correspondentes, de acordo com cada situação.

De posse dessas informações, é possível sim realizar a conversão das técnicas dos Corpos de Bombeiros Estaduais em Normas Técnicas de abrangência nacional, uma vez que as referências principais utilizadas para a elaboração e revisão das Normas Técnicas são, justamente, as NBRs, sincronizando-as não só com a questão do aspecto imediato imposto pelas leis, mas também com agilidade tanto na confecção como na revisão dessas normas. Seria ideal que houvesse uma lei federal atuante em todo o território brasileiro que exigisse a imposição das NBRs de Segurança Contra Incêndio como obrigatórias em cada estado. No entanto, algumas propriedades específicas características de uma região podem ser tratadas nas devidas legislações estaduais, que impõem os respectivos Regulamentos de Segurança Contra Incêndio ou nos respectivos Códigos de Obras e Edificações.

### **3. ASSUNTOS QUE PODERIAM SER ABORDADOS NA MATRIZ CURRICULAR COM RELAÇÃO À SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO.**

Uma gama de assuntos pode ser abordada no curso de Engenharia Elétrica, no entanto, a Segurança Contra Incêndio passou a ser um elemento imprescindível em todas as construções estruturais. Se fazendo extremamente necessário que seja ministrado de modo a proporcionar aos alunos no mínimo uma noção geral a respeito do tema.

#### **3.1. Gestão de Risco de Incêndio.**

O desenvolvimento da Segurança Contra Incêndio no Brasil está atrelado ao avanço que excede a única conformidade de critérios e requisitos impostos em documentos oficiais, sejam eles normas, regulamentos ou até mesmo em leis. A possibilidade de um questionamento mais amplo a respeito do assunto, que se faz necessário até mesmo para projetos mais sofisticados, inclui a etapa de se identificar preliminarmente os perigos existentes no momento presente ou em no futuro. Fase essa que é conhecida pela análise de riscos, que compreende as ações primordiais necessárias para se evitar situações de sinistro, que podem ir desde a um pequeno caso de incêndio, podendo chegar até mesmo a uma explosão, em que todos os elementos de proteção prescritos estejam em harmonia e funcionando de maneira eficaz, a fim de se prevenir ou combater o incêndio ainda na sua forma inicial.

De acordo com Webb (2002), a gestão de riscos de incêndio compreende a abordagem sistêmica, tendo em vista a redução de perdas de vidas, de recursos financeiros, de disponibilidade de recursos humanos, de segurança ou de reputação. Já no caso da segurança contra incêndios, a gestão de risco faz referência ao controle em si, do risco de incêndio e seus efeitos potenciais. Porém, a segurança total e absoluta é irrealizável, pois significaria um risco nulo, o que de fato é impossível. A chance pode até tender a risco zero, mas nunca será totalmente nulo. Conceito esse que originou a ideia de gerenciamento de risco.

A gestão de riscos é compreendida como o conjunto de “[...] atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização, no que se refere a riscos.” (ABNT, 2009, p.2). Com isso, o processo de gestão de riscos, em geral, tem como principal objetivo:

[...] fornecer soluções técnicas de engenharia, considerando-se o envolvimento do imprevisível, do imponderável e do subjetivo na

ocorrência dos acidentes, seja por influência de forças naturais, falhas de projeto, falhas de equipamento, falhas de operação, falhas de gestão ou qualquer tipo de erro humano. (PONTE JUNIOR, apud, 2014, p.30).

Dessa forma, o gerenciamento de risco pode ser definido como um processo de identificação e avaliação dos riscos, estabelecimento de metas, criação e operação de sistemas para o controle de uma estrutura. Realizar a gestão de riscos contra incêndios faz parte de um processo que tem início através de um plano de comunicação e consulta na busca da identificação de todos os riscos. Assim, dependendo da complexidade da edificação, a operação deve contar com profissionais de diferentes áreas, requerendo uma visão multidisciplinar e variada de possíveis acidentes. De acordo com Ponte Júnior (2014), o processo pode envolver colaboradores das áreas de: projeto, operações, segurança do trabalho, infraestrutura predial e industrial (*facilities services*) e logística.

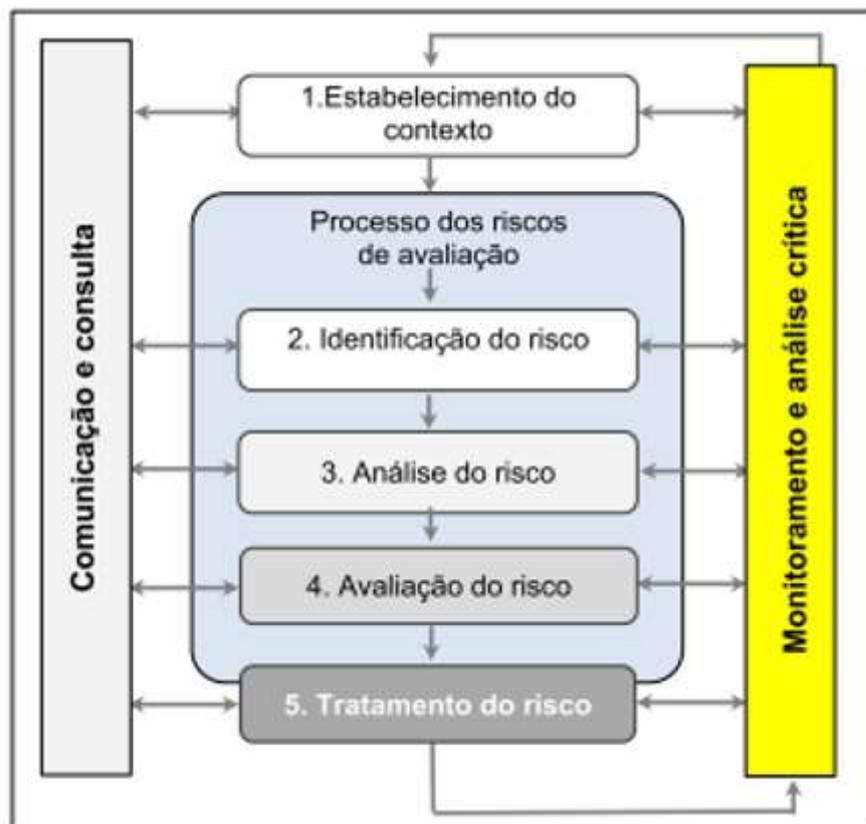


Figura 1: Processo de gestão de Riscos

Fonte: ABNT (2009)

Com relação a gestão de riscos de incêndios, especificamente, a supervisão está vinculada à manutenção predial da estrutura, em especial dos sistemas de proteção contra incêndio, além do treinamento das equipes de combate ao incêndio, simulações, dentre outros. Esse tipo de gestão se aplica aos mesmos conceitos já explanados anteriormente, mas com um enfoque maior nos eventos relacionados com os incêndios, vazamentos de gases e produtos perigosos inflamáveis, explosões, sobreaquecimento de máquinas e instalações elétricas, conforme afirma Armani (2016).

O gerenciamento de risco para incêndios se mostra muito importante para diminuir as chances da ocorrência de um sinistro e reduzir, ou até mesmo exterminar, a sua consequência, caso venha a ocorrer. Dessa maneira, a avaliação dos riscos de incêndio deve assimilar os perigos, quantificar os riscos e planejar mudanças que tornem os riscos menores e sob um controle aceitável e eficiente. Algumas das medidas de proteção à serem inseridas em um gerenciamento de risco, afim de serem verdadeiros sistemas de proteção contra incêndio são: detecção de incêndio, saídas de emergência, controle de fumaça e chuveiros automáticos, dentre outros. Dessa maneira, esses métodos devem ser considerados sempre na curva de investimentos de uma estrutura, pois o custo por conta de perdas humanas é imensurável.

### **3.2. O Projeto Técnico de Prevenção à Incêndios e a sua Burocratização.**

Como já comentado anteriormente, somente após o acontecido das tragédias, comentadas na introdução deste trabalho, foi que o poder público começou a se preocupar com o tema, uma vez que a repercussão da sociedade e da grande mídia acabou acarretando em uma grande pressão junto aos governantes. Em São Paulo, por exemplo, foi só após os dois grandes incêndios ocorridos em (Andraus e Joelma) foi que a cidade passou a ter um novo código de obras, em que a preocupação com os incêndios passa a ser o principal fator incorporante nesses novos códigos. Nos derradeiros anos, a segurança contra incêndios se encontrou em grande desenvolvimento no país, por conta da evolução econômica. Crescimento esse que impulsionou a construção civil em todo o Brasil e gerando um alerta ainda maior para o que diz respeito para as tecnologias e regras necessárias para evitar o surgimento e até combate de possíveis sinistros.

Os Corpos de Bombeiros Militares possuem profissionais capacitados e de prontidão para atender a qualquer chamado de sinistros 24 horas por dia sem paradas. Mas o seu trabalho não se resume a só atender a esse tipo de ocorrências e apagar incêndios, eles também são responsáveis por prevenir tais acidentes, por meio da instituição de regras de

segurança contra incêndios, análises de projetos técnicos e vistorias técnicas de campo em estruturas e áreas de risco. Assim, os bombeiros fazem o ciclo completo da segurança contra incêndios, pois apesar das diferentes ocorrências que eles atendem e socorrem, eles próprios acabam tomando como aprendizado as possíveis causas daquele ocorrido e implementando em seus manuais e normas técnicas, a fim de se aperfeiçoarem cada vez mais.

Há em alguns locais do país, Corporações de Bombeiros Militares que detêm da capacidade de poder de polícia e assim, realizam as fiscalizações dos imóveis e edifícios, no que diz respeito a segurança contra incêndios, além de também exigir a regularização dos mesmos. Com isso, adicionadas as exigências dos Corpos de Bombeiros juntamente com as demandas das Prefeituras, somadas com o incremento de economia crescente, houve no país um aumento sutil na quantidade de regularizações de segurança contra incêndios, e que, conseqüentemente, este fato acaba elevando o carregamento de trabalho para, muitas vezes, além da sua capacidade. De tal modo, têm-se uma demanda cada vez maior por regularizações de imóveis, com o objetivo de elevar o crescimento econômico, há uma legislação de segurança contra incêndio diferente em cada estado brasileiro, conforme citado anteriormente, com diversos tipos de procedimentos regulamentares, além de alguns estados com Corpos de Bombeiros com efetivos desatualizados, que acabam não tendo tanto recurso investido na área de pesquisa e atualização de normas nesse sentido, o que faz a dificuldade de se abrir uma empresa aumentar ainda mais, por conta da demora de aprovações dos projetos, e impacta diretamente no âmbito de negócios, no crescimento da economia e a geração de empregos.

No estado do Ceará, o Comando de Engenharia de Prevenção faz um trabalho bem elaborado no quesito de informar e conscientizar o público que ficará responsável por estar enviando a Projeto de Segurança Contra Incêndio e Pânico, o PSIP, em edificações que venham a necessitar dessa medida, com a praticidade de não precisar ir no quartel central do Corpo De Bombeiros do estado, fazendo com que ganhe-se tempo e segurança, principalmente nos tempos atuais de pandemia em que este trabalho foi realizado, vez que os arquivos físicos não serão necessários de ser entregues impressos na recepção do CBMCE.

No site da CEPI, é explicado que o projeto de segurança deverá ser elaborado e enviado para a mesma quando as seguintes situações forem atestadas:

- a) Quando a edificação for maior que 750m<sup>2</sup> de área construída e/ou maior que 3 (três) pavimentos;
- b) Independente da Área Total Construída (conforme explicitado na Norma Técnica NT 001) quando:

- a atividade principal for indústria de alto risco;
- o evento temporário necessitar de estrutura;
- em casos de construções temporárias em locais de difícil evacuação;
- em local de reunião de público com capacidade acima de 100 (cem) pessoas;
- se tratar de área destinada a venda e depósito de explosivos, portos, casas de fogos, teatros, cinemas ou hotéis.

