



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA -
IFBA *CAMPUS* DE VITÓRIA DA CONQUISTA
DIREÇÃO DE ENSINO - DEN
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL - CENC**

BRUNO DE JESUS DO CARMO

**ESTUDO E ANÁLISE DA CARGA DE INCÊNDIO DA BIBLIOTECA DO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA
(IFBA) – CAMPUS VITÓRIA DA CONQUISTA**

Vitória da Conquista
2023

BRUNO DE JESUS DO CARMO

**ESTUDO E ANÁLISE DA CARGA DE INCÊNDIO DA BIBLIOTECA DO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA
(IFBA) – CAMPUS VITÓRIA DA CONQUISTA**

Trabalho de Conclusão de Curso encaminhado para apreciação do colegiado do curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA, campus Vitória da Conquista, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Altemar Vilar dos Santos.

Vitória da Conquista
2023

C287e Carmo, Bruno de Jesus do

Estudo e análise da carga de incêndio da biblioteca do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA) - campus de Vitória da Conquista. / Bruno de Jesus do Carmo. – Vitória da Conquista-BA : IFBA, 2023.

48 f.il.: color.

Orientador: Prof. Dr. Altamar Vilar dos Santos.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Engenharia Civil - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - *Campus* de Vitória da Conquista-BA, 2023.

1. Análise. 2. Segurança. 3. Incêndio. 4. Biblioteca. I. Santos, Altamar Vilar dos. II. Título.

CDD: 628.92

BRUNO DE JESUS DO CARMO

ESTUDO E ANÁLISE DA CARGA DE INCÊNDIO DA BIBLIOTECA DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA (IFBA) – CAMPUS VITÓRIA DA CONQUISTA

A presente Monografia, apresentada em sessão pública realizada em 18 de Dezembro de 2023, foi avaliada como adequada para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, julgada e aprovada em sua forma final pela Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Campus Vitória da Conquista.

Data da Aprovação: 18/12/2023

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Altamar Vilar dos Santos

Orientador - IFBA Campus Vitória da Conquista



Prof. Dr. Felizardo Adenilson Rocha

Avaliador - IFBA Campus Vitória da Conquista



Profa. Dra. Silvana Garcia Viana

Avaliadora - IFBA Campus Vitória da Conquista

Dedico esse trabalho aos meus pais, Marco e Sônia, a minha namorada Samilly, a minha avó Dulce (*in Memoriam*) e a Deus pela permissão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, pois sem Ele nada seria possível, Ele quem me abençoou, guiou e me ajudou a superar os obstáculos presentes em meu caminho, para que assim meus objetivos fossem alcançados, durante todos os anos de estudos.

Aos meus pais, Marco Roberto Rocha do Carmo e Sônia Sousa de Jesus, eterna gratidão, por serem minha maior inspiração, exemplo e minha vontade de sempre querer vencer, servindo também de alicerce sempre que precisei.

A minha namorada Samilly Alves Novais, que tanto fez por mim nessa jornada, dando total incentivo e suporte necessário para que eu pudesse seguir a caminhada árdua até a aprovação, por toda paciência nos momentos mais difíceis, por sempre me apoiar, acreditar e segurar as pontas nas horas mais desafiadoras, sendo uma das minhas principais fontes de força.

A minha avó Dulce Rocha do Carmo (*in memoriam*), que mesmo não estando presente tenho certeza que sempre esteve e está cuidando, iluminando e me guiando onde quer que eu esteja, além de sempre ter acreditado em meu potencial antes mesmo de que eu pudesse notar.

Aos meus animais de estimação, que são como irmãos, Bart, Lisa, Maggie, Milk, Reuri (*in memoriam*), por todo carinho, companheirismo nas viradas de noite de estudos, todo amor e alívio que sempre me proporcionaram.

Aos meus amigos de curso que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade e apoio demonstrado ao longo de todo o período de formação, mas em especial a Vallery, Gleidson, Isabela, Nelson e Gabriel, gratidão por todo companheirismo e suporte, sei que o vínculo que construímos será levado para vida. Aos meus sogros, Euclides e Elizabete, e cunhados Kauan, Kalliny e Luriany, que sempre acreditaram e me apoiaram nos mais diversos momentos.

Ao meu grande professor e orientador, Dr. Altemar Vilar dos Santos, a qual eu soube ter uma grande admiração, agradeço por ser uma pessoa de caráter, dedicada, paciente e que sempre busca entregar o seu melhor, gratidão por todo conhecimento transmitido no decorrer do curso e que será levado para minha vida profissional.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), Campus Vitória da Conquista, aos servidores que de todas as formas alegraram meu cotidiano e a todos os professores que passaram pela minha vida acadêmica, essenciais no meu processo de formação, pela dedicação, e por todo aprendizado ao longo dos anos.

E por fim, a gratidão a todos que de forma direta ou indiretamente, contribuíram durante toda minha jornada.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.

(Madre Teresa de Calcutá)

RESUMO

A descoberta do fogo trouxe muitas vantagens para os seres humanos, no entanto, quando está fora de controle, possui uma capacidade devastadora, com perdas materiais e até mesmo humanas. Assim, o ponto principal da segurança contra incêndio é a garantia da vida, ou seja, a redução do risco à vida. Um dos locais mais propensos à propagação do fogo se dá onde há a presença de mais combustíveis. Dessa forma, tem-se uma biblioteca como uma zona de risco devido a presença de livros, em que o papel é um combustível altamente volátil. Portanto, é um ambiente propício para a rápida propagação do fogo e perigo para o público presente. Por conseguinte, este trabalho abrange um estudo de caso, referente a carga de incêndio da biblioteca do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), Campus Vitória da Conquista, tendo em vista a carga estabelecida pela Instrução Técnica nº 14/2017 do Corpo de Bombeiros Militar da Bahia. É constatado, contudo, que a carga de incêndio atende à necessidade da biblioteca do Campus, e, portanto, o dimensionamento do sistema de combate a incêndio, tende a ser satisfatório com os dados do órgão responsável na Bahia.

Palavras-chave: Fogo. Proteção. Incêndio. Segurança. Biblioteca.

ABSTRACT

The discovery of fire brought many advantages to human beings, however, when it is out of control, it has a devastating capacity, with material and even human losses. Thus, the main point of fire safety is the guarantee of life, that is, the reduction of the risk to life. One of the places most prone to the spread of fire is where there is more fuel. Therefore, a library is a risk zone due to the presence of books, where paper is a highly volatile fuel. Therefore, it is an environment conducive to the rapid spread of fire and danger to the public present. Therefore, this work covers a case study, referring to the fire load of the library of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Bahia (IFBA), Campus Vitória da Conquista, taking into account the load established by Technical Instruction No. 14 /2017 of the Bahia Military Fire Department. It is noted, however, that the fire load meets the needs of the Campus library, and therefore, the design of the fire fighting system tends to be satisfactory with data from the responsible body in Bahia.

Keywords: Fire. Protection. Fire. Security. Library.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Carga de Incêndio Específica por Ocupação/Usó	35
Tabela 02 – Valores de referência – potencial calorífico específico (H_i)	36
Tabela 03 – Classificação das edificações, estruturas e áreas de risco quanto à ocupação	38
Tabela 04 – Classificação das edificações, estruturas e áreas de risco quanto à altura	39
Tabela 05 – Classificação das edificações, estruturas e áreas de risco quanto à carga de incêndio	39

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Triângulo do Fogo	19
Figura 2 – Tetraedro do Fogo	19
Figura 3 – Classes de Incêndio	23
Figura 4 – Evolução do incêndio celulósico na edificação	26
Figura 5 – Sistema de combate a incêndio de hidrantes e mangotinho	28
Figura 6 – Sistema de combate a incêndio de chuveiros automáticos (sprinklers)	29
Figura 7 – Tipos de extintores de incêndio	30
Figura 8 – Planta baixa da Biblioteca do IFBA	37

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

IAFSS – *International Association for Fire Safety Science*

IFBA – Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia da Bahia

IT – Instrução Técnica

NBR – Normas Brasileiras

NFPA – *National Fire Protection Association*

PCI – Projeto de Combate a Incêndio

PPCI – Programa de Proteção de Combate a Incêndio

PQS – Pó Químico Seco

PQSE – Pó Químico Seco Especial

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1. Objetivos.....	16
1.1.1. Objetivo Geral	16
1.1.2. Objetivos Específicos	16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1. Contexto Histórico do Fogo.....	17
2.2. Fogo	17
2.2.1. Triângulo / Tetraedro do Fogo.....	18
2.2.2 Características dos elementos componentes do fogo.....	19
2.2.3 Temperaturas características	20
2.2.4. Produtos resultantes da combustão	21
2.2.5. Propagação do fogo	21
2.2.5.1. Condução	22
2.2.5.2. Convecção.....	22
2.2.5.3. Radiação	22
2.3. Incêndio	22
2.3.1. Classes de incêndio.....	22
2.3.1.1 Classe A	23
2.3.1.2 Classe B	23
2.3.1.3 Classe C	23

