

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE
SEGURANÇA DO TRABALHO**

**EXIGÊNCIAS BÁSICAS DE SEGURANÇA CONTRA
INCÊNDIO:
Um estudo de caso no Instituto de Química da UFRN**

JOÃO PAULO BERNARDO DA SILVA GOMES

**NATAL
2018**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE
SEGURANÇA DO TRABALHO**

**EXIGÊNCIAS BÁSICAS DE SEGURANÇA CONTRA
INCÊNDIO:**

Um estudo de caso no Instituto de Química da UFRN

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção, como requisito para obtenção do Título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Orientador: Prof. Me. Laurêncio Menezes de Aquino

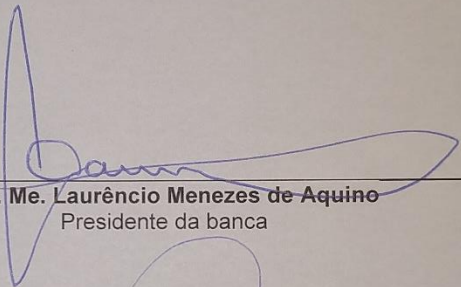
JOÃO PAULO BERNARDO DA SILVA GOMES

**NATAL
2018**

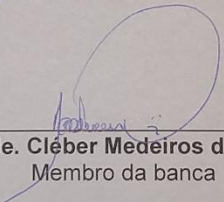
ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Ao(s) **13º dia do mês de novembro de 2018**, nas dependências da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, foi realizada a sessão pública de apresentação e defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado de **Exigências Básicas de Segurança Contra Incêndio: Um Estudo de Caso no Instituto de Química da UFRN**, autoria do acadêmico **João Paulo Bernardo da Silva Gomes**. A Banca Examinadora foi formada pelo **Prof. Me. Laurêncio Menezes de Aquino** (orientador) e os convidados **Prof. Me. Cléber Medeiros de Lucena** e **Prof. Me. Pedro Cância Neto**. Após apresentação e arguição e tendo o aluno respondido satisfatoriamente aos questionamentos, o trabalho foi considerado aprovado com nota final 10,0 (dez), cumprindo assim o requisito final para a conclusão do curso de Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho desta Universidade. Nada mais havendo a tratar, encerrou-se a presente sessão lavrando-se a presente ata.

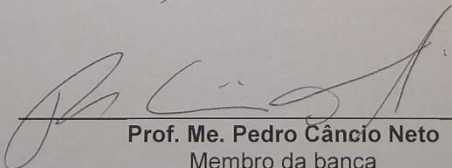
Natal, 13/11/2018




Prof. Me. Laurêncio Menezes de Aquino
Presidente da banca



Prof. Me. Cléber Medeiros de Lucena
Membro da banca



Prof. Me. Pedro Cância Neto
Membro da banca



João Paulo Bernardo da Silva Gomes
Acadêmico

Reitor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof.^a Dr.^a. Ângela Maria Paiva Cruz

Diretor do Centro de Tecnologia
Prof. Dr. Luiz Alessandro Pinheiro da Câmara de Queiroz

Coordenador do Curso de Engenharia de Produção
Prof. Dr. Veder Ralfh Fernandes de Medeiros

Coordenador de Trabalho de Conclusão de Curso
Prof. Me. Marco Antônio Dantas de Souza

Orientação
Prof. Me. Laurêncio Menezes de Aquino

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todas as pessoas que tiveram suas vidas interrompidas tragicamente mediante a vitimização por meio de incêndios.

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, pelo dom da vida, por toda força e coragem concedidas a mim para ir em busca dos meus objetivos.

A minha companheira, Maria Helena de Medeiros, peça fundamental nessa jornada, por todo amor, compreensão, paciência, incentivo e auxílio prestados a mim, e, acima de tudo, por compartilhar dos meus sonhos.

A meu pai Ivanaldo Bernardo, minha mãe Rosângela Ferreira e a minha irmã Camila Silva, por toda dedicação, apoio, ajuda e carinho ofertados a mim durante toda minha vida.

Aos professores do curso, pelos ensinamentos transmitido e por todo compromisso assumido, em especial ao professor Laurêncio Menezes.

Aos colegas de turma, por todo companheirismo nessa jornada e, de forma especial, àqueles que estiveram mais próximo de mim durante esses 18 meses, compartilhando não só os trabalhos, momentos de estudos e as angústias, mas também dos momentos de descontração e alegria.