(Análise de Projetos Digital, CEPI, 2019. Disponível em: <https://www.cepi.cb.ce.gov.br/2019/05/10/analise-de-projetos/> - Acesso em: 12/08/2020)

Já com relação aos documentos necessários para se dar entrada em projetos afim de que sejam levados para análise digital, as informações necessárias são, também de acordo com o site da CEPI:

- a) Projeto de incêndio: Arquivo contendo a plotagem da estrutura detalhadamente e devidamente assinado pelo engenheiro responsável;
- b) ART ou RRT (Anotação de Responsabilidade Técnica) emitida pelo conselho profissional;
- c) DAE (Documento de Arrecadação Estadual) de acordo com o valor da área total construída juntamente com o comprovante de pagamento;
- d) E por fim, deverá ser apresentado o Memorial Descritivo Padrão, cujo documento está disposto no Anexo A deste trabalho.

(Análise de Projetos Digital, CEPI, 2019. Disponível em: <https://www.cepi.cb.ce.gov.br/2019/05/10/analise-de-projetos/> - Acesso em: 12/08/2020)

### **3.3. A Eficácia de um Sistema de Sprinklers na Prevenção e Combate à Incêndios.**

Assim como qualquer outro sistema, seja de segurança ou não, inserido em uma estrutura necessita de rotinas periódicas de inspeção, testes e manutenção. Nas indústrias, nos edifícios comerciais e em diversos outros setores econômicos, é possível notar vários tipos de programas de manutenção tanto preventiva como corretiva. No qual, os objetivos dessas rotinas

são de manter os equipamentos funcionais e efetivos todos os dias, para que estejam sempre prontos para atuar quando forem requisitados.

Um sistema de sprinklers instalado se caracteriza por ser um agrupamento estático, mas pronto para agir em um eventual combate a um princípio de sinistro, caso ele aconteça. No entanto, não existe um hábito corriqueiro dos responsáveis pela edificação, em estar periodicamente realizando inspeções, testes e manutenção de forma preventiva nos sistemas de sprinklers instalados em seus empreendimentos, cujos locais são povoados diariamente por inúmeras pessoas regularmente, durante a maior parte do dia. Fato esse, que faz com que a realização destas atitudes de prevenção e checagem de funcionamento de equipamentos, se torne ainda mais essencial e prioritária, uma vez que várias vidas, principalmente estão em risco.

Conforme explica Felipe de Melo (SIER2018), um incêndio pode chegar no seu *flashover* (momento onde os gases provenientes da queima chegam à temperaturas onde há ignição espontânea de materiais mesmo sem contato direto com a chama) entre 1 e 3 minutos. É a partir desse momento em diante que o incêndio se propaga com grande velocidade e atinge áreas próximas do local onde se iniciou, atingindo tudo que estiver no seu alcance e se alastrando ainda mais, dependendo do tipo de material que está contido no local onde se deu início o sinistro. Desse modo, deste ponto em diante, o trabalho do Corpo de Bombeiros é controlar, para que o incêndio não tome proporções ainda mais desastrosas e acabe atingindo edificações vizinhas, tudo isso realizado em um período muito curto de tempo, onde não há tempo para falhas. Por mais preparado que possa estar o Corpo de Bombeiros mais próximo do incêndio ocorrido, neste curtíssimo espaço de tempo, não tem como unidades equipadas se mobilizarem e se deslocarem até o local do sinistro para que se dê início a operação de combate. Ocorrência essa que faz com que as proteções automáticas contra incêndios, juntamente com outras medidas e sistemas de proteção, dificultam a propagação das chamas e ainda auxiliam na retirada das pessoas ocupantes da edificação, se houver, durante o incêndio, evitando assim catástrofes ainda maiores.

De acordo com a norma ABNT NBR 10897/2014, sprinkler (chuveiro automático) é um dispositivo para extinção ou controle de incêndios que funciona automaticamente quando seu elemento termossensível é aquecido à sua temperatura de operação ou acima dela, permitindo que a água seja descarregada sobre uma área específica. Dessa maneira, o sprinkler só é acionado quando a temperatura no qual ele foi dimensionado é atingida. Com isso, ele se abre e a água então é descarregada somente por aquele dispositivo no teto. Se a temperatura e o fogo, por acaso, continuam a se elevar, outros sprinklers vão liberando água sequencialmente.

Já com relação ao sistema de sprinklers completo, ainda de acordo com a mesma norma ABNT NBR 10897/2014, se caracteriza por ser um sistema integrado de tubulações aéreas e subterrâneas alimentada por uma ou mais fontes de abastecimento automática de água para fins de proteção contra incêndio. A parte do sistema de chuveiros automáticos acima do piso consiste em uma rede de tubulações dimensionada por tabelas ou por cálculo hidráulico, instalada em edifícios, estruturas ou áreas, normalmente junto ao teto, à qual são conectados chuveiros automáticos segundo um padrão regular, alimentado por uma tubulação que abastece o sistema, provida de uma válvula de controle e dispositivo de alarme. O sistema é ativado pelo calor do fogo e descarrega água sobre a área de incêndio.

O sistema de sprinkler instalados no Brasil dispõem de um conjunto de bombas e uma reserva de água que fornece vazão e pressão adequadas para o funcionamento eficaz dos dispositivos atrelados a ele. O abastecimento de água é o centro principal de funcionamento do sistema de sprinklers. Além disso, se faz necessário a garantia de que haverá água disponível para o combate no momento em que for requisitado, fazendo com que a bomba entre em operação sempre que exigida. É preciso pontuar também a questão da pressão e da vazão que devem estar atuando e com valores conforme especificado previamente no projeto, sendo a mesma apropriadamente projetada, calculada e instalada por profissionais especializados, de acordo com as normas para este tipo de sistema. Assim sendo, os pontos e especificações técnicas apresentadas até aqui a respeito dos sprinklers reforçam a necessidade e importância para com a manutenção em um sistema de sprinklers. Sistema esse que pode gerar algumas resistências por parte dos responsáveis pela edificação, que podem ser relacionadas com o custo dos procedimentos de conservação dos equipamentos. Todavia, o custo de uma rotina de inspeção, testes e manutenções preventivas é risível quando comparados com os grandes custos de uma manutenção corretiva, ou nos piores dos casos, com os de um incêndio não controlado.

Para título de informação, de acordo com os relatórios de perdas da FM Global, que é uma empresa atuante no ramo de prevenção de incêndios, catástrofes naturais e dentre outros tipos de riscos que podem ameaçar suas edificações, as edificações protegidas com sistemas de sprinklers tem danos materiais entre 6 a 10 vezes menores, do que edificações sem este tipo de mecanismo. A empresa investe bastante em pesquisas científicas a respeito do tema de prevenção de perdas em instalações comerciais e industriais em seu Centro de Pesquisas próprio, nos EUA, além de contar com uma equipe de engenharia qualificada para identificar e avaliar possíveis riscos e, com isso, ajudar seus clientes a desenvolver programas de prevenção de sinistros. Uma outra análise, dessa vez por conta da NFPA, que apresenta uma alta eficácia de sistemas de sprinklers e como alguns elementos operacionais podem acabar atrapalhando

todo o funcionamento do sistema. Dessa maneira, é possível concluir, de acordo com os estudos, que mais de 80% das falhas ocorridas em sistemas de sprinklers instalados acontecem por conta da simples falta de uma regularidade nas inspeções e testes, uma vez que a grande maioria poderia ser impedida. Causas que vão desde uma válvula importante fechada, falta de água no reservatório, má operação da bomba e até intervenção manual. Fatos estes que são mais do que suficientes para fazer com que o sistema inteiro não funcione adequadamente ou simplesmente não atue, fazendo com que ocorra uma propagação do incêndio na edificação, provocando consequências catastróficas.

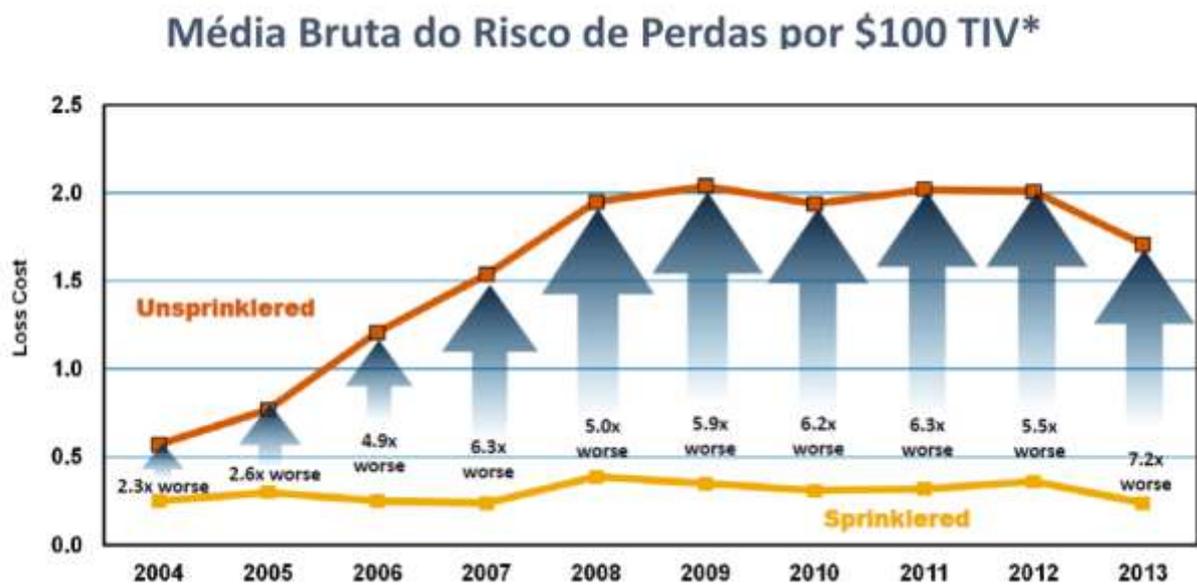


Gráfico 1 – Média Bruta do Risco de Perdas por \$100 TIV\*

Fonte: [https://dsci.cbm.sc.gov.br/images/arearestrita/Seminario\\_3/16082018/Sprinklers\\_2.pdf](https://dsci.cbm.sc.gov.br/images/arearestrita/Seminario_3/16082018/Sprinklers_2.pdf)

### Sprinkler operation and effectiveness

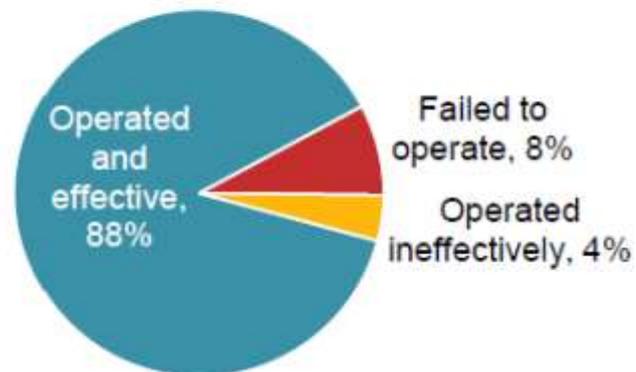


Gráfico 2 – Operação dos Sprinklers e sua Efetividade.

Fonte: US Experience with Sprinklers 2017.