2.3.1.4 Classe D	24
2.3.1.5 Classe K	24
2.3.2. Métodos de extinção de incêndio	24
2.3.2.1 Extinção por resfriamento.....	24
2.3.2.2 Extinção por abafamento	24
2.3.2.3 Extinção por isolamento	25
2.3.2.4 Extinção química	25
2.4. O incêndio e suas causas.....	25
2.5. Sistemas de combate a incêndio	27
2.5.1 Sistema de hidrantes e mangotinho	28
2.5.2 Sistema de chuveiro automático	29
2.5.3 Extintores.....	30
2.6. Carga de incêndio	30
2.7. Normas, leis e decretos	32
2.8. Instruções Técnicas do Estado da Bahia e de São Paulo	33
3. METODOLOGIA.....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	35
5. CONCLUSÃO E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	41
5.1. Conclusão	41
5.2. Sugestões de Trabalhos Futuros	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

1. INTRODUÇÃO

Desde seu surgimento, a humanidade é dependente de fontes de energia. Há milhares de anos, o homem primitivo começou a utilizar a energia do sol de forma indireta, como por exemplo, na preservação de alimentos secando-os ao sol. A partir do início da civilização humana, o fogo tornou-se um dos elementos de suma importância na transformação do mundo, podendo ser considerado como a primeira fonte de energia natural utilizada propositalmente pelo ser humano. O fogo é tido ainda como uma das mais relevantes descobertas e conquistas na história da humanidade. Segundo a NBR-13860:1997 – Glossário de termos relacionados com segurança contra incêndio, o fogo é definido como um processo de combustão caracterizado pela emissão de calor e luz. A diferença entre fogo e incêndio é dada pela forma como ocorrem: no primeiro tem-se a combustão de maneira controlada segundo a vontade do homem, enquanto que no incêndio tem-se a combustão fora de controle acarretando em prejuízos aos interesses humanos.

O acontecimento de um incêndio em edificações pode acarretar em danos devastadores, visto que entre os sinistros, pode ser dito como o que causa mais danos. Gerando, portanto, grandes perdas materiais, ambientais, e até, de forma mais extrema a perda de vidas humanas. Além de consequências sociais, históricas e culturais que muitas das vezes são irrecuperáveis.

Dentre todas as ameaças que possam vir a atingir as bibliotecas, o fogo de certa forma é a mais devastadora devido à combinação dos quatro elementos (combustão, comburente, calor e reação em cadeia) fundamentais para a sua disseminação e composição do tetraedro ou quadrado do fogo. Neste contexto, uma biblioteca tem maior incidência para rápida propagação, as quais as consequências de um incêndio para o patrimônio, de modo geral, serão a queima total ou parcial. Somado a isso têm-se, o acúmulo de fuligem e a deformidade pela exposição ao calor. Ainda, caso seja combatido com o uso de água, acarreta em um outro modo de destruição devido a umidade.

A preservação do acervo, em bibliotecas no Brasil, é um assunto muito pouco estudado e discutido. Fato é que por décadas o fogo consumiu e ainda consome o acervo parcial ou total de muitas bibliotecas. Os prejuízos causados não se tratam apenas de valores e perdas financeiras, mas também de memórias e histórias de várias comunidades e países que por falta de uma determinada proteção e prevenção vieram a se tornar cinzas e foram perdidas.

Como exemplo de incêndios em bibliotecas podemos citar como primeiro caso, a Biblioteca Pública Municipal no interior do Estado de São Paulo, na cidade de Cosmópolis, em 2016. Cerca de 16 mil livros foram destruídos além do acervo histórico da cidade e arquivos com jornais publicados desde 1923.

A Biblioteca Pública Municipal José Kalil Aun, da cidade de Cosmópolis, além dos cerca de 16 mil livros, possuía também um acervo especial com informações do município, e arquivos dos jornais locais, publicados desde 1923. Contudo, durante um incêndio, todos os materiais da biblioteca foram destruídos. O edifício ficou bastante degradado e houve o desabamento de parte do teto devido às chamas. Até então, os prejuízos à Prefeitura, causados pelo incêndio da Biblioteca, não haviam sido publicados (FOGO, 2016).

Outro caso, aconteceu na Biblioteca Central da Universidade Federal de Pernambuco, localizada no Campus Recife, no bairro da Várzea, em pleno funcionamento, no dia 27 de fevereiro de 2018 (INCÊNDIO, 2018). Segundo relato do Diretor, Elílson Gomes (INCÊNDIO, 2018), o incêndio se concentrou em uma sala do terceiro andar do prédio, almoxarifado. Assim, não afetando o acervo de 400 mil obras da biblioteca, além disso, as pessoas que estavam no prédio foram retiradas do local e a energia foi desligada (INCÊNDIO, 2018).

De modo similar, a Biblioteca Escolar Estadual Maria Luiza Miranda de Bastos, em Planalto, Belo Horizonte, vivenciou um incêndio. Militares conseguiram retirar alguns recursos, contudo, aproximadamente 60% do local foi destruído, inclusive acervos ainda empacotados (LIVROS, 2012). Foram recebidos 8 mil livros para o início do ano letivo, entretanto, cerca de 4,8 mil foram destruídos, em um incêndio que acredita-se ser proposital (LIVROS, 2012).

Algo que também se pode observar nessas catástrofes é que, na maior parte dos casos, as construções não possuem preparo para garantir uma rápida e segura evacuação dos ocupantes. Logo, é de suma importância que haja uma análise rigorosa por parte de profissionais responsáveis e habilitados, para adotar medidas de proteção e prevenção contra incêndios mais eficazes para cada situação de incêndio.

É neste contexto que este trabalho pretende analisar as condições de segurança e carga de incêndio da biblioteca do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA) – Campus Vitória da Conquista, baseando nas literaturas das Instruções Técnicas (IT), Leis e Decretos do Corpo de Bombeiros Militar do Estado da Bahia.

1.1. Objetivos

A seguir estão apresentados os objetivos que guiaram o desenvolvimento do presente trabalho.

1.1.1. Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo realizar um estudo e análise da carga de incêndio da biblioteca do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA) – Campus Vitória da Conquista.

1.1.2. Objetivos Específicos

- a) apresentar os dados obtidos após análise de carga de incêndio da biblioteca;
- b) comparar a Instrução Técnica N°14/2017 da Bahia, Instrução Técnica N°014/2010 – Em Revisão do Estado de São Paulo e os dados de carga de incêndio obtidos da biblioteca.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A seguir estão apresentados os principais assuntos que dizem respeito aos temas de combate a incêndio, decretos de lei e instruções técnicas, sendo de fundamental importância para o embasamento do desenvolvimento do trabalho em questão.

2.1. Contexto Histórico do Fogo

O primeiro contato que a humanidade teve com o fogo foi algo de certa forma espantoso, visto que não se tinha conhecimento de sua origem. No início, o homem pré-histórico não conseguia ter controle sobre o fogo. Logo, era necessário aguardar o início de um incêndio advindo de algum fenômeno para que assim pudesse obter o fogo para seu uso. Não existia ainda a noção de que com uma pequena quantidade de água ou terra, poderia apagar determinado foco de fogo. Dessa forma, os habitantes locais iam para outra região, e as chamas em questão tomavam grandes proporções no local.

O controle do fogo pelos primeiros seres humanos foi de suma importância para evolução humana. A partir da sua descoberta, os homens passaram a extrair energia da natureza e moldá-la segundo suas necessidades. Assim, o manuseio do fogo o ajudou a cozinhar seu alimento, iluminar algum lugar na hora desejada, em seu aquecimento, se proteger de animais que não se aproximavam do fogo, fundição de metais para produção de instrumentos, utensílios e máquinas, além de fonte de energia térmica, o que foi responsável por grandes avanços.

Como nenhuma outra espécie, o homem consegue realizar o uso de um fenômeno natural para auxiliar a superar as dificuldades diárias. No entanto, o mesmo fogo que é como um mecanismo de transformação de nossa sociedade, ajudando no desenvolvimento das mais diversas ferramentas, se não controlado, torna-se catastrófico, causando destruição através de incêndios. As consequências são arrasadoras, desde perdas econômicas, culturais, patrimoniais à também humanas.

2.2. Fogo

Quando se trata de um estudo referente a instalações de prevenção e proteção contra incêndio, é de extrema importância que se tenha um pouco de compreensão sobre o conceito de fogo. A Norma Brasileira 13860 (NBR 13860, 1997) da Associação Brasileira de Normas

Técnicas (ABNT) define o fogo como o processo de combustão caracterizado pela emissão de calor e luz.

Segundo Seito *et al.*, (2008), o fogo é o principal elemento que deve ser estudado se tratando de segurança contra incêndio. Entretanto, mesmo com devidos avanços, ainda não se tem um entendimento universal para sua definição. A percepção de combate à incêndio como ciência é um pouco recente, tendo seus primeiros estudos iniciados na década de 80, com a criação da *International Association for Fire Safety Science* (IAFSS). Essa associação internacional foi fundada com o objetivo de encorajar a pesquisa na ciência de prevenir e amenizar os efeitos causados por incêndios, além de oferecer um fórum para apresentação dos resultados de tal pesquisa, reunindo dessa forma, cientistas dos maiores institutos e universidades do mundo (SEITO,2008).