RESUMO

A severidade das consequências dos incêndios estampadas nas tragédias presentes na história do nosso país e os recentes casos de incêndio envolvendo entidades públicas e privadas, demonstram o déficit ainda existente quanto a proteção contra incêndio. Tais situações podem ser mitigadas através da utilização correta de procedimentos, bem como atualizações e adequações às normas, a fim de garantir a segurança e a preservação da vida e do patrimônio. Com o surgimento do novo Código Estadual de Segurança Contra Incêndio e Pânico (CESIP) no ano de 2017 e a publicação das 44 Instruções Técnicas do CBMRN neste ano de 2018, o estado do Rio Grande do Norte caminha na direção do combate pautado na prevenção. Nesse sentido, objetivou-se elaborar uma proposta de ação visando a adequação do Complexo de Laboratórios II do Instituto de Química da UFRN às exigências básicas de segurança contra incêndio utilizando como principal referência a Instrução Técnica nº 43, além das demais normas do CBMRN, publicadas no mês de agosto de 2018. Este trabalho foi desenvolvido em três etapas: pesquisa bibliográfica, coleta de dados (por meio da análise das plantas e documentos de tal Instituto, a verificação *in loco* do espaço físico com registros fotográficos e a realização de entrevistas) e análise destes juntamente com a elaboração das propostas de melhoria. Com os resultados obtidos evidenciou-se a desatualização das medidas de proteção contra incêndio, as quais foram projetadas em 1979, e que, com a ampliação do estabelecimento nesses quase 40 anos, carecem de melhorias, principalmente nas medidas de proteção ativa e medidas de gerenciamento de risco de incêndio. O projeto de atualização, portanto, tratou de propostas referentes a proteção por hidrantes, composição da brigada de incêndio, dimensionamento das saídas e iluminação de emergência, atualização do combate por meio de extintores e instalação de alarmes e detectores, entre outros.

Palavras Chave: Segurança contra incêndio, Medidas de proteção contra incêndio, Aplicação de Instruções Técnicas, Proteção ativa, Proteção passiva.

ABSTRACT

The severity of the consequences of the fires stamped on the tragedies present in our country's history and the recent cases of fire involving public and private entities, demonstrate the still existing deficit regarding fire protection. Such situations can be mitigated through the proper use of procedures, as well as updates and adjustments to the standards, in order to ensure the safety and preservation of life and property. With the emergence of new Security State Code Fire and Panic (CESIP) in the year 2017 and the publication of 44 Technical Instructions of CBMRN this year 2018, the Rio Grande do Norte state is moving in the direction of fire-fighting based on prevention. In this sense, the objective was to elaborate a proposal for action aiming at the adaptation of the Laboratory Complex II of the Institute of Chemistry of UFRN to the basic requirements of fire safety using as main reference the Technical Instruction nº 43, besides the other norms of the CBMRN, published in the month of August 2018. This work was developed in three stages: bibliographic research, data collection (through the analysis of the plants and documents of such Institute, the in loco verification of the physical space with photographic records and the conduction of interviews) and analysis of these together with the elaboration improvement proposals. With the results obtained, it was evidenced that the fire protection measures were outdated, which were projected in 1979, and with the expansion of the establishment in these almost 40 years, they lack updates, mainly in the measures of active protection and measures of management of fire risk. The updating project, therefore, dealt with proposals regarding protection by fire hydrants, composition of the fire brigade, sizing of the exits and emergency lighting, updating of the combat by extinguishers and installation of alarms and detectors, among others.

Keywords: Fire safety, Fire protection measures, Application of technical instructions, Active protection, Passive protection

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Acidentes registrados entre os anos de 2012 e 2017 no Brasil	16
Quadro 2 – Relação dos agentes extintores com as classes de fogo	40
Quadro 3 – Relação dos laboratórios do IQ	51
Quadro 4 – Quadro de pessoal do IQ	52
Quadro 5 – Potencial calorífico dos materiais	57
Quadro 6 – Carga de incêndio específica	57
Quadro 7 – Liste de verificação – Instrumento utilizado.....	59
Quadro 8 – Análise dos extintores de incêndio	61
Quadro 9 – Análise quanto a iluminação de emergência	63
Quadro 10 – Análise sinalização de emergência	64
Quadro 11 – Análise alarme de incêndio	65
Quadro 12 – Análise das instalações elétricas	65
Quadro 13 – Análise da brigada de incêndio	66
Quadro 14 – Análise dos hidrantes	66
Quadro 15 – Análise das saídas de emergência	68
Quadro 16 – Quantitativo de extintores – quadro atual	70
Quadro 17 – Quantitativo de extintores – proposta	72