### Reasons for combined sprinkler failure and ineffectiveness

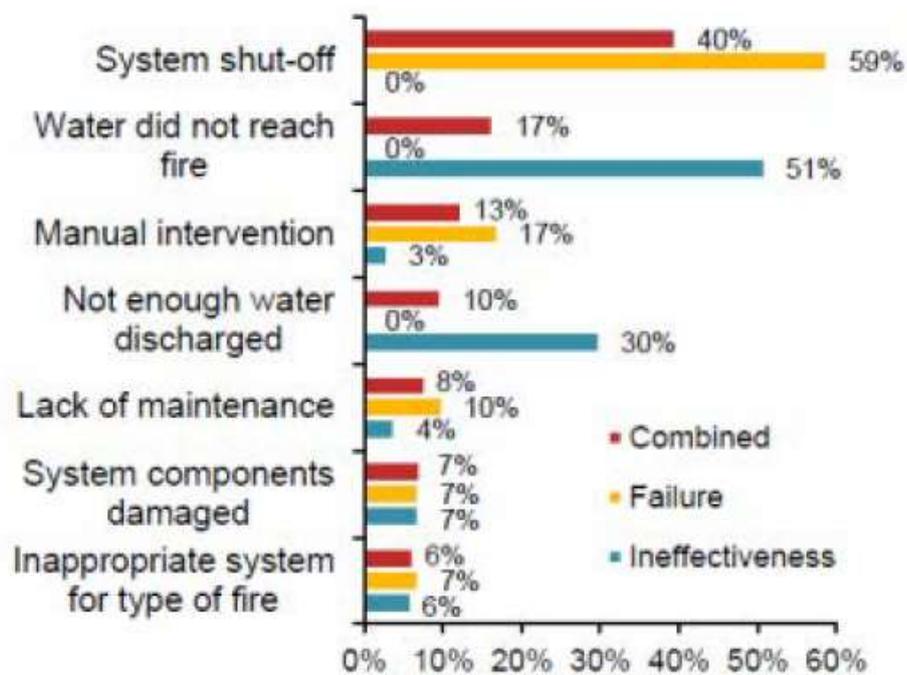


Gráfico 3 – Razões para um encadeamento de falhas e inefetividades dos sprinklers.

Fonte: U.S. Experience with Sprinklers, NFPA report, 2017

Algumas normas contêm procedimentos e recomendações adequadas para a realização de rotinas de inspeção, manutenção e testes nos variados equipamentos que compõem um sistema de sprinklers completo, entre elas pode-se citar a NFPA 25 (*Standard for the Inspection, Testing and Maintenance of Water-based Fire Protection Systems*), que serviu como base para a norma nacional, ABNT NBR, que está atualmente em desenvolvimento. A NFPA em questão detém de diversos procedimentos que devem ser considerados, para cada tipo específico de instalação e são utilizados para o desenvolvimento de um procedimento padrão adequado para as características do sistema.

### **3.3.1. Procedimento para Inspeção.**

O Corpo de Bombeiros do estado do Ceará contém disponibilizado no site da CEPI, dentre as outras normas à respeito do assunto, a Norma Técnica 015/2008 que trata sobre o tema de sistemas de chuveiros automáticos ou sprinklers. A NT 15 de 2008 trata os pontos básicos chave para o que diz respeito ao sistema completo de sprinklers, mas em outros pontos deixa a desejar, uma vez que a norma é de 2008 e, com a modernização dos equipamentos, necessita de uma atualização e revisão mais regularmente, visto que a mesma já está ativa há mais de dez anos. Já a Instrução Técnica de número 23 do CBM do estado de São Paulo, que está na edição de 2018, traz em seus anexos, um formulário de inspeção e testes completo, que devem ser devidamente apresentados pelo proprietário à cada renovação do Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros (AVCB) de São Paulo. Procedimentos estes que são também baseados na NFPA 25, mas são inseridos na norma de uma maneira que obrigue os donos dos empreendimentos, que são os principais responsáveis por todo o sistema de sprinklers de seus prédios, a realizar a checagem regularmente do sistema, a fim de se garantir sua funcionalidade sempre operante.

Assim como diz o engenheiro eletricitista Felipe Santa Rosa (SCIER 2018), o primeiro passo para uma edificação tratar corretamente um sistema de sprinkler instalado, seria a criação de procedimentos. A confiabilidade do sistema de proteção contra incêndio depende fortemente da existência de procedimentos formalizados que garantam a identificação e tratamento de um ocasional problema de maneira rápida e precisa. Um primeiro procedimento que poderia ser implementado seria o de inspeção, testes e manutenção, que se caracteriza por ser o mais importante dos procedimentos recomendados, uma vez que seu objetivo é verificar se todas as válvulas estão abertas e permitindo a passagem de água pela tubulação, e se os

equipamentos mais complicados, como as bombas de incêndio, estão prontos para atuar. O segundo procedimento seria o de parada de sistema ou sistema fora de operação, no qual se identifica por ser o processo que está descrito o que deve ser feito caso um sistema, ou parte dele, precisar ser interrompido para manutenção, ampliação ou recolocação em uso após uma eventual operação ou incêndio. E por fim, têm-se o procedimento de Gestão de Mudanças, que seria responsável por ajudar na verificação das mudanças como novos inquilinos, *layouts* ou novas ocupações exigirão alguma alteração específica na rede de combate ao incêndio do local em questão.

### ***3.3.2. Sistemas de Bombas de Incêndio e suas Particularidades.***

O sistema de bombas de incêndio se caracterizam por ser o coração de um sistema hidráulico de proteção por chuveiros automáticos, uma vez que eles fornecem todas as condições de vazão e pressão previamente calculadas em projeto, de acordo com as normas técnicas vigentes. Desse modo, por ser decisivo para o funcionamento, uma série de inspeções para vários itens se faz necessário no sistema de bombeamento, além de testes periódicos. Dentre os vários pontos a serem inspecionados, uma diretriz que pode ser citada especificamente, conforme também explicita Felipe Santa Rosa (SCIER 2018), os conjuntos de moto bomba devem entrar em operação sempre semanalmente (10 minutos para motores elétricos e 30 minutos para motores a diesel), para que assim sejam verificadas as condições de operação. No caso destes testes, o funcionamento das bombas não irá descarregar água dos sprinklers, pois a mesma é feita com o sistema em condições normais, sem que nenhuma válvula, de hidrante, dreno ou algum retorno para o reservatório estejam abertas. Alguns desses itens devem ser verificados para garantir que, em qualquer momento que possa ser necessária o funcionamento das bombas, todos os suprimentos estejam abastecidos e adequados, sejam eles água para resfriamento dos motores, combustíveis, óleo ou bateria.

Geralmente, o sistema de hidrantes e chuveiros automáticos estão conectados entre si através de uma única moto bomba de combate a incêndios. Contudo, independente de se ter apenas uma ou duas bombas, o ponto é que elas devem obrigatoriamente funcionarem caso ocorra uma falta de energia. Caso o sistema seja abastecido por uma bomba diesel e estiver bem regulado e funcional, com a quantidade de óleo adequada para o funcionamento e com uma autonomia de oito horas. Agora, se for uma bomba elétrica, ela deve estar ligada ao grupo gerador e este deve estar em plena carga para funcionar corretamente ou ter sua entrada de

energia independente da entrada geral da estrutura. Por isso que, em ambas as situações, em uma situação de falta de energia, a bomba de incêndio irá funcionar. Fato esse que demonstra a importância da continuidade de disposição de atuação deste tipo de equipamento, é necessário prever todos os tipos de situações adversas possíveis que poderão dificultar ou impedir o uso completamente das bombas em uma situação de extrema necessidade, que é o caso de um incêndio, podendo ser fator fundamental para o salvamento de vidas e do patrimônio em si.

### **3.4. A Contribuição Efetiva da Administração de Conhecimentos na SSCIE.**

No Brasil, os Corpos de Bombeiros Militares incorporaram o Sistema de Segurança Contra Incêndio em Edificações (SSCIE) em esfera estadual, realizando normatizações, fiscalizações, perícias e combatendo incêndios em torno de um ciclo completo, mantendo a interação de forma incipiente com seus intervenientes, em um sistema complexo de prevenção a incêndios. O processo de verticalização do meio urbano, com prédios cada vez mais elevados, traz consigo os riscos que são intrínsecos a qualquer estrutura de grande porte, principalmente os riscos de ocorrer incêndios. De acordo com o Professor Sergio Stein (SCIER, 2018), a SCIE abrange as dimensões relacionadas intrinsecamente com a ocorrência de incêndios, ligadas a estrutura da edificação, prevenção (normas e equipamentos), combate (treinamento e equipamentos) e pesquisa em materiais de revestimento, com ação extintora e retardante. Durante um incêndio todos esses parâmetros são corroborados em um grau maior ou menor, dependendo dos fatores de seu desenvolvimento e evolução, já que uma vez que o incêndio evolui, o combate ao próprio começa a exercer a sua força através dos mecanismos e metodologias utilizadas para que o sinistro seja extinguido.

Nos Estados Unidos, o tema da SSCIE é organizado e financiado por uma ampla rede de colaboração técnica e científica, com pesquisas atuantes na formação em Engenharia de Proteção Contra Incêndios, que tem a responsabilidade por identificar os perigos e gerando garantias construtivas que auxiliam na prevenção, controle e combate dos efeitos dos sinistros. Essa comissão esteve trabalhando durante dois anos no tema sobre controle e prevenção de incêndios, que deu origem ao relatório chamado de *America Burning* (AmB), que foi uma marca importante para a SCI dos EUA. As principais contribuições do AmB que merecem ser destacadas estão a recomendação da criação de um Departamento Federal de Administração de Incêndios, além da criação de uma Escola Nacional de Bombeiros, que atualmente foram mais bem trabalhadas e hoje constituem a *U.S. Fire Administration* (USFA) e *National Fire Academy*

(NFA), que detém uma alta importância junto a população, em que a mesma, inclusive, adotam e reverberam as diretrizes recomendadas da política nacional de Segurança Contra Incêndio.

Com relação ao nosso país, conforme afirma o professor Sérgio Stein (SCIER, 2018), não há um locus acadêmico, empresarial ou institucional com tal vigor tratando da Segurança Contra Incêndio. Apesar de haver no Brasil o grupo Grupo de Fomento à Segurança contra Incêndio (GSI), que se diferencia por ser uma entidade sem fins lucrativos e com o objetivo principal de promover o desenvolvimento e a divulgação da SCI no país. Conforme explicitado no site da GSI, as principais atividades realizadas pelo grupo são a de dar apoio tanto para as instituições como aos profissionais atuantes na área também, desenvolver e espalhar o conhecimento científico e tecnológico, apoiar os estudos e educação sobre o tema, iniciando com a formação acadêmica de mestres e doutores nos cursos de pós-graduação relacionados. Além do trabalho da GSI, são raras a existência de pesquisadores e pesquisas científicas e tecnológicas, embora ainda não exista cursos de graduações básicos e importantes como a Engenharia de proteção Contra Incêndios, por exemplo. Já a respeito dos bombeiros militares, existem poucos com uma graduação em disciplinas relacionadas ou com pós-graduação no campo, que são incomuns, feitas fora do país. Por isso que, sem o conhecimento e um estudo aprofundado nesses tópicos, além da falta de pesquisas aprofundadas da área do conhecimento que se denomina a “Ciência do Fogo”, acaba piorando ainda mais a situação do Brasil, que já se encontra bem complicada.