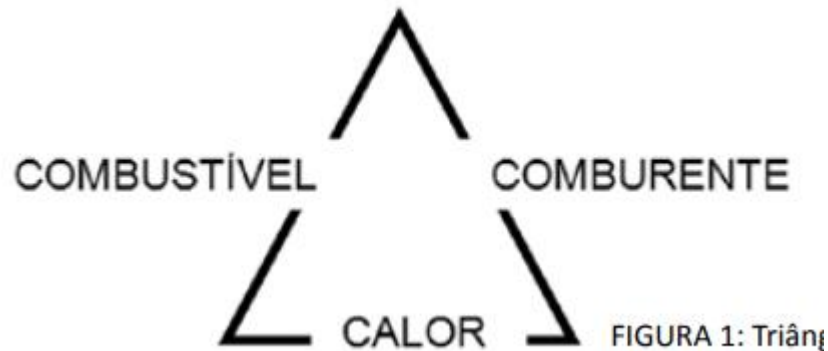
No entanto, para atuar contra o fogo é de suma importância o conhecimento de dois aspectos, a prevenção e a extinção. Na prevenção é necessário o conhecimento de como evitar sua incidência, redução do alcance, e quando inevitável, utilização dos equipamentos devidamente adequados e com pessoas qualificadas para usar. Já na extinção, pode acontecer fazendo uso dos instrumentos à disposição localizados em posições estratégicas ou outros meios, que podem ser acionados de forma automática ou por meio da ação antrópica (JUNIOR, 2013).

De acordo Brentano (2011), o fogo é descrito como uma calamidade imprevisível que causa grandes danos materiais e até perdas de vidas humanas. Ainda, definindo o elemento citado, para o autor, o fogo trata-se de uma combustão viva manifestada através de chamas que geram luz e desprendem calor, além da emissão de fumaça, gases e outros resíduos.

2.2.1. Triângulo / Tetraedro do Fogo

O fogo de forma simples é o resultado de uma reação química (exotérmica), chamada combustão, que se caracteriza pelo desprendimento de luz e calor, além de outros produtos.

Conforme Seito *et al.* (2008), inicialmente foi criada a teoria de que essa reação só seria processada se tivesse a presença conjunta de três elementos essenciais, em suas devidas proporções: comburente, material combustível e fonte de calor, formando dessa maneira o Triângulo do Fogo (Figura 1). Para a sua extinção, basta que haja a remoção de um desses compostos.

Figura 1 – Triângulo do Fogo

Fonte: A segurança contra incêndio no Brasil (2008)

Para que ocorra a propagação do fogo após o seu acontecimento, é necessário que tenha a transferência de calor de molécula para molécula do material combustível, de certa forma ainda intactas, que entram em combustão constantemente, gerando assim a reação química em cadeia, que é tida como um novo componente da reação. Desse modo, surge uma nova teoria, conhecida atualmente como Tetraedro do Fogo ou Quadrado do Fogo (Figura 2) (BRENTANO, 2011).

Figura 2 – Tetraedro do Fogo

Fonte: A segurança contra incêndio no Brasil (2008)

2.2.2 Características dos elementos componentes do fogo

Para o surgimento do fogo, os combustíveis, após adentrarem a fase de combustão, geram mais calor. Esse calor vai produzir a liberação de gases combustíveis que, outra vez, combinados com o oxigênio do ar (comburente), vão dar sequência à reação de combustão. Portanto, têm-se uma reação em cadeia, com uma transformação proporcionando outra

(UMINSKI, 2003).

Para auxiliar na compreensão, segue o conceito de cada um dos componentes do Tetraedro do Fogo.

O combustível, trata-se de toda matéria suscetível a queimar, podendo ser sólido, líquido ou gasoso. O combustível sólido deve primeiramente ser aquecido, ocorrendo a liberação de vapores combustíveis que se unem com o oxigênio do ar gerando uma mistura inflamável que em contato com o calor entra em combustão. Os líquidos se vaporizam quando aquecidos, misturados com o oxigênio do ar também formando uma mistura inflamável. Já os gases, para entrar em combustão, precisam formar uma mistura inflamável com o oxigênio do ar, cuja concentração esteja dentro de uma faixa ideal.

O comburente, em geral o oxigênio do ar, agente químico que aciona e mantém a combustão. Ele se combina com os gases ou vapores do combustível gerando uma mistura inflamável. Segundo Uminski (2003), normalmente o oxigênio está presente no ar a uma concentração de 21%, quando esta concentração for inferior a 15%, não ocorrerá combustão.

O calor, elemento que dá início, conserva e estimula a propagação do fogo. É o provocador da reação química da mistura inflamável, oriunda da combinação dos gases ou vapores do combustível e comburente. O calor necessário para que haja a evaporação de gases dos materiais combustíveis é uma característica particular, ou seja, cada material combustível necessita de uma determinada quantidade de calor para liberação de gases ou vapores combustíveis.

A reação em cadeia refere-se ao calor da combustão de uma molécula que aquece outras vizinhas do combustível, ainda íntegra, que geram mais vapores ou gases, que em contato com um comburente produz uma mistura inflamável, que permanece se aquecendo com a transferência de mais calor até entrar em estado de combustão, gerando mais calor, aquecendo outras moléculas, assim, de forma sucessiva, acarretando em uma reação química em cadeia.

2.2.3 Temperaturas características

Cada material combustível no processo de combustão, possui temperaturas características e específicas.

O ponto de fulgor refere-se a temperatura mínima fundamental para que um combustível desprenda vapores ou gases combustíveis, os quais combinados com o oxigênio do ar e em contato com um ponto de ignição, produzem pequenas chamas. No entanto, a

chama não se conserva, visto que a quantidade de gás produzido não é suficiente para manter a queima (POLYCHEM, 2023).

O ponto de combustão se assemelha ao ponto de fulgor, entretanto, possui condições favoráveis para a conservação da chama, dado que a quantidade de gás é suficiente para manter o processo de queima (POLYCHEM, 2023).

Ponto de ignição, trata-se da temperatura mínima em que ocorre a combustão sem a necessidade de uma fonte de calor. O combustível é capaz de desprender vapor ou gás na quantidade necessária, que ao entrar em contato com o oxigênio do ar naturalmente estabelecerá a combustão (POLYCHEM, 2023).

2.2.4. Produtos resultantes da combustão

De acordo Bayon (1978) apud Brentano (2017), cada um dos produtos resultantes da combustão pode ter consequências significativas para os seres humanos:

- As chamas são a parte chamativa e visível do fogo, ilumina e atrai quem está por perto.
- A fumaça dificulta a visibilidade, saída e ainda a aproximação para poder combater o fogo, somado a isso têm o pânico que é causado, intoxicação e/ou asfixia, corrosão de objetos, entre outros. A cor da fumaça está ligada à concentração dos componentes da combustão.
- Os gases podem ser tóxicos, invisíveis e sua disseminação acarreta na propagação do fogo. Nos dias de hoje, com uma maior presença e quantidade de materiais sintéticos nos mais diversos ramos, a quantidade de produtos gasosos prejudiciais aos seres humanos aumentou em situações de incêndio. 80% das mortes provocadas em incêndios são provenientes das fumaças e gases tóxicos.
- O calor aquece o ar, fazendo com que as temperaturas fiquem elevadas, acarretando na combustão espontânea de determinados materiais e também na deformação e perda de resistência de outros.

2.2.5. Propagação do fogo

Assimilando o fogo e a sua potencialidade problemática quando fora de controle, de acordo Ferigolo (1977) é de suma importância, conhecer como o calor pode ser propagado. O calor se propaga sempre dos pontos mais quentes para os mais frios, e essa propagação do fogo envolve mecanismos complexos: condução, convecção e irradiação.

2.2.5.1. Condução

A condução refere-se ao mecanismo onde o calor é propagado por meio de um material sólido, ou seja, a transferência de energia de uma partícula para outra através do contato entre corpos (SEITO, 2008).

2.2.5.2. Convecção

Decorrente do meio gasoso, a convecção compreende o mecanismo no qual a energia é difundida pela movimentação do meio circulante fluido, o ar, gases, fumaças e vapores originados pelo fogo. Assim, por meio da origem de correntes de convecção, tais elementos aquecidos pelo fogo dão origem à produção de gases que se elevam tocando a matéria aquecida, ocasionando a combustão (BRENTANO, 2011).

2.2.5.3. Radiação

A propagação de fogo por radiação é o processo no qual a energia é transmitida por ondas eletromagnéticas, ou seja, a energia térmica responsável por esse processo é propagada através de ondas de calor ou raios caloríficos (BARREIROS, 2021).

2.3. Incêndio

Por meio do entendimento acerca do fogo e seus mecanismos de propagação, a compreensão do que significa um incêndio se torna facilitada.

Nesse contexto, um incêndio consiste em um fogo fora de controle. Tal conceituação técnica é definida na NBR 13860 - Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio (ABNT, 1997) e na Internacional ISO 8421-1 - General terms and phenomena of fire (1987).