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Elementos da compartimentação horizontal	28
Figura 2 – Elementos da compartimentação vertical	29
Figura 3 – Transmissão de calor e afastamento seguro entre edificações	30
Figura 4 – Controle de fumaça através do diferencial de pressão	34
Figura 5 – Sinalização de emergência em local com obstáculo	35

Figura 6 – Dimensões de fachada para acesso de viatura na edificação	36
Figura 7 – Iluminação de emergência – sistema de balizamento	37
Figura 8 – Iluminação de emergência – sistema de aclaramento	38
Figura 9 – Classes de fogos e suas representações	40
Figura 10 – Sequência de funcionamento dos chuveiros automáticos	41
Figura 11 – Sistema de hidrantes e mangotinhos	43
Figura 12 – Escada de emergência com elevador de segurança	44
Figura 13 – Estrutura organizacional do Instituto de Química	50
Figura 14 – Laboratórios de ensino do IQ UFRN	50
Figura 15 – Localização de extintor – central analítica.....	62
Figura 16 – Localização de extintor em laboratório.....	62
Figura 17 – Iluminação de emergência desconectada	63
Figura 18 – Placa de sinalização incorreta para o extintor	64
Figura 19 – Abrigo de hidrante (fechado)	67
Figura 20 – Visualização interna do abrigo	67
Figura 21 – Distribuição atual dos extintores	71
Figura 22 – Proposta distribuição dos extintores	73
Figura 23 – Proposta de distribuição das luminárias de emergência	75
Figura 24 – Esquema isométrico dos hidrantes	82
Figura 25 – Proposta de distribuição dos hidrantes	84
Figura 26 – Proposta das saídas de emergência	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação	53
Tabela 2 – Classificação das edificações quanto à altura	54
Tabela 3 – Carga de incêndio específica por ocupação	55
Tabela 4 – Valores de referência – potencial calorífico	56
Tabela 5 – Classif. das edificações e áreas de risco quanto a carga de incêndio	58
Tabela 6 – Distância máxima de caminhamento entre extintores	70
Tabela 7 – Divisão dos tipos de blocos/luminárias	74
Tabela 8 – Composição mínima da brigada de incêndio por pavimento ou compartimento – Grupo D	79
Tabela 9 – Aplicabilidade dos tipos de sistemas e volume de reserva de incêndio mínima (m ³)	80
Tabela 10 – Tipos de sistemas de proteção por hidrante ou mangotinhos	80
Tabela 11 – Fator “C” Hazen-Williams	81
Tabela 12 – Componentes para cada hidrante	83
Tabela 13 – Dados para o dimensionamento das saídas de emergência	85
Tabela 14 – Distâncias máximas a serem percorridas	87

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- CBMRN – Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte
- CCET – Centro de Ciências Exatas e da Terra
- CESIP – Código Estadual de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Rio Grande do Norte
- CIPA – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
- CIST – Comissão Interna de Saúde e Segurança
- CLT – Consolidação das Leis do Trabalho
- CONIQ – Conselho do Instituto de Química
- COPS – Coordenadoria de Promoção à Saúde e Segurança do Trabalho
- COSIP – Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico
- DN – Diâmetro Nominal
- GLP – Gás Liquefeito de Petróleo
- IQ – Instituto de Química
- IT – Instrução Técnica
- LABCIM – Laboratório de Cimentos
- LAPET – Laboratório de Pesquisa em Petróleo
- LCL – Laboratório de Análise de Combustíveis e Lubrificantes
- MEC – Ministério da Educação
- MPT – Ministério Público do Trabalho
- MTE – Ministério do Trabalho e Emprego
- NBR – Norma Brasileira
- NCPI – Normas Prevenção e Combate a Incêndio
- NFPA – National Fire Protection Association
- NR – Norma Regulamentadora