O progresso nesse quesito, apresenta os limites das possíveis atuações que uma organização envolvida poderia realizar com os processos de gestão de crises, já citados anteriormente, em especial aqueles relacionados com incêndios, legislação, regulamentação, normas técnicas, metodologias, procedimentos, recomendações, tecnologias, dentre outros tópicos, sejam na teoria ou na prática. As principais consequências dessa falta de conhecimento no assunto para os Corpos de Bombeiros Militares do país e acionistas que estão inseridos no mesmo perfil potencial de riscos, que vêm do conjunto de insuficiências de recursos humano, econômicos e, principalmente, a falta de conhecimento científico, tecnologias, metodologias e protocolos adequados, especialmente na fabricação e operação de equipamentos e matérias-primas, sobretudo os provenientes de aplicações de conhecimento no quesito da “Ciência do Fogo”. Tais fatores são configurados como demandas comédidas de alta complexidade, para serem tratadas e resolvidas coletivamente, devida a urgência e a escala abrangente da situação desafiadora que o nosso país se encontra. Por isso que nos EUA, onde é vigente um robusto SSCIE, é propiciado uma participação em massa e funcional de seus principais atores como responsáveis na geração de conhecimento e da aplicação, conservação e progresso cotidiano do

sistema, que é regido e mantido por uma política nacional bem preparada de Segurança Contra Incêndio. Assim, é possível notar que a falta de uma política nacional de SCI, uma interação insuficiente e a ausência de massa crítica acaba enfraquecendo o tema proposto da Segurança Contra Incêndios e Emergências no Brasil, repercutindo na legislação, nos códigos e normas técnicas de proteção a vida e do patrimônio, além de uma ausente “indústria do fogo”, que diz respeito a toda a cadeia produtiva que está envolvida na origem de equipamentos e insumo, com alguma estratégia de peso econômico.

#### ***3.4.1. A Utilização de Gestão de Conhecimento na Eficiência do SSCIE.***

Não há um consenso entre os autores quanto a definição absoluta para a Gestão de Conhecimento, porém, todos os autores são categóricos em dizer que a GC é de suma importância dentro da sociedade intelectual, uma vez que o conhecimento assume o papel do principal fator de produção. Dessa forma, o conhecimento acaba assumindo o protagonismo, se tornando a principal potência produtiva e competitiva, proporcionando diversos benefícios aos indivíduos, auxiliando na melhor tomada de decisão e solução de problemas, além de criar um senso de laços de comunidade dentro de uma determinada organização. Um programa de GC bem preparado e reproduzido, pode fazer com que o ambiente em questão fique bem mais colaborativo, otimizando os esforços e estimula a difusão de conhecimentos, em especial a troca de experiências, ou seja, o seu conhecimento latente, que pode ser considerado como o mais valioso ativo de uma organização.

Assim como afirma Sérgio Stein (SCIER, 2018), o desacerto entre a capacidade e as demandas de resposta dos Corpos de Bombeiros Militares de todo o país podem ser notadas nas principais metodologias e tecnologias atuais que são utilizadas na prevenção, identificação, combate e até gestão de incêndios, principalmente incêndios ocorridos em edificações. A Ciência do Fogo, assim como as disciplinas e os campos de conhecimento relacionados a elas, estão bem na base do desenvolvimento das competências imprescindíveis à prevenção, ao combate e ao treinamento, além de capacitação e qualificação do efetivo, tanto na gestão e administração, quanto na prevenção, combate e pós-intervenção. Além disso, é importante ressaltar que o conhecimento organizacional não substitui o conhecimento individual, pelo contrário, um complementa o outro tornando-o mais completo, coerente e com um leque maior de aplicações. Desse modo, a Gestão de Conhecimento auxilia na orientação estratégica, na solução de problema com o menor tempo possível, difunde as metodologias utilizadas nas

melhores práticas, desenvolve o conhecimento atrelado nos produtos e serviços, aumenta a oportunidade de inovação no setor, sintetizando simultaneamente com a memória organizacional.

A compressão do funcionamento de todo o sistema que engloba a Segurança contra Incêndio em Edificações, identificando o coletivo como um todo envolvido no processo, seus principais agentes, com atenção a algumas etapas, conjuntos, individualidades, emergências, transbordamentos, fluxos, entradas e saídas, transformações, processos e redes, analisando e compreendendo as interações envolvidas, originando diversos olhares comuns dentre todos os envolvidos no processo, compartilhando soluções corriqueiras, replicáveis, e tratando estruturas qualitativas que estão envolvidas na elaboração de legislações, normas e códigos de segurança para as vidas e ao patrimônio se fazem fundamentais para manter sempre atualizadas as metodologias e tecnologias em prol da prevenção de sinistros. Conforme recomenda Sérgio Stein (SCIER, 2018), avançar com propostas de governança e educação corporativa, que promovam a efetiva interação dos *stakeholders* na coprodução e aplicação do conhecimento, respeitando a realidade do território atuante. A proposta de um modelo de Gestão de Conhecimento para o SSCIE, pode e deve ser uma alternativa, para fazer frente aos desafios enfrentados pela sociedade ainda em desenvolvimento. Além do mais, é importante salientar que normas melhores e mais atualizadas salvam cada vez mais vidas, reduzem despesas e previnem prejuízos.

As Normas Técnicas impactam mais fortemente na cadeia de valor industrial da construção civil e do setor imobiliário de maneira ampla, chegando também no setor de seguros. E com a Gestão de Conhecimento, a resiliência e a aplicabilidade da regulação são intensificadas, integrando-se na base de uma comunidade de práticas empíricas, rodeada por vistoriadores, projetistas, engenheiros, arquitetos, dentre outros profissionais especialistas que estão envolvidos no assunto, e envolvendo produtos como espumas químicas, revestimentos antitérmicos, equipamentos com Internet das Coisas (IoT), assim como os futuros ocupantes que irão povoar as edificações, sejam elas residenciais, comerciais, industriais. Elementos esses que são sustentadas nas plataformas atuais de comunicação e interações, amplamente utilizada na gestão e difusão do conhecimento, que são recomendadas e aplicadas na GC.

Para a elaboração do modelo de Gestão de Conhecimento para a Segurança Contra Incêndio em Edificações, devem englobar fundamentalmente os seguintes aspectos, de acordo com Sérgio Stein (SCIER, 2018): Governança, que autentique os principais agentes do SSCIE; Educação Corporativa, que gere uma efetiva coprodução e difusão de conhecimento entre os envolvidos no sistema imposto utilizando o GC; Espaços Institucionais dedicados

exclusivamente a GC em nível estratégico, locados nos Corpos de Bombeiros Militares de cada Estado Brasileiro, como é o exemplo do CBMES; Memória Organizacional por meio da criação de Comitês Técnicos em nível nacional e estadual Grupo de Fomento à Segurança Contra Incêndio Regionais com composição e comprovação de pleno funcionamento.

### **3.5. Modelagem e Simulação Computacional aplicada à Segurança Contra Incêndio.**

A simulação computacional é um recurso moderno bastante utilizado para a análise e solução de diversos problemas existentes no mundo, em variados aspectos e formas diferentes. Todavia a simulação computacional não se limita apenas na aplicação e criação de projetos mais eficientes, no entanto pode ser também utilizada para avaliar e melhorar os projetos existentes, análise de normas técnicas, ou até mesmo para investigar incêndios e suas possíveis causas, além de aplicações recorrentes para melhoria e desenvolvimento das NTs já existentes.

As simulações sempre foram uma ferramenta de grande potência para o enriquecimento do aprendizado em diversas áreas diferentes, com destaque nas áreas ligadas com a engenharia. E com isso, a simulação computacional de incêndio integra um processo de análise da Segurança Contra Incêndio, justificado em normas técnicas baseadas em desempenho, que são utilizadas para otimizar o processo. De acordo com (TAVARES, 2009), as normas baseadas em desempenho definem os objetivos, mas não especificam o que deve ser feito para atingir estes objetivos. O responsável pelo projeto e que deverá se utilizar de uma abordagem reconhecida nacionalmente e bem estabelecida para atingir os objetivos. Mesmo que a simulação computacional não seja requerida nestes casos em específico, ela é um importante instrumento no processo, uma vez que ela pode auxiliar a garantir que as soluções propostas e aplicadas pelas normas sejam mais realizáveis e capazes de solucionar as dificuldades dos problemas em SCI de maneira correta. Idealmente, um profissional capacitado em Segurança Contra Incêndio deveria ser capaz de executar um modelamento computacional ou um especialista em modelagem deveria possuir conhecimento básico na temática de combate à incêndio, mas raramente isso acontece. Com isso, idealmente deveria ocorrer de o especialista em SCI cooperasse e trabalhasse conjuntamente com um especialista em modelamento, gerando resultados cada vez mais satisfatórios e precisos nas simulações.

### 3.5.1. Modelagem de um Incêndio.

Atualmente, existem três modos diferentes para se realizar a simulação computacional de um incêndio. O modelo que ficou mais popular, por ter conseguido adquirir um equilíbrio harmonioso entre simplicidade física e computacional, foi o modelo denominado de “duas camadas” (*zone model*), conforme explicitado na figura abaixo. Conforme explica (JONES, 1983 e PEACOCK et al, 2017), o modelo de duas camadas se trata de um modelo de incêndio no qual se prevê as condições térmicas possíveis em um determinado ambiente estrutural compartimentado, e assim o dividindo em duas camadas, que são: uma superior aquecida e outra inferior mais fria. A temperatura de cada uma dessas camadas é uniforme e a evolução desta no tempo é apresentada por uma série de equações diferenciais ordinárias (EDOs) derivadas das leis fundamentais de conservação de massa e energia. O transporte de calor e a fumaça que ocorre entre uma camada e outra é dada por correlações empíricas disponíveis na literatura correspondente ao assunto. Um exemplo de software que realiza as simulações utilizando este modelo é o CFAST do *National Institute of Standards and Technology* (NIST/EUA). Uma das principais vantagens deste tipo de modelamento é a velocidade de cálculo, e além que apesar da alta rapidez matemática, gera também resultados muito confiáveis. Todavia, um defeito que merece ser citado a respeito deste modelo, é que ele é muito limitado em melhorar esses resultados calculados, uma vez que fica restrito a apenas duas camadas.

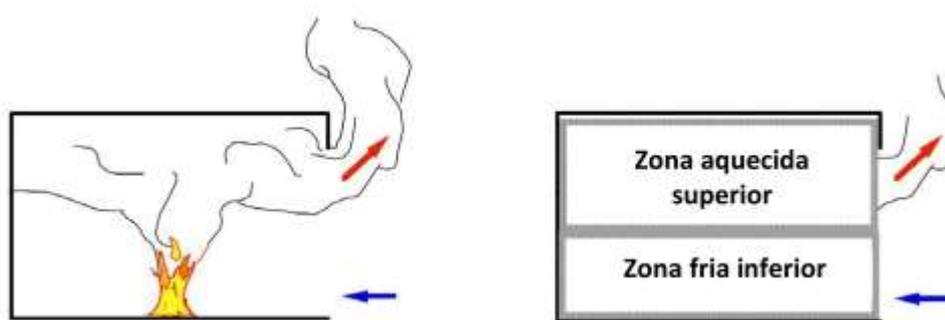


Figura 2 – Modelo de duas camadas.

Fonte: FORNEY (2005)

Um outro modelo que merece destaque e que é um dos mais utilizados atualmente é o Modelo de Campo, em que o ambiente é dividido em diferentes células, em que, cada uma dessas células é assumida que propriedades como a velocidade de ação dos gases, temperatura,

dentre outros fatores, são todos considerados uniformes, alterando apenas o tempo decorrido. O software utilizado para esse modelo é o *Fire Dynamics Simulator* (FDS) do NIST, esse programa pode ser usado para modelagem na maioria dos cenários de incêndio e prever quase qualquer quantidade, de acordo com cada situação. Porém, uma vez que esse modelo se encaixa em quase todos os cenários de sinistros, a sua precisão de resultados decai bastante por conta disso, além de limitações na descrição científica do fogo, como a física do fogo e as informações limitadas a respeito dos combustíveis, geometria, dentre outros fatores.