2.3.1. Classes de incêndio

Desenvolvida pela *National Fire Protection Association* (NFPA), e aderidas aqui no Brasil pela Associação Brasileira de Normas Técnicas/BR (ABNT) e Corpos de Bombeiros/BR, as classes de incêndio são A, B, C, D e K, como pode ser visto na Figura 3.

Figura 3 – Classes de Incêndio

Fonte: Viver de Segurança

2.3.1.1 Classe A

Fogo em combustíveis sólidos, tem como característica as cinzas e brasas deixadas como resíduos. Sua queima acontece na superfície e em profundidade. O método mais eficaz de extinção é o resfriamento, sendo utilizados como agentes extintores a água e Pó Químico Seco (PQS) ABC, indicados para incêndios de classe A, B e C (HALLAN, 2020).

2.3.1.2 Classe B

Fogo em líquidos inflamáveis, tem como característica não deixar resíduos e queima apenas na superfície visível. O método de extinção mais eficiente é por abafamento, tendo como agentes extintores a espuma, o Pó Químico Seco (PQS) BC, indicados para incêndios de classe B e C e Pó Químico Seco (PQS) ABC, indicados para incêndios de classe A, B e C. Não deve usar a água (INBRAEP,2020).

2.3.1.3 Classe C

Fogo em materiais e equipamentos energizados, se caracteriza pelo risco de vida que oferece, sendo imprescindível que nunca seja usado extintor de água. A forma mais eficaz de combater esse tipo de incidente é através da interrupção da reação em cadeia ou por abafamento, com o uso de extintores Pó Químico Seco (PQS) BC, indicados para incêndios de classe B e C e Pó Químico Seco (PQS) ABC, indicados para incêndios de classe A, B e C e CO₂, indicados para incêndios de classe B e também C; tendo como mais indicado por não deixar resíduos que possa vir a danificar os equipamentos o extintor de CO₂ (INCÊNDIO, 2020).

2.3.1.4 Classe D

Fogo em metais combustíveis, apresenta maior dificuldade de ser combatido. O método mais eficaz de extinção é por abafamento, fazendo uso de extintores de pó químico seco especial (PQSE) (INBRAEP, 2020).

2.3.1.5 Classe K

Fogo envolvendo óleo vegetal e gordura animal. As cozinhas comerciais ou industriais são os locais com maior probabilidade para a ocorrência deste tipo de incêndio. Essa classe é ainda pouco conhecida no Brasil. Segundo Simiano e Baumel (2013), o melhor método para sua extinção é por abafamento e não deve realizar o uso de água como agente extintor. Para esta classe, existe um agente extintor especial com alto custo, uma solução de acetato de potássio diluída em água projetada para extinção de fogo em gordura animal e vegetal.

2.3.2. Métodos de extinção de incêndio

Como apresentado anteriormente, para que ocorra o fogo é de suma importância a união dos elementos, combustível, comburente, calor e reação em cadeia. A extinção se dá após a eliminação de um desses elementos ou caso haja a interrupção do processo de reação química em cadeia, impossibilitando que o fogo continue. Sendo assim, faz-se necessário entender sobre o funcionamento dos métodos de extinção: resfriamento, abafamento, isolamento e extinção química.

2.3.2.1 Extinção por resfriamento

Segundo Flores (2016), o processo por resfriamento consiste em retirar ou diminuir o calor do material incendiado, fazendo com que a queima não libere mais gases e vapores que reajam com o oxigênio, impedindo o avanço do fogo e posterior extinção do incêndio. É o processo mais usado.

2.3.2.2 Extinção por abafamento

De acordo Simiano e Baumel (2013), para realizar a extinção do fogo por abafamento

é importante que impeça ou diminua o contato do comburente com o combustível. Logo, com a diminuição do oxigênio com o combustível, a combustão vai se tornando mais lenta até o fogo cessar. Não havendo concentração suficiente de comburente no ar para reagir (concentração de $O_2 < 15\%$) não haverá fogo.

2.3.2.3 Extinção por isolamento

Segundo Brentano (2011), para realizar a extinção por isolamento é preciso a remoção, diminuição ou interrupção do material (combustível) não atingido pelo fogo, com suficiente margem de segurança, para fora dos limites do campo de propagação do fogo.

2.3.2.4 Extinção química

O método de extinção química consiste em utilizar determinadas substâncias que possuem a propriedade de reagir com algum dos produtos intermediários da reação de combustão. Assim promove-se a interrupção da reação em cadeia evitando que esta se complete totalmente (MARCONDES, 2015).

2.4. O incêndio e suas causas

Segundo Ferigolo (1977), as causas de um incêndio podem ser classificadas em três grupos:

- Causas naturais: não dependem da vontade humana. Exemplo: vulcões, terremotos, calor solar, raios, combustão espontânea, entre outros.
- Causas acidentais: muito variáveis. Exemplo: chamas expostas, balões, eletricidade, ratos, entre outros.
- Causas criminosas: fraudes para recebimento de seguros, queima de arquivos, crimes passionais, inveja, piromania, entre outros.

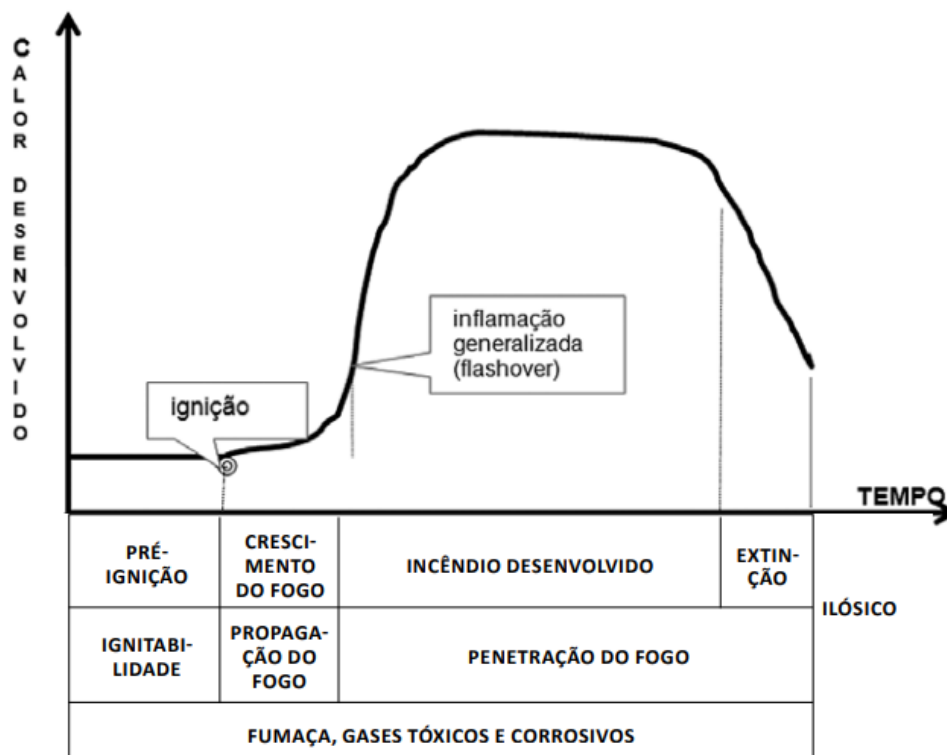
De acordo Seito *et al.* (2008), não existem dois incêndios iguais, pois são vários os fatores que concorrem para seu início e desenvolvimento, podendo-se citar:

- forma geométrica e dimensões da sala ou local;
- superfície específica dos materiais combustíveis envolvidos;
- distribuição dos materiais combustíveis no local;

- quantidade de material combustível incorporado ou temporário;
- características de queima dos materiais envolvidos;
- local do início do incêndio no ambiente;
- condições climáticas (temperatura e umidade relativa);
- aberturas de ventilação do ambiente;
- aberturas entre ambientes para a propagação do incêndio;
- projeto arquitetônico do ambiente e ou edifício;
- medidas de prevenção de incêndio existentes;
- medidas de proteção contra incêndio instaladas.

O incêndio inicia-se, na sua maioria, bem pequeno. O crescimento dependerá: do primeiro item ignizado, das características do comportamento ao fogo dos materiais na proximidade do item ignizado e sua distribuição no ambiente. Existe um certo padrão de evolução que pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 – Evolução do incêndio celulósico na edificação



Fonte: A segurança contra incêndio no Brasil (2008)

Analisando a Figura 4, é possível observar três fases distintas: a primeira fase é o incêndio incipiente, tendo um desenvolvimento lento, geralmente, com duração entre cinco a vinte minutos até a ignição, quando se inicia a segunda fase, caracterizada pelas chamas que começam a expandir aquecendo o ambiente. Para que se tenha uma grande probabilidade de sucesso de extinção na primeira fase, é necessário que o sistema de detecção de fumaça e alarme, somado ao combate a incêndio operem. Quando a temperatura do ambiente atinge algo em torno de 600°C (é nesta temperatura que estruturas de aço comumente utilizadas na construção civil começam a perder resistência, gerando possíveis riscos de desabamento), todo ambiente é tomado por vapores e gases combustíveis provenientes da pirólise dos combustíveis sólidos. Havendo líquidos combustíveis, eles irão contribuir com seus vapores e assim ocorrerá a inflamação generalizada (*flashover*) e o ambiente será ocupado por enormes chamas. Caso o incêndio seja combatido antes dessa fase (por chuveiros automáticos, hidrantes e mangotinhos) haverá grande possibilidade de sucesso na sua extinção. A terceira fase é caracterizada pela redução gradual da temperatura do ambiente e das chamas, o que ocorre por exaurir o material combustível (SEITO, 2008).