OIT – Organização Internacional do Trabalho

RTI – Reserva Técnica de Incêndio

SCI – Segurança Contra Incêndio

SDAI – Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio

SFPE – Society of Fire Protection Engineers

SST – Saúde e Segurança no Trabalho

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

UP – Unidade de Passagem

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	16
1.1 APRESENTAÇÃO	16
1.2 OBJETIVOS.....	19
1.2.1 OBJETIVO GERAL	19
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
1.3 JUSTIFICATIVA	20
1.4 ESTRUTURA DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO.....	21
CAPÍTULO 2 - REVISÃO TEÓRICA	23
2.1 HISTÓRICO DO COMBATE AO INCÊNDIO NO BRASIL.....	23
2.2 MEDIDAS PROTETIVAS CONTRA INCÊNDIO	25
2.2.1 PROTEÇÃO PASSIVA	26
2.2.2 PROTEÇÃO ATIVA	36
2.2.3 MEDIDAS DE GERENCIAMENTO DO RISCO DE INCÊNDIO	44
2.2.4 DEMAIS MEDIDAS DE PROTEÇÃO	45
CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA DA PESQUISA.....	46
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	46
3.1.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA.....	46
3.1.2 COLETA DOS DADOS	46
3.1.3 ANÁLISE DOS DADOS E ELABORAÇÃO DAS PROPOSTAS	47
CAPÍTULO 4 - DESCRIÇÃO DO CAMPO E APRESENTAÇÃO DOS DADOS	49
4.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DE APLICAÇÃO	49
4.1.1 UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE	49
4.1.2 INSTITUTO DE QUÍMICA	49
4.2 CLASSIFICAÇÃO DO ESTABELECIMENTO.....	53
4.3 ANÁLISE SITUACIONAL DO CONJUNTO DE LABORATÓRIOS II.....	58
CAPÍTULO 5 - ANÁLISE DE DADOS E PROPOSIÇÕES	61
5.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS ENCONTRADOS	61
5.1.2 EXTINTORES DE INCÊNDIO.....	61
5.1.2 ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA	62
5.1.3 SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA.....	64
5.1.4 ALARME DE INCÊNDIO	65
5.1.5 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	65
5.1.6 BRIGADA DE INCÊNDIO	65
5.1.7 HIDRANTES E MANGOTINHOS	66
5.1.8 SAÍDAS DE EMERGÊNCIA	68
5.1.9 SELAGEM DE SHAFTS E CONTROLE DE MATERIAL	68
5.2 ATUALIZAÇÃO DO PROJETO DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO - PROPOSTAS DE MELHORIA	69
5.2.1 O NOVO PROJETO DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO.....	69
5.2.2 PROPOSTA PARA OS EXTINTORES DE INCÊNDIO.....	69
5.2.3 PROPOSTA PARA ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA.....	74
5.2.4 PROPOSTA QUANTO A SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA.....	76
5.2.5 PROPOSTA QUANTO O ALARME DE INCÊNDIO.....	76

5.2.6 PROPOSTA PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	76
5.2.7 PROPOSTA PARA A BRIGADA DE INCÊNDIO	77
5.2.8 PROPOSTA PARA OS HIDRANTES	79
5.2.9 PROPOSTA PARA AS SAÍDAS DE EMERGÊNCIA.....	85
CAPÍTULO 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
REFERÊNCIAS.....	91
APÊNDICES	95
ANEXOS	97

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

A discussão acerca da baixa atenção voltada para a segurança do trabalho no Brasil não é um tema inédito. Frequentemente notícias sobre sinistros envolvendo trabalhadores em seus locais de trabalho são veiculadas na mídia do nosso país. Embora a evolução da ciência, das tecnologias e das organizações tragam novas formas, mais seguras, de materiais, equipamentos e o próprio desenvolvimento na execução de trabalhos com menos riscos, Freitas (2016) afirma que os desafios que hoje se colocam para garantir melhores padrões de Saúde e Segurança no Trabalho (SST) não são menores do que há décadas atrás.

Podemos ver o reflexo desse desafio nos altos índices e taxas de acidentes ainda existentes em nosso país. De acordo com os dados contidos na plataforma online: Observatório Digital de Saúde e Segurança do Trabalho, desenvolvido e mantido pelo Ministério Público do Trabalho (MPT) em cooperação com a Organização Internacional do Trabalho (OIT), o elevado número de acidentes de trabalho ocorridos entre os anos de 2012 e 2017 no Brasil, resultaram em 16.367 trabalhadores mortos, como mostra o quadro 1, onde muitas são as causas e classificações que compõe esse triste número de acidentes.

Entre essas causas, estão os acidentes que são classificados como provenientes de incêndios, os quais são o foco de discussão desse trabalho. A plataforma citada acima nos informa que, durante este período (2012 a 2017), do total de 4.402.131 acidentes registrados, 12.888 foram identificados tendo o incêndio como agente causador, resultando em 170 mortes (Ministério Público do Trabalho, 2018).

Ocorrência	Acidentes (2012 - 2017)	Mortes (2012 - 2017)
Acidentes totais	4.402.131	16.367
Acidentes classificados como Incêndio	12.888	170

Quadro 1: Acidentes registrados entre os anos de 2012 e 2017 no Brasil.
Fonte: Observatório Digital de Saúde e Segurança do Trabalho.