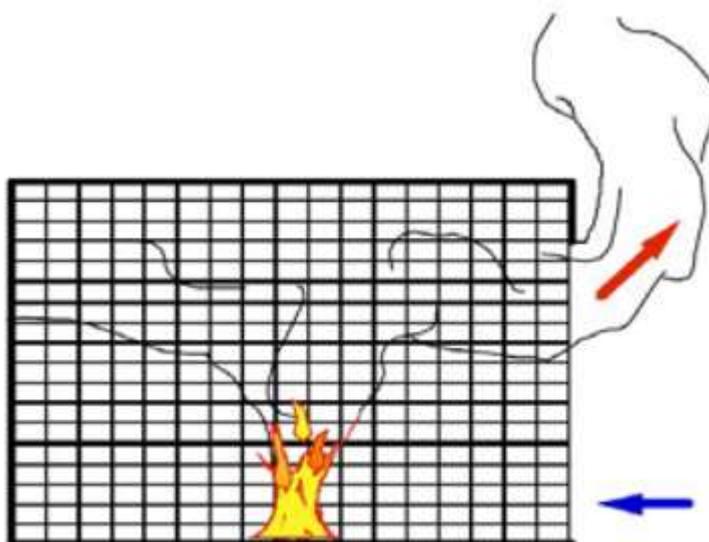


Figura 3 – Modelo de Campo.

Fonte: FORNEY (2005)

Como afirma George Braga (SCIER, 2018), se utilizando da modelagem computacional de incêndios, é possível buscar estratégias diferentes que permitam a melhoria da Segurança Contra Incêndio por meio da avaliação da integridade estrutural, pois permite a análise da temperatura das paredes ou dos gases aquecidos, além de uma avaliação de condição de proteção da vida dos futuros ocupantes daquele ambiente, como a análise da visibilidade do ambiente, temperatura do local, composição e diluição da fumaça, conforme demonstrado na figura abaixo. Por isso que, apesar de existirem diversos outros modelos de simulações computacionais de incêndios, o FDS mantém uma larga utilização pelo mundo afora, por ser mais prático e gratuito para utilização de todos.

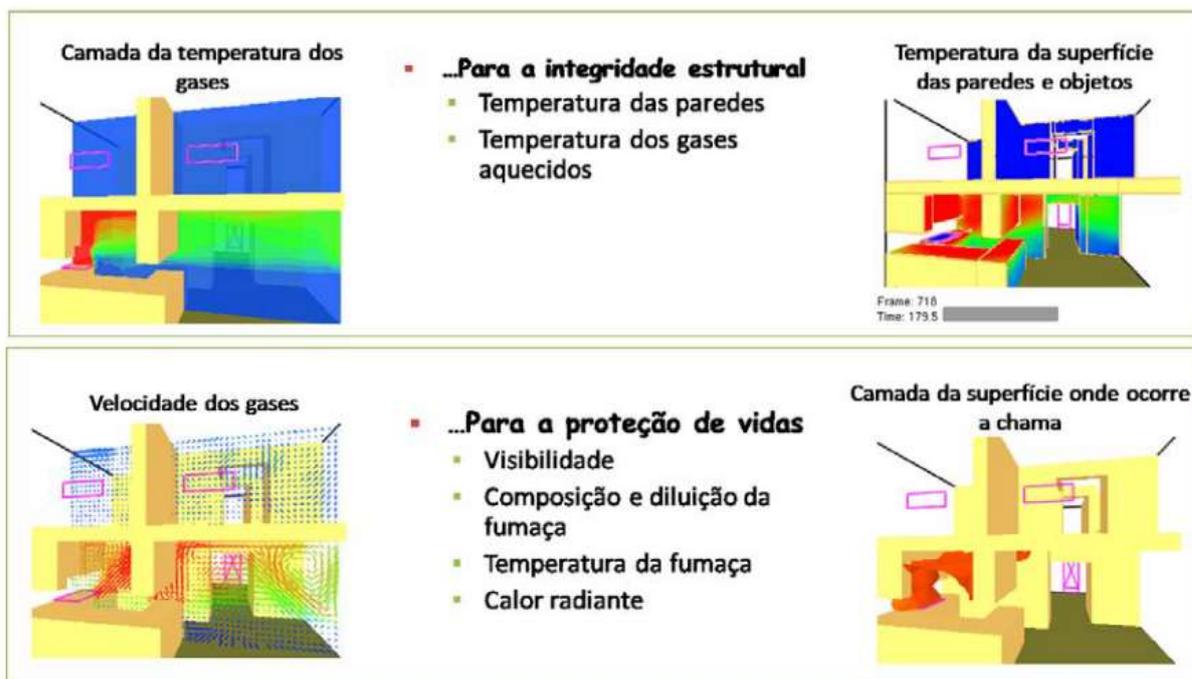


Figura 4 – Aplicação da Simulação Computacional.

Fonte: Adaptado de CORSANEGO (2005)

### 3.5.2. Validação dos Projetos.

Um ponto importante que é aplicado pra qualquer tipo de modelo computacional relacionado ao assunto, é a sua validação, que diz respeito ao quão preciso o modelo é ao apresentar resultados e compará-los com os dados experimentais reais. Com isso, é de se esperar que ocasionalmente um desses modelos possa ser executado em todas as condições necessárias. Todavia, a confiança nos modelos aumenta na medida que as relações dentro deles estejam baseadas em teorias científicas bem consolidadas e sustentadas por evidências empíricas. Dessa forma, um modelo bem regulado deve ter a capacidade de executar a simulação dentro de uma margem de erro aceitável, dependendo da situação, com dados de evolução temporal de um incêndio experimental ou até mesmo do plano de evacuação de um prédio ao ocorrer um incêndio inesperado.

A modelagem de incêndio inspirado no FDS é amplamente usada no mundo para diversos tipos de situações, seja para problemas relacionados a engenharia de segurança contra incêndio, ou para a execução de pesquisas e investigações de incêndio. Um exemplo de validação de uma simulação do FDS, conforme demonstrado por George Braga (SCIER 2018), pode ser avistado na figura abaixo. Na qual, é possível verificar a imagem de uma simulação

de fogo com pico de taxa de liberação de calor de 3 MW em um compartimento de 6,9 m, por 3,6 m, por 3,6 m (6,9 m X 3,6 m X 3,6 m) e uma hora de queima, em comparação com o experimento real realizado. Além do mais, se faz possível verificar os dados de temperatura em diferentes pontos tanto do experimento, como da queima da simulação.

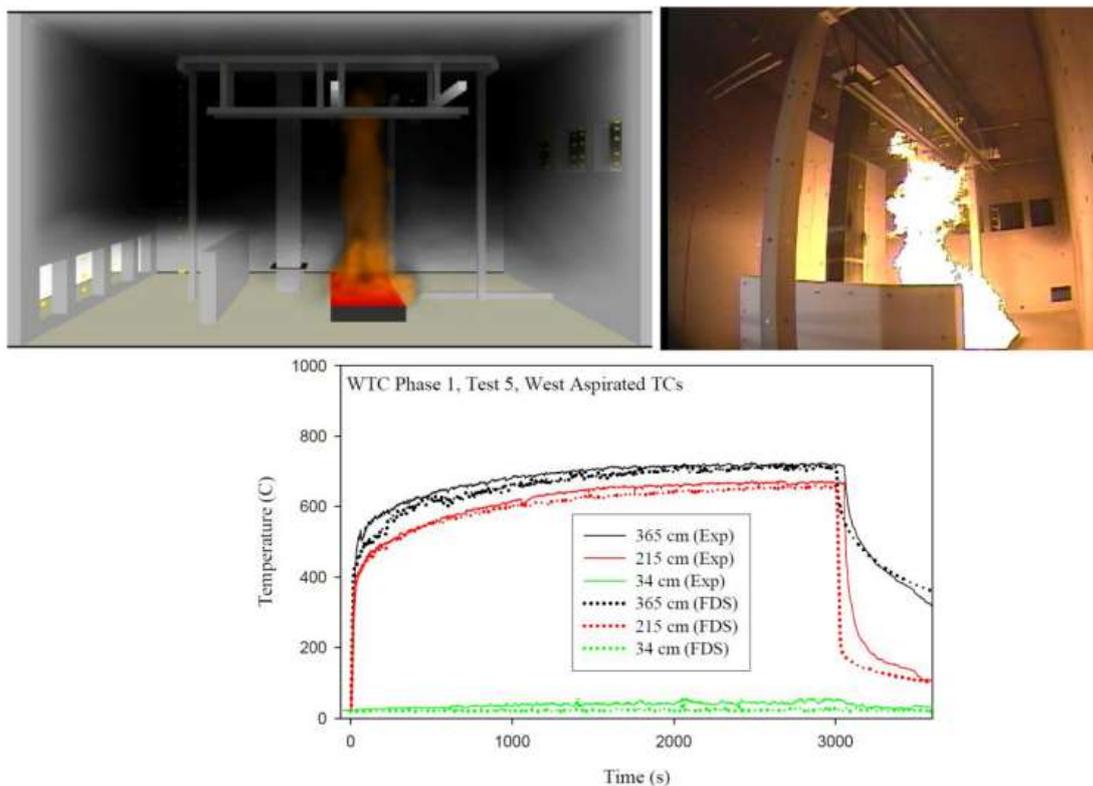


Figura 5 – Validação do FDS

Fonte: FORNEY (2005)

Assim sendo, é importante ressaltar que trabalhar com simulação computacional, caso o usuário necessite buscar ensaios que possam validar o tipo de simulação desejada que o próprio usuário queira fazer. No entanto, é de extrema importância que se tenha ciência dos limites referentes ao modelo utilizado em uma situação, assim como também se faz necessário que se tenha conhecimento do comportamento do fogo, possuindo assim o conhecimento técnico-científico necessário para poder avaliar e ponderar os resultados obtidos.

### 3.5.3. Modelagem de Abandono.

O processo de validação dos modelos de abandono, assim como ocorre nos simuladores de incêndio, também carece de dados adequados para fins de validação. A divergência para se adquirir esses dados decorre do fato que a performance do abandono depende de vários fatores, como explicita (Gwyne e outros, 1999):

- a) Natureza física do lugar: tamanho, número de ambientes, número de tamanho das saídas, etc;
- b) Função do lugar: hospital, escola, escritório, etc;
- c) Natureza da população: distribuição de idade e gênero, familiaridade com o local, relações familiares, etc;
- d) Natureza do ambiente: dia/noite, sinalização, fumaça, calor, gases tóxicos ou irritantes, etc.

Os fatos pontuados acima, juntamente com a versatilidade do comportamento humano, resultam tornando a repetibilidade de um experimento de validação de um modelo de abandono um problema complicado de ser resolvido.

Por isso, como foi analisado até agora, há diversos tipos de modelos de simulação computacional de incêndios e de abandono. Modelos esses que podem ser prontamente utilizados de diversas maneiras na área de segurança contra incêndio. Conforme mesmo explicou Sérgio Braga (SCIER, 2018), a avaliação de projetos utilizando a simulação computacional adquire uma grande importância na medida em que as normas estão ficando cada vez menos prescritivas, para serem baseadas em desempenho. Outrossim, a utilização da simulação que sejam avaliadas diversas maneiras ainda em fase de projeto, possibilitando as mudanças no projeto e uma melhor avaliação de diferentes soluções antes mesmo da construção do prédio começar. Dentre as áreas avaliativas das normas prescritivas, a simulação computacional pode ser utilizada para testar ou até mesmo estimar se os padrões de normas técnicas são eficientes, desde que o modelo esteja validado corretamente.

A simulação computacional também pode ser usada para checar melhorias em um prédio existente. Já ao analisar o comportamento do fogo ou fuga das pessoas em uma simulação de sinistro, em uma edificação, é possível analisar os riscos demonstrados e, através da engenharia de segurança contra incêndio, propor soluções diversas que permitam diminuir

os riscos. Dito isso, a simulação computacional de incêndio e de abandono, pode ser uma ferramenta excepcional para todas as áreas de Segurança Contra Incêndio, produzindo resultados palpáveis praticamente em todo o processo, que vão desde a fase do projeto, avaliação de normas técnicas, até mesmo para a investigação de incêndios ocorridos. Contudo, para que se extraia o máximo potencial que essa ferramenta pode oferecer, é de suma importância que o profissional responsável pela simulação e o profissional detentor do conhecimento da Ciência do Fogo, como o Corpo de Bombeiros Militar, atuem juntos ou até mesmo que busquem conhecimento na área em que são mais dependentes, a fim de se maximizar a confiança e veracidade dos resultados obtidos.