2.5. Sistemas de combate a incêndio

De acordo Marcondes (2020a), esse sistema é deduzido como o conjunto de ações e práticas para a detecção e contenção do aumento e como consequência redução ou extinção do incêndio. A finalidade do sistema de prevenção e proteção contra incêndio é diminuir ou extinguir de forma total o fogo, e para que o sistema seja eficaz, é imprescindível que ele cumpra todas as diretrizes definidas pelas legislações e revisões frequentes das instalações.

A Norma regulamentadora 23 (NR-23) visa estabelecer medidas de prevenção contra incêndios nos estabelecimentos e ambientes de trabalho. Tal norma adota medidas de prevenção contra incêndios em conformidade com a legislação estadual, e quando aplicável, de forma complementar, com as normas técnicas oficiais.

Para tanto, é necessário o desenvolvimento de um projeto feito por um profissional qualificado, com a função de estruturar e detalhar os componentes indispensáveis a serem previstos para certificar a segurança dos presentes do local e ajudar no combate a incêndios. Ainda, para que o projeto seja aceitável, é fundamental que passe pela análise e conferência do Corpo de Bombeiros, o qual constará se está segundo as normas de segurança ou se existe alguma falha que precise ser adequada (HIDROMON, 2021).

2.5.1 Sistema de hidrantes e mangotinho

O sistema de combate a incêndio realizado por meio de hidrantes e mangotinhos é um conjunto de equipamentos e instalações que possibilita o acúmulo, transporte e lançamento de água (agente extintor) sobre materiais incendiados. O sistema é formado basicamente por reserva de incêndio, bombas de recalque, rede de tubulação, hidrantes ou mangotinhos, abrigo para mangueira e acessórios e hidrante de recalque. É de suma importância, que ao fazer o uso do sistema, a chave principal de energia do setor ou edificação seja desligada, com a finalidade de impedir acidentes (UMINSKI,2003).

O intuito do sistema é conceder condições ideais de combater, com os próprios recursos, focos de incêndio em todos os pontos da edificação, assim como fornecer uma opção de ajuda, em caso de precisão, para o Corpo de Bombeiros. A principal norma que rege o dimensionamento do sistema é a NBR 13714/2000. Na Bahia tem-se a Instrução Técnica N° 22/2016 - Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio, que fixa as condições necessárias exigíveis para dimensionamento, instalação, manutenção e manuseio do sistema de hidrantes e mangotinhos para uso exclusivo de combate a incêndios em edificações.

Figura 5 – Sistema de combate a incêndio de hidrantes e mangotinho



Fonte: PrevenFire

2.5.2 Sistema de chuveiro automático

O sistema de chuveiros automáticos, também conhecidos por sprinklers, é uma instalação hidráulica de combate a incêndio, que atua sem a intervenção humana, realizando a detecção e extinção de um foco de incêndio. É constituído por um reservatório de água ligado a uma rede de tubulações fixas nas quais são instalados os chuveiros automáticos espaçados de maneira adequada, de forma que, caso ocorra um incêndio, o sistema opere de modo automático, lançando água sobre o local afetado e ainda, acionando o seu dispositivo de alarme (UMINSKI, 2003).

O sistema de chuveiros automáticos tem ainda como vantagem evitar danos em locais que não foram atingidos pelo fogo, já que só entrará em operação os chuveiros próximos ao local afetado. A principal norma utilizada para dimensionamento do sistema é a NBR 10897/2014. Na Bahia tem-se a Instrução Técnica N°23/2018 - Sistemas de chuveiros automáticos, que adequa o texto da norma NBR 10897, para aplicação na análise de projetos e vistorias realizadas pelo Corpo de Bombeiros Militar da Bahia, atendendo ao previsto no Decreto Estadual n° 16302/2015.

Figura 6 – Sistema de combate a incêndio de chuveiros automáticos (sprinklers)



Fonte: Skop (2020)

2.5.3 Extintores

O sistema de combate a incêndio por meio de extintores é considerado um sistema móvel, portátil, que precisa de um operador que movimente o equipamento em questão até o foco de incêndio para dessa forma extingui-lo.

Se tratando de sua especificidade e dimensionamento, nos edifícios residenciais devem ser utilizadas a NBR 12693/2013 e em locais de trabalho a NR 23 do Ministério do Trabalho.

Como foi abordado no Capítulo 2.3 deste trabalho, para cada classe de incêndio há um tipo de extintor específico que poderá ser usado, dependendo dos materiais presentes no local a ser protegido.

Figura 7 – Tipos de extintores de incêndio



Fonte: Sana Chama (2019)

2.6. Carga de incêndio

A carga de incêndio pode ser definida como sendo a medida do calor máximo que seria liberado caso todos os combustíveis em determinada área queimassem. A máxima liberação de calor é o produto do peso de cada combustível multiplicado pelo seu potencial calorífico. A carga de incêndio é comumente expressa em termos da carga de incêndio

específica, que é o peso de combustível equivalente dividido pela área do piso do compartimento em metros quadrados (SEITO, 2008).

$$q_{fi} = \frac{\sum M_i H_i}{A_f} \quad (I)$$

Onde:

q_{fi} – valor da carga de incêndio específica, em megajoule por metro quadrado de área de piso;

M_i – massa total de cada componente (i) do material combustível, em quilograma. Esse valor não pode ser excedido durante a vida útil da edificação exceto quando houver alteração de ocupação, ocasião em que (M_i) deve ser reavaliado;

H_i – potencial calorífico específico de cada componente do material combustível, em megajoule por quilograma, conforme Tabela C.1 disponível na Instrução Técnica 14;

A_f – área do piso do compartimento, em metro quadrado.

Para efeito de compreensão o Corpo de Bombeiros Militar da Bahia traz conceitos segundo a Instrução Técnica nº14/2017 referente a “Carga de Incêndio nas Edificações, Estruturas e Áreas de Risco”:

- Carga de Incêndio: é a soma das energias caloríficas possíveis de serem liberadas pela combustão completa de todos os materiais combustíveis em um espaço, inclusive os revestimentos das paredes, divisórias, pisos e tetos;
- Carga de Incêndio Específica: é o valor da carga de incêndio dividido pela área de piso do espaço considerado, expresso em megajoule (MJ) por metro quadrado (m^2);
- Método de Cálculo Probabilístico: é o método de cálculo baseado em resultados estatísticos do tipo de atividade exercida na edificação em estudo;
- Método de Cálculo Determinístico: é o método de cálculo baseado no prévio conhecimento da quantidade e qualidade de materiais existentes na edificação em estudo.

2.7. Normas, leis e decretos

De acordo com a própria definição usada pela ABNT, “norma técnica é um documento, estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido, que fornece, para um uso comum e repetitivo, regras, diretrizes ou características para atividades ou seus resultados, visando à obtenção de um grau ótimo de ordenação em um dado contexto.”. Esse organismo reconhecido é a própria ABNT e nessas normas técnicas entram as NBRs, que podem ser simples recomendações feitas pela ABNT baseadas em estudos, testes em laboratórios e ainda todo conhecimento acumulado ao decorrer do tempo por profissionais especializados em cada área, no entanto, quando são referidas pelo poder público em Decretos, Leis ou Portarias, é de obrigação o seu cumprimento. Há diversas NBRs, especialmente na área da Engenharia Civil, sendo de extrema importância sua consulta, ainda mais se tratando da Prevenção e Combate a Incêndio, devido às constantes atualizações que ocorrem nas mesmas.

As leis são criadas pelo Estado com a finalidade de determinar as regras que devem ser seguidas, estabelecendo um arranjo, cuja máxima é a própria Constituição Federal. Pode ser definida como legislação o conjunto de leis que governam uma sociedade. O Programa de Proteção de Combate a Incêndio (PPCI) ou Projeto de Combate a Incêndio (PCI) que já era obrigatório na Bahia desde 2015, tem a Lei nº 12.929, de 27 de dezembro de 2013, que estabelece normas e medidas de segurança contra incêndio e pânico nas edificações, estruturas e áreas de risco.

O decreto é de modo usual utilizado pelo chefe do poder executivo para fazer a normatização das leis, isto é, o decreto realiza um detalhamento da Lei, não podendo em hipótese alguma ir contra ou além dela. No Estado da Bahia, o decreto com mais relevância na área de incêndio é o Decreto Estadual nº 16.302 de 27 de agosto de 2015, que institui as Normas Técnicas de Prevenção de Incêndios e define outras providências.