A destruição causada pela ocorrência de incêndios não é um tema inédito para nossa humanidade. Incêndios em grandes centros urbanos sempre estiveram presentes no desenvolvimento da civilização. Muitos países tiveram experiências com esse tipo de sinistro e, infelizmente, é possível notar que a Segurança Contra Incêndio (SCI) só começou a ser desenvolvida a partir desses eventos. Seito (2008) afirma que todos os países têm aprendido com os grandes incêndios, e com o Brasil não tem sido diferente.

Os resultados desses incidentes são sempre negativos. É impossível falar de eventos como esses e não lembrar das grandes tragédias que ficaram marcadas na história do nosso país pela quantidade de vítimas atingidas, como o incêndio no Gran Circus (1961); os edifícios Andraus (1972) e Joelma (1974) e mais recentemente a Boate Kiss (2013), em Santa Maria – RS (AQUINO, 2015).

Percebe-se que além das consequências referentes à saúde das vítimas, os incêndios trazem também grande destruição física. Em edifícios residenciais, deixam centenas de pessoas desabrigadas e, muitas vezes, acabam com os sonhos e com tudo o que as pessoas construíram ao longo da vida. Se tratando de eventos na esfera comercial e industrial, constituem perdas inestimáveis do ponto de vista financeiro, e em alguns casos, a destruição atinge outros patamares, como ocorreu recentemente no Rio de Janeiro, com o incêndio no Museu Nacional, aonde, por sorte, não houve registro de vítimas fatais, mas o sinistro gerou uma perda imensurável na ótica cultural e histórica, além de patrimonial.

A verdade é que a segurança contra incêndio deve ser tratada de forma séria e com a devida importância pelos governos, centros de pesquisas e a população em geral. Países como EUA e o Reino Unido reconhecem a área de segurança contra incêndio como uma área científica do conhecimento e um problema que merece investimentos pesados para diminuir suas perdas (SEITO, 2008).

Aquino (2015) afirma que o desenvolvimento de normas contra incêndio no Brasil está relacionado às grandes tragédias provocadas pelo fogo, notadamente pelo impressionante número de vítimas, associado ao relevante prejuízo causado às edificações.

O estado do Rio Grande do Norte permaneceu por mais de 40 anos sem uma atualização expressiva do Código de Segurança Contra Incêndio, tendo esta

ocorrido somente em meados de 2017, onde foi instituído, através da Lei Complementar nº 601 de 07/08/2017, o novo Código Estadual de Segurança Contra Incêndio e Pânico (CESIP). Ainda assim, após a atualização do código, a parte técnica de parâmetros voltadas para a proteção contra incêndio permaneceu carente de mais detalhes sobre o tema. Esta lacuna foi suprida através da publicação das 44 Instruções Técnicas do CBMRN, neste ano de 2018 (RIO GRANDE DO NORTE, 2018).

Sabemos que umas das melhores formas de combate é a prevenção. Por isso, o investimento em segurança por parte das organizações, a utilização correta de procedimentos e o atendimento as normas de segurança, se fazem necessária. Porém, sabemos que por mais que hajam medidas de segurança preventivas, o perigo sempre existe e por isso sempre há riscos (OGUIDO, 2014).

Levando em consideração os recentes casos de incêndios em universidades públicas, como o do Museu Nacional e a explosão no laboratório de metalurgia do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia, ambos no Rio de Janeiro, o princípio de incêndio ocorrido no Restaurante Universitário da UFRN neste segundo semestre de 2018, e, unindo isto ao fato da recente publicação das instruções técnicas, as quais almejam colaborar com as medidas proteção contra incêndios nos estabelecimentos do estado do Rio Grande do Norte, este trabalho busca propor uma adequação às exigências básicas de combate e proteção contra incêndios em um dos prédios do Instituto de Química da UFRN, a fim de tornar este estabelecimento um local mais seguro para seus colaboradores, alunos e demais usuários.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral elaborar uma proposta de ação visando a adequação do Complexo de Laboratórios II do Instituto de Química da UFRN às exigências básicas de segurança contra incêndio utilizando como principal referência a Instrução Técnica nº 43, além das demais normas do CBMRN, publicadas no mês de agosto de 2018, a fim de reduzir os riscos e danos às vidas e ao patrimônio em situações de emergência envolvendo incêndios.