#### **4. CRIAÇÃO DE UMA POSSÍVEL DISCIPLINA NA MATRIZ CURRICULAR DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA.**

De posse da análise dos grandes incêndios já ocorridos no Brasil, é possível notar que os erros que desencadearam esses acidentes são erros tão elementar, que é possível apontar todos os envolvidos nas edificações como culpados e inocentes ao mesmo tempo. Visto que, a ignorância e negligência a respeito do tratamento do assunto na época, fizeram com que os riscos, que já são grandes mesmo com a prevenção e combate a incêndios pois nunca uma edificação está totalmente segura, aumentassem de maneira exorbitante. Assim, para reduzir esse tipo de problema, uma mudança nas matrizes curriculares dos cursos de engenharia e arquitetura é imprescindível, além da necessidade de se criar até mesmo pequenos cursos de formação e treinamento em Segurança Contra Incêndio para todos os profissionais envolvidos atuantes na execução de serviços que possam possivelmente acarretar algum sinistro. No decorrer de tais cursos, é indispensável a discussão dos principais fundamentos que auxiliem a definir as incumbências de cada pessoa durante uma situação de incêndio, ponderado de acordo com os riscos atrelados a cada função específica dos trabalhadores e ocupantes em uma determinada edificação.

O nosso país sofre de uma escassez tanto na formação como na educação a respeito do tema de Segurança Contra Incêndio em edificações, porém, a curto prazo, é muito difícil conseguir reverter essa situação em todo os estados brasileiros. Condição essa de falta de sintonia na formação de profissionais capacitados na área de SCI. Tomando de exemplo que novas diretrizes que regularizassem e que agora demandem que o ensino de SCI seja obrigatório nos cursos de engenharia, ainda seria necessário que fosse esperado um período de três a cinco

anos para os primeiros profissionais da área se formarem, com um adendo de ainda estarem com pouca ou até mesmo nenhuma experiência real no assunto, uma vez que eles não tiveram nenhum treinamento ao estarem no exercício efetivo da profissão, dado que acabaram de se formar. Além disso, é importante salientar que ainda não foi dado esse pontapé inicial dado como exemplo, e os devidos cursos ainda não foram implantados. Outrossim, a formação de professores em âmbito nacional na SCI seria ainda mais complicada, talvez havendo até a necessidade de enviar os profissionais para o exterior e, além disto, a criação de cursos de pós-graduação, uma empreitada nada simples, principalmente com as burocracias do nosso país.

Alguns tópicos que podem ser citados e que deveriam ser abordados nos cursos relacionados a Segurança Contra Incêndio são, de acordo com Ualfrido Del Carlo (SCIER, 2018, p.195):

- a) O fogo, Fontes de ignição: Elétricas, fósforos e cigarros, fogos de artifício, dentre outras;
- b) Materiais combustíveis: Carga de incêndio, propagação de chama, velocidade da queima;
- c) Fumaça, barreiras contra propagação do fogo, divisórias, portas;
- d) Alarmes e comunicação com o Corpo de Bombeiros;
- e) Saídas de emergência;
- f) População e rotas de fuga;
- g) Plano de emergência;
- h) Riscos de Incêndio de todas as atividades inerentes realizadas em um determinado local;
- i) Implicações legais, ou seja, as responsabilidades civis e criminais dos possíveis envolvidos em uma tragédia decorrente a um sinistro.

#### **4.1. Visão Geral sobre a ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão a Respeito da Segurança Contra Incêndio.**

A norma brasileira ABNT NBR 5410:2004 determina as condições mínimas necessárias que devem ser satisfeitas nas instalações elétricas de baixa tensão, a fim de que sejam asseguradas toda a segurança das pessoas que irão usufruir no local, além da preservação do patrimônio. A mesma norma se aplica às instalações elétricas de edificações residenciais,

comerciais, públicas, industriais, de serviços, agropecuárias, pré-fabricadas, áreas descobertas externas às edificações, trailers, campings, marinas, canteiros de obras, feiras, exposições e instalações temporárias em geral. A NBR 5410 se aplica às instalações novas e às reformas, envolvendo os circuitos elétricos alimentados sob tensão nominal igual ou menor a 1000 Volts em corrente alternada (CA), com frequências inferiores a 400 Hertz (Hz), ou a 1500 V em corrente contínua (CC). De posse disso, os princípios fundamentais que orientam a norma são aqueles relacionados à proteção contra descargas elétricas, contra sinistros (incêndios e queimaduras), contra sobrecorrentes (sobrecargas e curto-circuitos) e contra sobretensões.

De acordo com Del Carlo (A Segurança Contra Incêndio no Brasil, 2008), as sobrecorrentes podem ser de duas naturezas: sobrecargas ou curtos-circuitos. No primeiro caso, correntes razoavelmente pequenas acima da corrente nominal circulam durante um período de tempo moderadamente longos. Não há valores padronizados definitivos, porém, para se ter uma noção, disjuntores são ensaiados em situações de sobrecarga com correntes relativas em 30% a 45% além do valor nominal circulando por uma ou duas horas. Já em curtos-circuitos, tem-se correntes relativamente altas acima da nominal circulando por tempos que são considerados pequenos. Utilizando os mesmos disjuntores como exemplo, têm-se que eles são ensaiados com correntes dezenas de vezes o valor da nominal, circulando por poucos milésimos de segundos. Dessa maneira, em ambos os casos, as temperaturas que os componentes da instalação elétrica podem chegar são bastante elevadas, chegando na casa de até centenas de graus Celsius, podendo, conseqüentemente, provocar a combustão de diversos materiais instalados ao redor do equipamento, resultando em graves incêndios que se podem se alastrar muito rapidamente pela estrutura.

#### ***4.1.1. Alimentação Elétrica nos Sistemas de Segurança.***

Os sistemas de segurança que estão incorporados em uma estrutura, são projetados para antes de mais nada, serem confiáveis. Ou seja, são componentes que precisam estar sempre preparados e dispostos a funcionarem corretamente e efetivamente todas as vezes que lhe forem requisitados. A partir desse ponto, se faz necessário o aprofundamento e reflexão a respeito dos sistemas de segurança, conjuntamente com os sistemas de proteção elétrica, que formam o conjunto responsável pela garantia de vida dos ocupantes e usuários da edificação, sejam eles usuários passageiros ou permanentes.

Um bom projeto de sistemas elétricos garante que todos os fatores de segurança estejam sempre balanceados e em harmonia, a fim de se assegurar sempre a melhor solução técnica possível para cada tipo de situação e estrutura. Com isso, conforme já destacado anteriormente, os projetos dos sistemas elétricos deverão considerar não somente as exigências mínimas impostas nas normas técnicas vigentes em uma determinada região (em alta ou baixa tensão), mas devem adicionar também requisitos específicos na sua configuração de alimentação, buscando sempre o funcionamento mais fluido e com mais garantias de sucesso possível, caso venha a acontecer um sinistro no local.

#### ***4.1.2. Ponderações a respeito da Elaboração do Projeto de Sistemas Elétricos.***

Para as situações de combate de incêndio como um todo, principalmente as que envolvem equipamentos energizados, a maioria dos Corpos de Bombeiros no país aponta em suas devidas normas técnicas que, para se evitar a propagação das chamas, o combate deve ser realizado sempre com a energia desligada, ou seja, que o agente atuante utilizado no extintor não conduza corrente elétrica, como extintores à água pressurizada, por exemplo. Dessa forma, uma consideração importante inicial que é necessária de se fazer é a definição do que são sistemas de alimentação elétrica para serviços de segurança: conforme a ABNT NBR IEC 50 (826), são sistemas previstos para manter o funcionamento de equipamentos e instalações essenciais:

- a) A segurança das pessoas e à salubridade, e/ou;
- b) Quando exigido pela legislação, para se evitar danos consideráveis ao meio ambiente ou a outros materiais envolvidos.

Um equívoco que comumente acontece é o de chamar os sistemas de segurança de “sistemas de emergência”, diferenciados do sistema de reserva (designados a funcionar em caso de interrupção da alimentação de energia normal, seja por razões diferentes que não os da segurança das pessoas supradito). Dito isto, é sempre importante salientar que a concepção de alimentação dos sistemas de segurança é a prioridade máxima do combate, uma vez que no primeiro momento, a preservação da vida é mais importante que os demais fatores, e só depois, a preservação do patrimônio entra em questão. Dessa maneira, é crucial que o projeto tenha elementos que admitam a identificação rápida do foco do incêndio e da evacuação acelerada de

seus ocupantes. Se fazendo imprescindível nas situações de sinistro que a equipe de brigada atuante tenha conhecimento das diferentes possibilidades acessíveis de se desligar a alimentação da edificação, principalmente sabendo das principais formas de derivação de energia que abastecem os seus sistemas de segurança. Dessa forma, de acordo com a ocupação e uso da edificação, as derivações de alimentação de energia para abastecer os sistemas de segurança, proteção e combate a incêndio são projetadas logo no início do projeto. Só após a avaliação do objetivo estratégico do empreendimento da estrutura e dos seus possíveis ocupantes, é que será possível avaliar se será possível atender às exigências da distribuição de energia no interior do edifício, conforme as tabelas de influências externas para componentes e linhas elétricas, conforme disponíveis nas tabelas 21, 32, 33 e 34 da ABNT NBR 5410.

## **5. ANÁLISE DE COMO A SCI CONTRIBUI PARA COMPLEMENTAR O CURRÍCULO DOS ALUNOS DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA.**

Nas diversas obras e construções realizadas no nosso país, a preocupação com o assunto da Segurança Contra Incêndios nunca foi uma prioridade absoluta. No qual, os profissionais atuantes na obra, sejam engenheiros, arquitetos e construtores adotavam somente as regras básicas, ou seja, eram atendidos apenas as exigências mínimas que eram exigidas pela legislação vigente no local da obra. Fato esse que era justificado pela suposta rapidez de adiantar os negócios, e entregar a obra com o menor prazo e custo possível para o contratante. Confiava-se muito no destino, no famigerado “jeitinho brasileiro”, de que não era uma prioridade no momento, e que em um momento oportuno no futuro, seria resolvido, ou que simplesmente, um incêndio é um fenômeno raro de acontecer e só “acontece com os outros”. Um ponto que acaba realçando esse tipo de situação pode estar atrelado com a quantidade bastante pequena de edificações ou estruturas que são afetadas por acidentes gravíssimos envolvendo sinistros.

Para que se possa tomar decisões a respeito da SCI no Brasil, se faz necessário ter uma base de dados consistente de todos os incêndios ocorridos no Brasil, além de suas possíveis causas e consequências, fazendo uso de técnicas estatísticas e de pesquisa científica em universidades ou empresas privadas. Ou seja, a pesquisa tanto científica como investigativa pode nos levar a uma análise com uma taxa de acerto bastante elevada dos fenômenos físicos, químicos e humanos que estão intrínsecos em um determinado incêndio em questão.

Dessa forma, de posse da análise dos grandes incêndios e catástrofes ocorridas no país ao longo dos anos, é possível concluir que a segurança dos ocupantes deve ser prioridade

acima de tudo, principalmente contra incêndios. É sabido que nem sempre o orçamento inicialmente disponível para a obra permite que se coloque todos os aparatos possíveis de prevenção e combate à incêndio na estrutura, mas se faz necessário fazer uma revisão mais profunda e readequar as prioridades de segurança da edificação, de modo a seguir à risca todas as exigências impostas pelas normas técnicas e legislações atuantes, além de se manter o bom senso como projetista, e inserir itens de SCI na obra a fim de se maximizar ainda mais a segurança.