Somado a isso, há também as Portarias e Instruções Técnicas (ITs) emitidas pelo Corpo de Bombeiros da Brigada Militar, atribuídas à regularização de procedimentos e definição de assuntos que a Legislação deixa em aberto não descrevendo detalhadamente.

2.8. Instruções Técnicas do Estado da Bahia e de São Paulo

Tanto na instrução técnica (IT) N°14/2017 da Bahia “Carga de Incêndio nas Edificações, Estruturas e Áreas de Risco” quanto a IT N°014/2010 – Em Revisão do Estado de São Paulo “Carga de Incêndio nas Edificações e Áreas de Risco”, tem por objetivo estabelecer os valores característicos de carga de incêndio nas edificações, estruturas e áreas de risco, conforme a ocupação e uso específico, ambas prescrevendo conforme Decreto Estadual e Regulamento de Segurança Contra Incêndio, respectivamente.

Na Bahia, a IT apresenta que para determinação da carga de incêndio específica das edificações, deve-se fazer uso das tabelas constantes dos Anexos A e B, referentes aos métodos probabilísticos. Para tanto, estes anexos estabelecem quanto ao uso e ocupação para uma biblioteca, uma carga de incêndio específica com o valor de 2000 MJ/m². Apresenta também no Anexo C, um outro método para levantamento da carga de incêndio específica, o qual faz uso da mesma fórmula disponível no tópico “2.6 Carga de Incêndio”. Ainda há disponível na IT a Tabela C.1 que define os valores de referência do potencial calorífico específico para cada material combustível, sendo o papel detentor de um valor de 17 MJ/kg.

A IT de São Paulo foi utilizada como referência normativa e bibliográfica para desenvolvimento da IT da Bahia, dessa forma apresentando os mesmos valores para determinação da carga de incêndio específica aplicada a biblioteca e o potencial calorífico do papel.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho consistiu primeiramente em uma pesquisa documental exploratória, baseada nas legislações do Corpo de Bombeiros Militar, aplicadas no Estado da Bahia e de São Paulo, em especial a IT N°14/2017 e IT N°014/2010, respectivamente, referentes às cargas de incêndio aplicadas em bibliotecas, locais públicos com grande acesso de pessoas.

Em seguida foi desenvolvido o estudo de caso da Biblioteca do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, no município de Vitória da Conquista, localizado na região sudoeste da Bahia, no Bairro Zabelê, mais especificamente na Avenida Sérgio Vieira de Melo, 3150. A mesma está localizada no Bloco C da instituição e após levantamento *in loco* e realização de croqui e planta baixa feita no software AutoCAD, foi possível definir as dimensões de 17,80 metros de largura, 20,00 metros de comprimento e uma área de aproximadamente 356,00 metros quadrados.

Os dados referentes a quantidade de títulos e exemplares dispostos na biblioteca foram obtidos de um levantamento documental apresentando 5.731 e 16.753 livros respectivamente, já a numeração total de páginas disponíveis foram conseguidas através da contagem direta sendo cerca de 5.760.000 páginas dos exemplares. O arquivo contendo o total de livros foi obtido após solicitação à bibliotecária do Instituto que por sua vez, entrou em contato ainda com a reitoria de Salvador para obter tal informação. Entretanto, o peso das páginas foi determinado através do determinismo probabilístico.

Ainda, houve a pesquisa bibliográfica referente ao potencial calorífico do papel para desenvolvimento do trabalho que foi obtido também de forma documental tendo um valor de 17 MJ/kg após análise na IT N°14/2017 do Estado da Bahia.

Por fim, foi realizado um comparativo entre a análise documental e os dados obtidos, com abordagem de resultados quantitativos e qualitativos, referentes ao valor real encontrado através de cálculos e o valor que as Instruções Técnicas N°14/2017 e N°014/2010, referente a carga de incêndio na edificações, estruturas e áreas de risco estabelecem para locais de reunião de público como a biblioteca.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Instrução Técnica nº14/2017 intitulada “Carga de Incêndio nas Edificações, Estruturas e Áreas de Risco” do Corpo de Bombeiros Militar, destinada para o Estado da Bahia, estabelece valores característicos de carga de incêndio específica nas edificações, classificando, portanto, quanto a ocupação e uso. Conforme apresentado na Tabela 01, para o uso público em bibliotecas, considera-se a carga de 2.000 MJ/m² no dimensionamento do sistema de combate a incêndio.

Tabela 01 – Carga de Incêndio Específica por Ocupação/Uso

Ocupação/Uso	Descrição	Divisão	Carga de Incêndio (q_{fi}) MJ/m ²
Local de reunião de público	Bibliotecas	F-1	2000

Fonte: Adaptado da IT nº14 (2017)

É possível determinar a carga de incêndio a partir do método determinístico, especificada a partir da fórmula disponível no Anexo C da Instrução Técnica nº14/2017. Os valores da carga para edificações destinadas a depósitos, explosivos e ocupações especiais podem ser determinados pela seguinte equação:

$$q_{fi} = \frac{\sum M_i H_i}{A_f}$$

Onde:

q_{fi} – valor da carga de incêndio específica, em megajoule por metro quadrado de área de piso;

M_i – massa total de cada componente (i) do material combustível, em quilograma. Esse valor não pode ser excedido durante a vida útil da edificação exceto quando houver alteração de ocupação, ocasião em que (M_i) deve ser reavaliado;

H_i – potencial calorífico específico de cada componente do material combustível, em megajoule por quilograma, conforme Tabela C.1 disponível na Instrução Técnica 14;

A_f – área do piso do compartimento, em metro quadrado.

Para desenvolvimento do cálculo e obtenção do valor da carga de incêndio da biblioteca, os dados necessários para seu dimensionamento foram determinados da seguinte

maneira:

Tendo como objeto de estudo de caso a Biblioteca do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA) – Campus Vitória da Conquista, foi possível adquirir o Relatório de Levantamento Bibliográfico Por Classificação Livros (BAHIA, 2023), disponibilizado pela própria biblioteca, e atualizado semestralmente.

Diante do relatório, foi possível quantificar que a biblioteca do Campus possui um total de 5.731 livros e 16.753 exemplares. Dentre estes, foi totalizado que haviam, aproximadamente, 5.760.000 páginas presentes no acervo (BAHIA, 2023).

Para determinar o peso das páginas, foi considerado duas hipóteses, uma vez que possuem exemplares com dimensões e pesos de páginas diferentes. Para a primeira condição, foi adotada dimensão de uma folha A4, de 21,0 x 29,7 cm, e gramatura de 80 g/m², dessa maneira cada folha tem cerca de 0,0049896 quilogramas (FILIPERSON, 2013). No segundo caso, para a dimensão média de um folha de um livro, 16,0 x 23,0 cm, gramatura de 80 g/m², tem-se 0,002944 quilogramas em média (FILIPERSON, 2013).

Depreende-se, dessa forma, que uma folha possui duas páginas, portanto, há 2.880.000 folhas em média na biblioteca. Para a primeira e segunda condição, tem-se, assim, uma massa total de 14.370,05 e 8.478,72 quilogramas, respectivamente.

De acordo com a Instrução Técnica n°14/2017, o potencial calorífico é de 17 MJ/kg para o papel, material este, analisado para estudo (BAHIA, 2017), como podemos observar na Tabela 02.

Tabela 02 – Valores de referência – potencial calorífico específico (H_i)

Tipo de material	H_i (MJ/kg)
Papel	17

Fonte: Adaptado da IT n°14 (2017)

A Figura 08 demonstra a planta baixa da biblioteca do IFBA, realizada a partir do levantamento in loco. O croqui foi elaborado para a compreensão do ambiente e obtenção das dimensões do local. As grandezas fundamentadas adquiridas foram: 17,80 m de largura, 20,00 m de comprimento, e, conseqüentemente, 356,00 m² de área total.

cálculos.

- Área do piso do compartimento (A_i): aproximadamente 356,00 m².

A partir da obtenção dos valores de massa total, potencial calorífico específico e área do piso do compartimento, foi possível definir o valor de carga de incêndio da biblioteca para as duas hipóteses sugeridas:

1^a Hipótese - referentes a dimensão de uma folha A4, de 21,0 x 29,7 cm;

Sendo:

$$M_i = 14.370,05 \text{ kg}$$

$$H_i = 17 \text{ MJ/kg}$$

$$A_f = 356 \text{ m}^2$$

Teremos um valor de carga de incêndio específico de:

$$q_{fi} = \frac{\sum 14.370,05 \times 17}{356} \rightarrow q_{fi} \approx \mathbf{686,21 \text{ MJ/m}^2}$$

2^a Hipótese – referentes a dimensão média de um livro, 16,0 x 23,0 cm;

Sendo:

$$M_i = 8.478,72 \text{ kg}$$

$$H_i = 17 \text{ MJ/kg}$$

$$A_f = 356 \text{ m}^2$$

Teremos um valor de carga de incêndio específico de:

$$q_{fi} = \frac{\sum 8.478,72 \times 17}{356} \rightarrow q_{fi} \approx \mathbf{404,88 \text{ MJ/m}^2}$$

Para as duas hipóteses o valor da carga de incêndio específica encontrada foi de 686,21 e 404,88 MJ/m², respectivamente.