1.2.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos este trabalho busca:

- Analisar a atual situação dos meios de combate a incêndio do prédio onde será desenvolvido o estudo.
- Elaborar propostas e/ou diretrizes que contribuam no avanço da Instituição no que se refere ao combate a incêndios em suas unidades especializadas e departamentos.
- Propor medidas de melhoria na proteção contra incêndio do Instituto de Química, priorizando as proteções por meio de:
 - Extintores;
 - Iluminação de emergência;
 - Sinalização de emergência;
 - Alarme de incêndio;
 - Brigada de incêndio;
 - Hidrantes;
 - Saída de emergência;
 - Brigada de incêndio.
- Estimular a percepção da importância da segurança e seus benefícios nos colaboradores e demais envolvidos no setor de desenvolvimento do trabalho.

1.3 Justificativa

O Instituto de Química comemora seu 50º aniversário este ano (2018) e desde a criação de suas instalações ocorreram diversas mudanças, como ampliações em sua estrutura física, aumento no número de usuários e na expansão da oferta de serviços, porém, os meios de combate a incêndio nunca foram atualizados. É natural que com o passar do tempo e após estas inúmeras modificações, os meios de proteção contra incêndio mostrem-se insuficientes para a situação atual. Dessa forma, o presente trabalho justifica-se pelo fato da atualização do projeto de incêndio ser uma necessidade latente do setor.

Para atender esta demanda, utilizou-se como referência a Instrução Técnica nº 43/2018 do CBMRN, já que a esta visa estabelecer medidas para as edificações existentes a serem adaptadas (exatamente o caso do Instituto de Química), visando atender às condições necessárias de segurança contra incêndio, bem como permitir condições de acesso para as operações do Corpo de Bombeiros.

Além disso, nos últimos anos, a UFRN através da Coordenadoria de Promoção a Saúde e Segurança do Trabalho (COPS) tem tentado desenvolver ações que possam fomentar a segurança nos diversos setores de trabalho da instituição, no intuito de auxiliar a Pró-reitoria de Gestão de Pessoas a atingir seus objetivos com relação à segurança e bem-estar dos servidores. Desta forma, a aplicação deste trabalho configura-se como uma ação que vai ao encontro dos objetivos institucionais. Justifica-se ainda do ponto de vista social tendo em vista que atualmente existem poucos projetos que prezem pela segurança contra sinistros desse tipo na comunidade acadêmica, e ter formas e meios para controlar tais situações (de incêndio) pode ser decisivo entre a vitimização de pessoas ou não.

O desenvolvimento dos sistemas de proteção contra incêndio em um prédio da UFRN justifica-se ainda pelo fato da instituição não possuir uma equipe específica de combate a incêndios, agravado pelo fato do quartel do corpo de bombeiros ficar localizado a cerca de 6,4 km de distância da Universidade, onde em casos de necessidade de intervenção acarretaria, de acordo com os dados de trânsito da cidade de Natal, um tempo de, aproximadamente, 16 minutos de deslocamento para a viatura chegar ao local. Por isso, é importante que o setor tenha as condições e o preparo necessário para a realização do primeiro combate, o qual, deve ocorrer nos primeiros minutos da emergência para que se evite o descontrole generalizado da situação.

A escolha de aplicação do trabalho no Complexo de laboratórios II se deu pelo fato deste ser o prédio que abriga o maior número de laboratórios e de pessoas entre os prédios do Instituto de Química, sendo, portanto, o de maior relevância para organização. Além disso, o acesso aos locais de trabalho e aos dados deste estabelecimento poderiam ser obtidos com mais facilidade tendo em vista que o autor exerce suas funções laborais neste local.

1.4 Estrutura de apresentação do trabalho

Este tópico busca de forma resumida apresentar as ideias centrais dos conteúdos inseridos em cada capítulo. O trabalho foi dividido em 6 capítulos, os quais foram separados de forma lógica para que a evolução do estudo ocorresse da melhor maneira possível.

Inicialmente no Capítulo 1, denominado Introdução, o autor apresenta uma breve contextualização do tema e introduz o assunto que será discutido no trabalho. Em seguida são apresentados os elementos fundamentais que nortearão a sequência deste estudo, quais sejam: os objetivos, geral e específico, e a justificativa do trabalho.

Após essa primeira parte, o Capítulo 2, intitulado de Revisão Teórica, aborda de forma bastante objetiva um breve histórico do combate a incêndio no Brasil e a evolução desta ciência até os dias de hoje. Após isso, é discutido com mais detalhes a fundamentação principal deste trabalho: as medidas de proteção contra incêndio. Neste tópico são apresentadas as principais medidas de proteção ativa e proteção passivas, os quais se constituem entendimentos de suma importância para o desenvolvimento do trabalho.