### **5.1. Prevenção de Incêndios como Oportunidade de Carreira Profissional.**

Os currículos das graduações dispostas nas universidades de todo o país, principalmente nos cursos de arquitetura e das engenharias, contêm um conteúdo bastante denso e muito corrido, muitas vezes havendo tópicos que não são totalmente aprofundados ou que, muitas vezes, não chegam nem a ser ministrados. Fato esse que demonstra a necessidade de uma reformulação na matriz curricular, de modo a encaixar de maneira adequada o conhecimento a respeito da Segurança Contra Incêndios para os futuros formandos. No cenário atual da educação de ensino superior, nota-se que há pouca ênfase para a SCI em edificações, e conseqüentemente, acabam levando a práticas com uma baixa exigência no quesito de controle ao risco da ocorrência de sinistros. Dessa forma, os futuros projetos serão desenvolvidos por esses profissionais formados com uma base bem incipiente no assunto, provocando um perigo constante para o surgimento de incêndios nessas edificações projetadas por esses profissionais.

Todavia, não é possível parar a construção de novos prédios por conta da falta de profissionais com conhecimento no assunto de SCI, mas é imprescindível pelo menos a adaptação no futuro dessas estruturas, de modo a maximizar a segurança de seus ocupantes. Alguns exemplos comuns de acidentes têm início a partir de situações como: vazamento de gás de bujões com explosões, curtos-circuitos em instalações elétricas por excesso de cargas, manuseio de explosivos e outros produtos inflamáveis em locais não adequados, fogões, eletrodomésticos, dentre várias outras causas. Com isso, é importante salientar também o trabalho forte da corporação do Corpo de Bombeiros de todo o Brasil, no quesito de fiscalização das obras e disseminação do conhecimento a respeito da Segurança Contra Incêndio. Caso fosse decidido a implantação de diversos cursos de Segurança Contra Incêndio de maneira imediata no Brasil, principalmente nos cursos de arquitetura e engenharia, certamente seria uma catástrofe, pois não há um número adequado de professores especializados em ministrar tal

assunto. Atualmente, onde estão mais professores que estão trabalhando ensinando SCI, são nos cursos de pós-graduação especializados neste tópico.

Conforme explica Iberê Moreira Campos (SCIÉR, 2018), utilizando a segurança do trabalho, é sabido que arquitetos e engenheiros podem fazer cursos de especialização nesta área, inclusive em nível de conhecimento de pós-graduação *lato sensu* e *strictu sensu*. Só assim, ganha-se a possibilidade de atuar como um profissional especialista em segurança do trabalho, além de habilitações concedidas pelo CAU (Conselho de Arquitetura e Urbanismo) e pelo CREA (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia) a estes profissionais. Até por estar incluído na legislação, empresas acima de um determinado tamanho necessitam contar com a assistência vitalícia de um arquiteto ou engenheiro capacitado com esta especialização, chamada de “engenheiro de segurança”. Contudo, apesar dos projetos que estão em trâmite nos órgãos públicos, a mesma cobrança ainda não se aplica para os arquitetos ou engenheiros especializados em prevenção de incêndios. Fato esse que, não reduz a importância da presença de tais profissionais durante o processo de execução de uma obra, pois a ação destes profissionais vai além, se estendendo à própria ocupação e uso da edificação, no qual devem elaborar, fiscalizar e controlar procedimentos internos da edificação para assegurar que a infraestrutura já existente seja utilizada adequadamente e diminuindo, conseqüentemente, as chances de ocorrer acidentes.

O fato de não haver profissionais suficientes habilitados e atualizados devidamente de acordo com as normas técnicas atuais vigentes, disponíveis no mercado de Segurança Contra Incêndio, demonstra uma possibilidade de um mercado ainda pouco explorado, sendo um campo de trabalho bastante promissor para caso quem vier a se dedicar e estudar com o intuito de garantir uma especialização nesta área. Conforme já dito anteriormente neste trabalho, existem diversos cursos focados no assunto, tanto de especialização como também de extensão universitária, bem como de pós-graduação. Uma vez que a importância de profissionais devidamente licenciados no assunto é cada vez mais importante nas obras, principalmente após a promulgação da Lei 13.425/2017, que é a lei que criou novas normas técnicas de segurança, prevenção e combate contra incêndios em estabelecimentos de reunião de público. Lei essa que também obriga a arquitetos e engenheiros a apresentarem os projetos de prevenção de incêndios para um determinado nicho de edificações, dependendo das normas dispostas pelo Corpo de Bombeiros de cada região, uma vez que eles mesmos realizam a fiscalização e acabam exigindo tais documentos obrigatoriamente, sendo passíveis de interditar o estabelecimento caso contrário. Outro detalhe importante a respeito desta mesma lei se remete ao fato dela obrigar a inclusão de conteúdos relacionados à prevenção e ao combate a incêndio e desastres em todos

os cursos de graduação de arquitetura, urbanismo e engenharia. Inclusão essa que é muito improvável de ser realizada imediatamente, mas sim pensando a médio e longo prazo, fazendo com que esses futuros profissionais obtenham no mínimo uma noção inicial sobre a mentalidade de prevenção e combate a sinistros em seus trabalhos realizados no futuro, pós obtenção de seus diplomas.

## **5.2. O preço da Segurança Contra Incêndios em Estruturas em Geral.**

Um fato que acaba por dificultar a aplicação destas medidas que enriquecem a pesquisa e a execução dos critérios de Segurança Contra Incêndio é a desvalorização do planejamento em todas as fases a serem implementadas no país. Uma vez que no Brasil, o esforço agregado em uma determinada diligência e a intenção são mais bem valorizados do que o planejamento e as escolhas estratégicas visando os objetivos almejados a um médio ou longo prazo. Em suma, o planejamento e a qualidade das edificações são ambas deixadas em segundo plano, como se fossem menos importantes do que as demais prioridades impostas em uma edificação, sempre havendo distintos interesses comerciais, políticos e econômicos que costumam ser mais significativos do que a segurança e o conforto dos usuários que irão usufruir da estrutura.

Tudo que é arquitetado e construído de maneira bem esquematizada e planejada, acaba, no final de todo o processo, rendendo uma certa economia ao contratante, além de garantir uma qualidade maior do que as soluções que são improvisadas no decorrer da construção, e deixadas no canto esquecidas após finalizada o projeto. Sem dúvida, é mais barato se pensar nos equipamentos de segurança contra sinistros durante a fase de elaboração do projeto do que simplesmente enquadrar a estrutura dentro das normas técnicas vigentes, após tudo já construído, apenas para se obter o Certificado de Conformidade, no caso do Estado do Ceará. Por experiência do autor Iberê Moreira Campos (SCIER, 2018) e através de pesquisa no site <https://www.habitissimo.com.br/orcamentos/> que demonstra o valor de orçamentos de diversos projetos, conclui-se que o valor individual de um projeto de Segurança Contra Incêndios tem em média o preço de R\$ 6.700,00, custo esse que representa em torno de 1 a 5% do valor total disposto para a construção de uma edificação. Dessa forma, este valor apenas demonstra que o projeto e execução do projeto de SCI na estrutura tem um valor bastante acessível e injustificável de não se aplicar em todos os prédios em construção, sendo uma questão de planejamento e organização econômica do orçamento, visto que não ter a edificação

adequadamente protegida contra sinistros pode ser uma economia no presente que pode vir a custar bastante caro no futuro, caso ocorra um acidente no mesmo lugar.

Dessa forma, se desde o começo da construção de uma edificação, o planejamento for devidamente realizado e pensado, principalmente levando em conta as questões de segurança e prevenção de incêndios, todas as circulações, materiais e a própria estrutura base do edifício seriam executados satisfatoriamente e reduziriam o impacto da implantação desses sistemas de segurança dentro do orçamento inicial da obra. Além disso, o valor de uma vida humana é incalculável, no entanto, o que se gasta com segurança pode ser muito bem contabilizado e planejado. A segurança se inicia já no projeto, quanto antes for pensada, mais objetiva e acessível ela será. Com isso, com os esforços empregados pelos pesquisadores e pelo Corpo de Bombeiros estaduais, o CREA, o CAU e outras instituições envolvidas acabe gerando uma nova leva de profissionais eficazes ao lidar com a SCI nas edificações. Em resumo, os fatos descritos só refletem que há um imenso campo de trabalho, com diversas opções para atuar em torno do assunto, seja na busca de fornecer soluções adequadas para o que já existe ou para aprimorar ainda mais o que está por ser desenvolvido na pesquisa de aperfeiçoamento nessa área de segurança.

## 6. CONCLUSÃO

De posse de todo o conteúdo apresentado, é possível concluir que a Segurança Contra Incêndio no nosso país é um modelo que ainda está engatinhando no que diz respeito ao seu crescimento, ainda tendo vários fatores a serem trabalhados e implementados, como pode-se citar: A melhora da regulamentação proposta na legislação vigente em todo o país; Aumento do contingente de profissionais atuantes no assunto; Atendimento integral em todos os municípios do Brasil; Melhora dos equipamentos disponíveis para o combate aos incêndios, sejam os dispostos nos Corpos de Bombeiros, ou sejam os elementos de proteção que constituem a segurança de uma edificação; e principalmente, aumentar a formação, propondo uma maior qualidade e conteúdo no ensino dos profissionais como arquitetos, engenheiros, bombeiros, técnicos, dentre outros.

No plano de desenvolvimento desregrado e desorganizado que vive o Brasil, e está assim já faz bastante tempo, a impressão que nos remete é que o tema da Segurança Contra Incêndio ficou deixada de lado, em segundo plano, voltando a ter importância muito fortemente apenas na ocorrência de diversas tragédias e acidentes em estruturas, infelizmente. A SCI é uma área deveras complexa e que demanda muito estudo e aperfeiçoamento sempre, buscando a maior efetividade e rapidez possível, porque todo segundo é valioso quando se trata do alastramento de um sinistro em um determinado local. Além disso, nota-se que há muita pouca literatura nacional disponível sobre o tópico, sendo esta uma das principais pautas que demonstra a grande deficiência do nosso país nesse quesito, falta bastante investimento em pesquisa e na formação de profissionais das áreas de engenharia e arquitetura, principalmente.

Como pode-se notar, se faz necessário correr contra o tempo em busca das implantações no ensino superior, nos cursos de engenharia e arquitetura espalhados pelo país. Sempre buscando o desenvolvimento em prol da pesquisa, da legislação vigente, da normalização, da certificação e principalmente, da formação completa dos profissionais no futuro. Por isso, é necessário ter metas e um planejamento bem trabalhado e pensado, uma vez que se tem disponível poucos recursos materiais e humanos para fazer essa adequação no ensino, podendo-se fazer uso até de cooperação internacional para fechar algumas lacunas nas equipes existentes, a fim de se alinhar os conhecimentos de ambas as partes, tanto da comunidade científica como da profissional também. Além de que os laboratórios de SCI estão muito sobrecarregados de serviços, pois não há investimento suficiente para a expansão adequada e divisão da pesquisa, por isso que a construção de laboratórios regionais é bastante importante, visando suprir à demanda por ensaios e análises de incêndios no Brasil. E assim,

alterar os rumos do país em prol da busca pela segurança máxima das pessoas contra incêndios em geral nas edificações.

## REFERÊNCIAS

THEODORO, Jonatas Barrionuevo de **Cartilha de Orientações Gerais à respeito de Vistorias**. Disponível em:

[http://www.prevfogo.pr.gov.br/arquivos/File/Cartilha\\_Orientacoes\\_Gerais\\_Vistorias\\_2015.pdf](http://www.prevfogo.pr.gov.br/arquivos/File/Cartilha_Orientacoes_Gerais_Vistorias_2015.pdf)  
– Acesso em 17/03/2020.