Com base no Decreto n° 16.302, de 27 de dezembro de 2013, o mais importante na área de incêndio do Estado da Bahia, a biblioteca do IFBA segundo as Tabela 01 e Tabela 02, disponíveis no arquivo, pode ser classificada de acordo as Tabelas 03 e 04 a seguir:

Tabela 03 – Classificação das edificações, estruturas e áreas de risco quanto à ocupação

Grupo	Ocupação/Us	Divisão	Descrição	Exemplos
F	Local de Reunião de Público	F-1	Local onde há objeto de valor inestimável	Museus, centro de documentos históricos, galerias de arte, bibliotecas e assemelhados

Fonte: Adaptado do Decreto n°16.302 (2013)

Tabela 04 – Classificação das edificações, estruturas e áreas de risco quanto à altura

Tipo	Denominação	Altura
I	Edificação, estrutura e área de risco Térrea	Um pavimento

Fonte: Adaptado do Decreto nº16.302 (2013)

Fazendo um comparativo entre os valores de carga de incêndio obtidos como também a classificação referente a carga de incêndio, de acordo o método probabilístico (valor teórico da IT), conclui-se que a biblioteca oferece alto risco, visto que possui carga de incêndio estimada de 2000 MJ/m². Já se tratando do método determinístico, em ambas situações onde obteve carga de 686,21 e 404,88 MJ/m², os valores se enquadram como de médio risco, conforme apresentado na Tabela 05.

Tabela 05 – Classificação das edificações, estruturas e áreas de risco quanto à carga de incêndio

Risco	Carga de Incêndio MJ/m²
Baixo	Até 300 MJ/m ²
Médio	Entre 300 e 1200 MJ/m ²
Alto	Acima de 1200 MJ/m ²

Fonte: Adaptado do Decreto nº16.302 (2013)

Portanto, fica evidente que segundo o decreto, o valor de carga de incêndio é mais criterioso de acordo com o método probabilístico, diferentemente dos valores obtidos pelo método determinístico que estão abaixo, o que implica do ponto de vista de mensuração que não vai haver alteração nas características de dimensionamento do sistema.

No entanto, um fato a ser observado é que a quantidade de calor que é liberada para efeito de danos que podem causar à estrutura da edificação é provavelmente inferior ao que poderia ocorrer caso fosse considerado as características da Instrução Técnica nº14/2017 que é de 2000 MJ/m².

Esta menor liberação de calor, conseqüentemente, iria afetar menos as estruturas de concreto e concreto armado do prédio, tendo ainda uma menor radiação para afetar as construções vizinhas. Com essa diminuição de calor, as edificações ao lado seriam menos afetadas, logo o risco de propagação é menor do que a partir do valor teórico.

Na prática, esse mesmo risco vai proporcionar menos calor, como resultado, vai ocorrer uma queima dos materiais em um intervalo de tempo menor devido ter menos energia para ser

liberada no processo exotérmico. Logo, haverá a ocorrência mais fácil da fuga das pessoas que possivelmente possam estar dentro da edificação caso venha a acontecer um incêndio. E ainda uma facilidade da equipe do Corpo de Bombeiros para controlar a situação.

Uma outra circunstância que vem ao caso quanto ao dimensionamento da carga de incêndio, é na contratação de um seguro contra incêndio. Se for levado em consideração a carga que é estabelecida pela Instrução Técnica nº14/2017 de 2000 MJ/m², o contrato ficaria com um valor mais elevado que se comparado com os dados práticos que ficaram abaixo de 2000 MJ/m², logo, utilizando desses o contrato teria um valor inferior.

Portanto, mesmo que não tenha sido levado em consideração o potencial calorífico dos outros materiais presentes na biblioteca, a mesma possui uma carga de incêndio dentro do aceitável, onde a soma das energias caloríficas possíveis de serem liberadas pela combustão completa dos materiais são admissíveis, dessa forma, podendo utilizar despreocupadamente dos dados da IT nº14/2017 para dimensionamento de um sistema de combate a incêndio. No entanto, para não majoritar os valores, o aconselhável seria a realização dos cálculos, não se limitando apenas ao que o Corpo de Bombeiros Militar oferece, para dessa maneira, se obter um valor real, e a partir dele, poder fazer uma contratação de seguro e dimensionamento de sistema de segurança mais próximos da realidade.

5. CONCLUSÃO E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Neste tópico serão apresentadas as conclusões do presente trabalho e as recomendações para a continuidade dos trabalhos nesta área de estudo.

5.1. Conclusão

Devido aos materiais presentes em seu interior, uma biblioteca é um ambiente extremamente propício para a rápida propagação do fogo, as quais as consequências advindas de um incêndio para o acervo e demais produtos patrimoniais serão a queima/perda total ou parcial dos bens.

É uma temática que não abrange somente a atuação dos profissionais das áreas de Engenharia e Arquitetura no processo de dimensionamento dos sistemas, mas também o comprometimento e aperfeiçoamento regular dos órgãos responsáveis pela fiscalização e também normatização, somado ao interesse e participação da sociedade, com a finalidade de assegurar a preservação de vidas.

Após a realização do cálculo e análise da carga de incêndio da biblioteca do IFBA, observou-se que a mesma está dentro dos limites padrões no que diz respeito a taxa de ocupação e uso, já que os valores obtidos foram abaixo do específico de 2000 MJ/m² definido pela Instrução do Corpo de Bombeiros Militar da Bahia.

Os valores encontrados a partir dos cálculos de carga de incêndio, que estão abaixo do previsto na Instrução Técnica, evidenciam uma menor quantidade de liberação de calor, como consequência uma possível diminuição dos danos causados à edificação se comparado com as características da IT. Ainda há uma menor incidência de radiação para os prédios vizinhos, o tempo de queima é menor por ter menos energia envolvida no sistema, além de haver uma maior facilidade de fuga por parte das pessoas que possam vir a estar na biblioteca da instituição. Utilizando do valor real da carga de incêndio, a contratação de um seguro fica mais acessível visto que para um valor de carga maior, o custo será mais elevado.

Nos limitamos aos dados que o Corpo de Bombeiros oferece, mesmo que às vezes estão superdimensionados. Para tanto, o ideal seria a realização dos cálculos para se ter um valor real. E dessa maneira, fazer um dimensionamento após comparação dos dados, determinando qual é o mais adequado às necessidades do local.

Mesmo assim, evidencia-se o fato de que na edificação é extremamente necessária a constante inspeção e manutenção periódica das instalações e equipamentos de combate a

incêndio, bem como uma reforma no ambiente para certificar-se ainda mais quanto ao cuidado do local. Tudo que esteja ligado ao bem-estar da população e a garantia da preservação da vida deve ser ponto de bastante atenção e foco.

Outro fato observável é que a Instrução Técnica da Bahia utiliza a do Estado de São Paulo como referência bibliográfica, por no local possuir grandes cidades e um avanço tecnológico maior, realizando investimentos maiores na área de combate a incêndio. Logo, fica compreensível e considerável que a IT da Bahia pode ser utilizada sem nenhum risco para a prevenção e proteção contra incêndios.

No Brasil, existe uma variedade enorme de normas, leis, decretos, instruções técnicas, portarias, entre outros, no que tange à área de incêndio, tanto em nível federal, como também em estadual e municipal. Em alguns casos são mais detalhadas, mais atuais, em outros com poucas modificações e mais antigas, e ainda, um tanto incompletas e vagas. Não tem uma legislação unificada, o que dificulta e acaba abrindo espaço para diversas interpretações, acarretando em erros e conseqüentemente riscos. Esse cenário, faz com que os profissionais da área mantenham uma constante luta diária de estudo e aprendizado, o que de certa forma é promissor para o mercado de trabalho, com enorme crescimento de demanda.

5.2. Sugestões de Trabalhos Futuros

Em função da indisponibilidade de algumas informações para dar mais prosseguimento aos cálculos, recomenda-se para trabalhos futuros a incorporação da reforma da biblioteca, que acarreta em uma mudança da área do piso do compartimento para desenvolvimento do dimensionamento da carga de incêndio específica.

Devido ter desconsiderado as capas dos livros e outros materiais combustíveis como estantes, cadeiras, mesas, entre outros presentes na biblioteca, fazer a adição desses materiais analisando se de alguma forma implica diretamente no risco advindo do valor da carga de incêndio calculada na presente monografia.