O capítulo 3 apresenta a Metodologia utilizada. Nele, é possível verificar os métodos e matérias que foram utilizados para desenvolvimento da pesquisa, descrevendo sucintamente as três etapas aplicadas a esse trabalho, que foram: primeiro, a pesquisa bibliográfica; em seguida, a coleta de dados; e, por fim, a análise dos dados coletados.

Em seguida, o Capítulo 4 traz a Descrição do Campo e a Apresentação dos Dados. Neste capítulo é feita caracterização da UFRN e do Instituto de Química, priorizando a descrição do campo de aplicação do estudo. Além de ser feita uma contextualização do local, foi apresentado o atual cenário com relação ao combate a incêndio, através de uma breve análise situacional feita por meio do levantamento de

dados e visitas *in loco*. É possível ainda verificar a classificação quanto aos tópicos de incêndio trazidos pelas Instruções Técnicas do CBMRN. O breve diagnóstico apresentado neste capítulo deu subsídio ao desenvolvimento das propostas de melhorias quanto a segurança contra incêndio na Instituto de Química que foram discutidas no capítulo seguinte.

No capítulo 5, denominado de Análise de Dados e Proposições, são feitas as avaliações com relação a cada item das exigências básicas e em seguida, são realizadas propostas para cada um dos itens avaliados, a fim de criar um plano para futura implantação das medidas protetivas.

Por fim, o sexto capítulo, denominado Considerações finais fecha o trabalho evidenciando os principais resultados alcançados e os objetivos atingidos. Traz ainda em sua conclusão algumas sugestões de estudos futuros capazes de complementar o presente trabalho.

CAPÍTULO 2 - REVISÃO TEÓRICA

2.1 Histórico do combate ao incêndio no Brasil

A segurança contra incêndio no Brasil e no mundo foi desenvolvida a medida em que os episódios de incêndios foram surgindo nas civilizações. Em 2003 a National Fire Protection Association (NFPA), em colaboração com a Society of Fire Protection Engineers (SFPE), publicou o livro “History of fire protection engineering”, o qual relata os primeiros passos da engenharia de proteção contra incêndios, ocorridos na Roma antiga com a instituição de um código de edificações que exigia o emprego de materiais resistentes ao fogo nas paredes externas das residências. Em seguida, eventos como as regulamentações londrinas sobre as construções de paredes que atuassem como corta-fogo, o advento da revolução industrial no século XVIII e, logo após, o crescimento dos Estados Unidos, exigiram que a proteção contra incêndio evoluísse juntamente com o desenvolvimento da sociedade, principalmente, após diversos episódios trágicos de incidentes envolvendo fogo (SEITO, 2008).

Aquino (2015) apud Negrisolo (2011) afirma que até meados da década de 70 o combate a incêndio no Brasil dizia respeito somente ao Corpo de Bombeiros, muito pela ausência de grandes incêndios e incêndios com grande número de vítimas. Porém, as tragédias sofridas no estado de São Paulo representaram um divisor de águas no plano da segurança contra incêndio no Brasil, pois, a partir desses eventos os estados brasileiros iniciaram a busca pelo estabelecimento de legislações específicas voltadas para o tema.

Seito (2008) afirma que o modelo de crescimento da segurança contra incêndio no Brasil seguiu o modelo de como a nossa sociedade evoluiu, ou seja, construindo um país para 180 milhões de pessoas em duzentos e trinta anos, o que consequentemente foi feito com uma qualidade abaixo do ideal, fato que ainda levará anos para ser corrigido. Os efeitos catastróficos dos incêndios no Brasil, fizeram com que nosso país fosse um dos que adotam os códigos de incêndio baseados em experiências com desastres (ALMEIDA e FRAZOLOSO, 2015).

Em 1961 o Rio de Janeiro presenciou um devastador incêndio em Niterói, quando um indivíduo ateou criminosamente fogo na lona do Gran Circo Norte-Americano, fato que resultou em 250 mortes e 400 feridos. Nesse evento, as pessoas morreram queimadas e pisoteadas. A tragédia foi agravada pela falta de requisitos de

escapes para os espectadores, como o dimensionamento e posicionamento de saídas, e também pela inexistência de pessoas treinadas para conter o pânico e orientar o escape (SEITO, 2008).

Alguns anos após o episódio no Gran Circo, ocorreram na cidade de São Paulo os primeiros grandes incêndios envolvendo prédios elevados. Negrisoló (2011) relata que em 1972, o incidente no Edifício Andraus, causou a morte de 16 pessoas e deixou 336 feridas; porém, dois anos depois (1974) o Edifício Joelma, também localizado em São Paulo, foi cenário de um incêndio terrível que resultou em 179 mortes e 320 feridos.