SEITO, Alexandre Itiu; GILL, Alfonso Antonio; PANNONI, Fabio Domingos; ONO, Rosaria *et al.* **A Segurança Contra Incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

LUGON, André Pimentel; BONA, Bruno Moreira; COSTA, Carla Neves *et al.* **Segurança Contra Incêndio em Edificações – Recomendações**. São Paulo: Firek Segurança Contra Incêndio, 2018.

**Definição de Normalização de acordo com a ABNT**. Disponível em:

<http://www.abnt.org.br/normalizacao/o-que-e/o-que-e> - Acesso em 04/09/2020

GRINOVER, Ada Pellegrini. Vasconcellos e Benjamin, Antônio Herman de. Fink, Daniel Roberto *et al.* **Código Brasileiro de Defesa do Consumidor comentado pelos autores do anteprojeto**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 9. ed., 2007.

DUARTE, Rogério Bernardes. **Os Corpos de Bombeiros Militares, a Legislação Militar e o Poder de Fiscalização nas Edificações e Áreas de Risco**. Revista Direito Militar, São Paulo, nº 127, jan. fev. 2018.

**A Evolução da Normalização de Segurança Contra Incêndio no Brasil**. Disponível em:

<http://www.abntcb24.com.br/quem-somos.html> – Acesso em 12/09/20.

ABNT. **Gestão de Riscos – Princípios e diretrizes. NBR ISO 31000**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2009.

**Análise de Projetos Digital**, CEPI, 2019. Disponível em:

<https://www.cepi.cb.ce.gov.br/2019/05/10/analise-de-projetos/> - Acesso em: 12/08/2020

ABNT. **Proteção Contra Incêndio por Chuveiro Automático. NBR 10897.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2014.

FM GLOBAL, **Instituto Sprinkler Brasil.** 2019. Disponível em:  
<https://sprinklerbrasil.org.br/instituto-sprinkler-brasil/membros/fm-global/> - Acesso em:  
10/08/2020

GSI. **Sobre Nós,** 2019. Disponível em: <https://gsi-incendio.com.br/sobre-nos/> - Acesso em:  
10/08/2020

TAVARES, R. M., **Evacuation Processes Versus Evacuation Models: “Quo Vadimus”:** **Fire Technology**, 45, 2009A

FORNEY, G.P., **Modeling and Visualizing Fire Without Getting Burned,** in: MCSD Seminar, NIST, Gaithersburg, MD, EUA, 2005.

JONES, W.W., **A Review of Compartment Fire Models,** NBSIR 83-2684, National Bureau of Standards (agora NIST), Gaithersburg, MD, EUA, 1983.

CORSANEGO, F., **Computer Fluid Dynamics Simulation of Fire and Evacuation Scenarios for Large Experiments of Physics.** 5° HEP Technical Safety Forum, SLAC, 2005.

GWYNNE S., GALEA, E.R., OWEN M., LAWRENCE, P.J., FILIPPIDIS, **A review of the methodologies used in the computer simulation of evacuation from the built environment,** **Building and Environment**, p. 34, 1999.

**Orçamento Aproximado de uma Manutenção Completa do Sistema de Proteção Contra Incêndios em uma Fábrica.** Disponível em:  
<https://www.habitissimo.com.br/orcamentos/contraincendios#:~:text=O%20preço%20aproximado%20da%20manutenção,uma%20fábrica%20de%201.000m².> – Acesso em 06/10/2020.

ABNT. **Vocabulário Eletrotécnico Internacional – Capítulo 826: Instalações Elétricas em Edificações.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1997.

## ANEXO A - MEMORIAL DESCRITIVO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

CIDADE	<b>PROPRIETÁRIO</b>	DATA dd/mm/aaaa
--------	---------------------	--------------------

### MEMORIAL DESCRITIVO E JUSTIFICATIVO DE CÁLCULO DO PROJETO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

#### DA EDIFICAÇÃO E ÁREAS DE RISCO:

**Número da art do projeto:**

**Classificação da edificação:**

**Proprietário:**

**Projetista:**

**Contato (celular e fixo):**

**Classificação da atividade:**

**Risco:**

**Endereço:**

**Área total construída\*:**

**Área total do terreno:**

**Número de Pavimentos:**

**Altura considerada:**

**Altura total da edificação:**

**Número de unidades por andar:**

**Número de unidades comerciais:**

**Número total de unidades:**

**Descrição dos pavimentos:**

*\* Caso utilize separação de edificações, apresentar cálculos abaixo e descrever áreas individualizadas.*

**DO ENQUADRAMENTO (indicar as medidas de segurança requeridas pela edificação e áreas de risco)**

## **DO ACESSO DE VIATURAS**

**Largura da via interna:**

**Altura da entrada principal:**

*Especificar detalhes consideráveis e localização do acesso de viaturas.*

## **DA SEPARAÇÃO DE EDIFICAÇÕES**

*Especificar detalhes consideráveis sobre separação, cálculos segundo norma técnica específica e apontar áreas de risco consideradas separadas.*

## **DA SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA**

*Especificar detalhes consideráveis e localização da sinalização de emergência.*

## **DA ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA**

**Tipo de lâmpada:**

**Potência (watt):**

**Tensão de alimentação:**

**Autonomia:**

**Nível de iluminamento:**

*Especificar detalhes consideráveis da iluminação de emergência.*

## **DOS SISTEMAS DE DETECÇÃO E ALARME**

**Localização da central:**

*Especificar detalhes consideráveis dos sistemas de detecção e alarme.*

## **DOS APARELHOS EXTINTORES:**

**Risco da edificação: A, B ou C**

**Altura de instalação do extintor (metros):**

## **DISTRIBUIÇÃO DOS APARELHOS EXTINTORES**

<b>TIPO E CAPACIDADE EXTINTORA</b>			
<b>LOCALIZAÇÃO</b>	<b>CO2</b>	<b>PQS</b>	<b>Pó ABC</b>
<i>PAVIMENTOS</i>	*	*	*
<i>RISCO ISOLADO</i>	*	*	*
<b>TOTAL</b>	*	*	*

\* peso e capacidade extintora

*Especificar detalhes consideráveis sobre os aparelhos extintores e sinalização.*

## **DA SAÍDA DE EMERGÊNCIA**

**Quanto a ocupação:**

**Quanto à altura:**

**Quanto as características construtivas:**

**Área do maior pavimento (*pavimento*):**

**Número de saídas:**

**Tipo de escada:**

*Especificar cálculo do dimensionamento das saídas de emergência; para locais de reunião de público especificar cálculo de público.*

**Porta corta fogo:**

**Dimensões:**

**Janela da escada (caixilho fixo de vidro aramado):**

**Janela de exaustão da antecâmara:**

**Área dos dutos de ventilação:**

**TRF dos elementos estruturais do duto:**

**Altura do corrimão:** *especificar que deve ser de ambos os lados*

**TRF dos elementos estruturais:**

**Número de escadas:**

## **DO SISTEMA DE PROTEÇÃO POR HIDRANTES**

**Tipo de material:**

**Diâmetro da tubulação:** *especificar maior e menor trecho*

**Localização do hidrante de recalque:**

**Localização do hidrante urbano:**

## DA CANALIZAÇÃO PREVENTIVA

**Tipo de material:**

**Diâmetro da tubulação:** *especificar maior e menor trecho*

**Localização do hidrante de recalque:**

**Número total de caixas:**

**Volumes da RTI (litros):** *especificar volume de HID + SPK*

**Cálculo do consumo predial:**

**Volume total da caixa:**

**Dimensões da caixa:**

**Altura do nível da RTI (metros):** *considerar volume de HID + SPK*

**DISTRIBUIÇÃO DAS CAIXAS DE INCÊNDIO:** *Especificar todos os pavimentos*

CAIXA DE INCÊNDIO/BLOCO			MANGUEIRA 1½"	
PAVIMENTOS	TIPO	QUANTIDADE	QUANT POR CX	COMPRIMENTO
<b>TOTAL</b>				

TIPO(1) - 70 X 45 X 17 cm

TIPO(2) - 90 X 60 X 17 cm

## DO CÁLCULO DA BOMBA PARA HIDRANTES:

**Pressão mínima exigida:**

**Pressão no requinte:**

**Pressão máxima na canalização:**

**Localização do hidrante de recalque:**

– Cálculo da perda de carga

➤ Sucção

- Expulsão
  - Requite
  - Mangueira
  - Perda de carga total
- 
- Cálculo da altura manométrica total
  - Cálculo da bomba

**Especificação da bomba:****Vazão (m<sup>3</sup>/h):****Altura manométrica (m):****DO HIDRANTE DE RECALQUE:**

Identificá-lo pelos lados interno e externo na cor vermelha e as letras “HID” no seu interior na cor branca.

Obs.: Localizar o HR na entrada principal da edificação.

**DOS CHUVEIROS AUTOMÁTICOS (de acordo com as NBR 10.897):****Tipo de material:****Diâmetro da tubulação:** *especificar maior e menor trecho***Localização do hidrante de recalque:****Volumes da RTI (litros):** *especificar conforme norma***Coloração da ampola****Temperatura de acionamento****Tipo:****Letra de código = “h”****Tubulação: diâmetro variável em ferro galvanizado****Afastamento vertical do spk ao teto: em laje lisa; em laje c/viga****Afastamento vertical do spk ao forro:**

### DISTRIBUIÇÃO DOS CHUVEIROS AUTOMÁTICOS

LOCALIZAÇÃO	QUANTIDADE

### DIMENSIONAMENTO DOS SUB-RAMAI E RAMAIS PARA RISCOS LEVE E ORDINÁRIO

NÚMERO DE SPRINKLERS	DIÂMETRO DO TUBO
1	1" ou 3/4"
2	1"
3	1 ¼ "
4	1 ¼ "
5	1 ½ "
10	2"
30	2 ½ "
60	3"
até 100	4"

### DO CÁLCULO DA BOMBA PARA SPRINKLERS:

**Pressão mínima exigida:**

**Pressão no bico:**

**Pressão máxima na canalização:**

**Localização do hidrante de recalque:**

a) Cálculo da perda de carga

- Sucção
- Expulsão
- Perda de carga total

b) Cálculo da altura manométrica total

c) Cálculo da bomba

**Especificação da bomba:**

**Vazão** (m<sup>3</sup>/h):

**Altura manométrica** (m):

**DO HIDRANTE DE RECALQUE:**

Identificá-lo pelos lados interno e externo na cor amarela e as letras “SPK” no seu interior na cor preta.

Obs.: Localizar o HR na entrada principal da edificação.

**DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS**

**Classificação:**

**Nível de proteção:**

**Classificação da estrutura:**

**Tipo de estrutura:**

**Área de exposição equivalente**

**Cálculo da necessidade de SPDA:**

*Segundo NBR 5419, quando desnecessário, comprovar com cálculo.*

**DIMENSIONAMENTO DO SPDA:**

**Tipo de captação:**

**Largura da malha** (*gaiola*):

**Raio de proteção** (*franklin*):

**Altura do captor**\*:

*\* Apresentar os cálculos de todas as hastes isoladas*

**Espaçamento médio:**

**Perímetro da cobertura:**

**Número de descidas:**

**Material utilizado:**

**Altura da proteção mecânica de PVC rígido:**

**Tipo de aterramento:**

**Material utilizado:**

**Resistência do aterramento:**

**DA CENTRAL DE GÁS:**

**Tipo:**

**Capacidade:**

**Tubulação:**

**TRF dos elementos estruturais:**

**Distância a outra instalação:**

*Especificar detalhes consideráveis da central de GLP e caso não faça utilização de GLP, inserir nota atestando o fato.*

---

Nome do projetista

Graduação

Disponível em: <https://www.cepi.cb.ce.gov.br/2019/05/10/analise-de-projetos/> - Acesso em 10/08/2020.