Por fim, realizar uma análise dos sistemas de combate a incêndio disponíveis no ambiente da biblioteca observando se atendem às demandas da carga de incêndio específica adequada a sua ocupação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A5S LAUDOS E ENGENHARIA. **Central de alarme de incêndio**. 2023. Disponível em: <<https://www.a5s.com.br/blog/central-de-alarme-de-incendio/>>. Acesso em: 11 jun. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10897**: Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos - requisitos. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10898**: sistema de iluminação de emergência. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12693**: sistemas de proteção por extintor de incêndio. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13434**: sinalização de segurança contra incêndio e pânico - parte 1: princípios de projeto. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13434**: sinalização de segurança contra incêndio e pânico - parte 2: símbolos e suas formas, dimensões e cores. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13714**: Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13860**: Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio. Rio de Janeiro. 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14276**: brigada de incêndio - requisitos. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14432**: exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – procedimento. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 17240**: sistemas de detecção e alarme de incêndio – projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5419**: proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6023**: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8660**: ensaio de reação ao fogo em pisos - determinação do comportamento com relação à queima utilizando uma fonte radiante de calor. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9077**: saídas de emergência em edifícios. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9442**: materiais de construção - Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1986.

BARREIROS, Amanda. **Condução, convecção e radiação**. 2021. Disponível em: <<https://querobolsa.com.br/enem/fisica/conducao-conveccao-e-radiacao>>. Acesso em: 07 jun. 2023.

BAHIA. **DECRETO Nº 16.302 DE 27 DE AGOSTO DE 2015**: Regulamenta a Lei nº 12.929, de 27 de dezembro de 2013, que dispõe sobre a Segurança contra Incêndio e Pânico e dá outras providências. Salvador, Governo do Estado da Bahia, 2015.

BAHIA. **LEI Nº 12.929 DE 27 DE DEZEMBRO DE 2013**: Dispõe sobre a Segurança Contra Incêndio e Pânico nas edificações e áreas de risco no Estado da Bahia, cria o Fundo Estadual do Corpo de Bombeiros Militar da Bahia – FUNEBOM, altera a Lei nº 6.896, de julho de 1995, e dá outras providências. Salvador, Governo do Estado da Bahia, 2013.

BAHIA. **Relatório de levantamento bibliográfico por classificação livros**. Salvador, 2023. 426p.

BRASIL. Estado da Bahia. Polícia Militar. Corpo de Bombeiros. **IT 14: Carga de Incêndio nas Edificações, Estruturas e Áreas de Risco**. Bahia, 2017.

BRASIL. Estado de São Paulo. Polícia Militar. Corpo de Bombeiros. **IT 14: Carga de Incêndio nas Edificações, Estruturas e Áreas de Risco**. São Paulo, 2010.

BRENTANO, Telmo. **Instalações hidráulicas de combate a incêndios nas edificações**. 4. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2011.

COELHO, Beatriz. **Tipos de pesquisa: abordagem, natureza, objetivos e procedimentos**. 2019. Disponível em: <<https://blog.mettzer.com/tipos-de-pesquisa/>>. Acesso em: 06 jun. 2023.

COSTA, Gabriel. **Quais São As Classes de Incêndio**. 2022. Disponível em: <<https://viverdeseguranca.com.br/classes-de-incendio/>>. Acesso em: 09 jun. 2023.

ELETROVOLTZ. **Iluminação de Emergência**. 2023. Disponível em: <<https://eletrovoltz.com/produto/iluminacao-de-emergencia/>>. Acesso em: 11 jun. 2023.

EUZEBIO, Sandro da Cunha. **PPCI fácil: manual completo de prevenção de incêndios**. Pelotas, RS, 2011.

FERIGOLO, Francisco Celestino. **Prevenção de incêndio**. Porto Alegre: Sulina, 1977.

FILIPERSON. **Calcule o peso do papel**:. 2013. Disponível em: <<https://www.filiperson.com.br/peso.asp>>. Acesso em: 12 jul. 2023.

G1. **Fogo destrói biblioteca pública com 16 mil livros no interior de São Paulo**. 04 dez. 2016. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/piracicaba-regiao/noticia/2016/12/fogo-destrui-biblioteca-municipal-e-dois-comercios-em-cosmopolis-sp.html>>. Acesso: 11 set. 2023.

G1. **Incêndio atinge Biblioteca Central da UFPE, na Zona Oeste do Recife.** 27 fev. 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/incendio-atinge-biblioteca-central-da-ufpe-na-zona-oeste-do-recife.ghtml>>. Acesso: 11 set. 2023.

G1. **Livros novos são queimados em biblioteca de escola em BH.** 30 jan. 2012. Disponível em: <<https://g1.globo.com/minas-gerais/noticia/2012/01/livros-novos-sao-queimados-em-biblioteca-de-escola-em-belo-horizonte.html>>. Acesso: 11 set. 2023.

HALLAN, Wesley. **O que são classes de incêndio e quais extintores usarem cada uma delas?**. 2020. Disponível em: <<https://www.getwet.com.br/classes-de-incendio/>>. Acesso em: 16 jun. 2023.

HIDROMON. **Sistema de proteção e combate a incêndio.** 2021. Disponível em: <<https://www.hidromon.com.br/sistema-protacao-combate-incendio>>. Acesso em: 03 jun. 2023.

INBRAEP - INSTITUTO BRASILEIRO DE ENSINO PROFISSIONALIZANTE (Brasil). **Classes do Incêndio e Meios de Extinção das Chamas.** Santa Catarina: Equipe INBRAEP, 16 de abril de 2020. Disponível em: <<https://inbraep.com.br/publicacoes/incendios/>>. Acesso em: 14 jun. 2023.

INCÊNDIO, Contra. **Classes de incêndio: para que servem?**. 2020. Disponível em: <<https://contraincendio.com.br/classes-de-incendio/>>. Acesso em: 03 jun. 2023.

INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR FIRE SAFETY SCIENCE (IAFSS). **Página Inicial.** 2022. Disponível em: <<https://iafss.org/>>. Acesso em: 29 mai. 2023.

KAUARK, Fabiana da Silva; MANHÃES, Fernanda Castro; MEDEIROS, Carlos Henrique. **Metodologia da Pesquisa: Um guia prático.** 2010. Disponível em: <https://pgcl.uenf.br/arquivos/livrode Metodologia da Pesquisa 2010_011120181549.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2023.

MARCONDES, José Sergio. **Métodos de extinção do fogo: combate a incêndio**. 2015. Disponível em: <<https://gestaodesegurancaprivada.com.br/metodos-de-extincao-do-fogo/>>. Acesso em: 08 jun. 2023.

MARCONDES, José Sergio. **Prevenção e combate a incêndio: o que é, principais medidas preventivas**. 2020a Disponível em: <<https://gestaodesegurancaprivada.com.br/prevencao-ecombate-a-incendio-principais-medidas-metodos/>>. Acesso em: 07 jun. 2023.

MILART'S. **Placa parede ou porta SAÍDA DE EMERGÊNCIA 12X24 centímetros – OS Plástico Branco Adesivado**. 2023. Disponível em: <<https://www.milarts.com.br/placa-saida-de-emergencia>>. Acesso em: 11 jun. 2023.

OLIVEIRA, Adilson de. **A descoberta que mudou a humanidade**. 2023. Disponível em: <<https://cienciahoje.org.br/coluna/a-descoberta-que-mudou-a-humanidade/>>. Acesso em: 30 mai. 2023.

OLIVEIRA, Felipe Vinícius de. **Gestão de pessoas em uma situação de incêndio**. 2023. Disponível em: <[https://www.portalincendio.com.br/gestao-de-pessoas-em-uma-situacao-de-incendio-artigos-tecnicos#:~:text=A%20Norma%20Brasileira%2013.860%20\(NBR,o%20fogo%20fora%20de%20controle](https://www.portalincendio.com.br/gestao-de-pessoas-em-uma-situacao-de-incendio-artigos-tecnicos#:~:text=A%20Norma%20Brasileira%2013.860%20(NBR,o%20fogo%20fora%20de%20controle)>. Acesso em: 30 mai. 2023.

POLYCHEM. **Esclarecendo os Pontos**. 2023. Disponível em: <<https://polychem.com.br/curtas-boas/12-esclarecendo-os-pontos/#:~:text=Ponto%20de%20Combust%C3%A3o,a%20fonte%20externa%20de%20igni%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 05 jun. 2023.

PREVENFIRE. **Hidrantes e Mangotinhos**. 2022. Disponível em: <<https://prevenfirebrasil.com.br/hidrantes-e-mangotinhos/>>. Acesso em: 11 jun. 2023.

SANA CHAMA. **Tudo o que você precisa saber sobre extintores de incêndio**. 2019. Disponível em: <<http://www.sanachama.com.br/blog/tudo-o-que-voc%C3%AA-precisa-saber-sobre-extintores-de-inc%C3%AAndio>>. Acesso em: 11 jun. 2023.

SEITO, Alexandre Itiu et al. **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. 457 p.

SIMIANO, Lucas Frates; BAUMEL, Luiz Fernando Silva. **Manual de prevenção e combate a princípios de incêndio**. Governo Estado do Paraná: 2013. 20 p.

SKOP. **Modelos de Sprinklers: entenda a diferença entre eles**. 2015. Disponível em: <<http://www.skop.com.br/2020/10/23/modelos-de-sprinklers-entenda/>>. Acesso em: 11 jun. 2023.

UMINSKI, Alessandra S. de Carvalho. **Técnicas de prevenção e combate a sinistros**. Santa Maria, RS: Colégio Nossa senhora de Fátima, 2003.