Após o ocorrido no Edifício Andraus, foram criados alguns grupos de trabalho com o intuito de discutir a questão das proteções contra incêndios, porém, estes grupos foram perdendo o ímpeto com o passar do tempo. Foi somente após os acontecimentos no Edifício Joelma que a prefeitura da cidade de São Paulo, uma semana depois do ocorrido, publicou o Decreto Municipal nº 10.878 que instituiu Normas Especiais para Segurança dos Edifícios a serem observadas na elaboração do projeto, na execução, bem como nos equipamentos e dispôs ainda sobre sua aplicação em caráter prioritário. Logo depois, esta regulamentação foi incorporada a Lei Municipal 8.266 de 1975, o novo Código de Edificações para o Município de São Paulo (NEGRISOLÓ, 2011).

Em seguida, outras manifestações voltadas para a normatização da segurança contra incêndios foram ocorrendo em diversos pontos do país. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou ainda em 1974 a NB 208, a qual tratava das saídas de emergência em edifícios altos. Já o Ministério do Trabalho, publicou a Norma Regulamentadora Nº 23, em 1978, intitulada de Proteção Contra Incêndios. Pôde-se perceber também que com o crescimento da autonomia dos Corpos de Bombeiros nos estados, as regulações estaduais começaram a ser desenvolvidas, tendo como um dos pioneiros neste quesito a corporação do Rio de Janeiro (SEITO, 2008).

Em relação as regulamentações estaduais, o estado do Rio Grande do Norte ainda em 1974, iniciou seu processo de produção das normas motivado por um grupo de executivos do estado de São Paulo que procurou o Corpo de Bombeiros do RN para aprovação do projeto de construção de uma indústria. Aquino (2015) relata

que como a corporação não possuía um serviço especializado em análise de projetos, o comandante do Corpo de Bombeiros da época enxergou a oportunidade de desenvolver uma grande ação no sentido de prevenção de incêndios nas indústrias que se instalariam nas terras potiguares. Como fruto dessa situação, foi promulgada a Lei Estadual nº 4.436/74 a qual criou o Serviço Técnico de Engenharia, encarregado, a partir de então, a analisar os projetos de segurança contra incêndio do estado.

O Decreto nº 6.576 de 1975 regulamentou a Lei Estadual nº 4.436/74, instituindo as Normas de Prevenção e Combate a Incêndio – NCPI. Esta regulamentação permitiu que o Corpo de Bombeiros analisasse os projetos com a adoção dos meios de proteção contra incêndio antes que fosse emitido o alvará de construção das edificações por parte do órgão licenciador prefeitura (RIO GRANDE DO NORTE, 1975).

A atualização das normas deve ser sempre motivada à medida que os avanços tecnológicos na área de segurança contra incêndio vão acontecendo. Buscando manter-se atualizado CBMRN editou o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico (COSIP), o qual mesmo não tendo sido submetido à aprovação pelo poder legislativo transformou-se na cartilha de exigências da corporação (AQUINO, 2015). Embora tenham havido diversos esforços para manter a legislação estadual atualizada, somente no ano de 2017 entrou em vigor a Lei Complementar nº 601 que promulgou o Código Estadual de Segurança Contra Incêndio e Pânico (CESIP) do Estado do RN.

O CBMRN buscando dar continuidade ao compromisso da constante atualização e procurando por melhorias nas proteções contra incêndio, publicou a Portaria nº 346/2018 que instituiu as Instruções Técnicas (IT), as quais dispõem sobre medidas de segurança contra incêndio nas edificações e áreas de risco, contidas no CESIP e que atualizam os parâmetros utilizados no Serviço de Atividades Técnicas (SAT) do CBMRN (RIO GRANDE DO NORTE, 2018).

2.2 Medidas protetivas contra incêndio

A Instrução Técnica nº 03/2018 do CBMRN, a qual trata da terminologia de segurança contra incêndio, define as medidas de segurança contra incêndio como sendo

O conjunto de dispositivos ou sistemas a serem instalados nas edificações e áreas de risco necessário para evitar o surgimento de um incêndio, limitar sua propagação, possibilitar sua extinção e ainda propiciar a proteção à vida, ao meio ambiente e ao patrimônio (Instrução Técnica 03 - CBMRN, 2018).

Cada edificação possui diferentes características e, portanto, diferentes riscos. Dessa forma, aplicando esta afirmação no combate a incêndio, é importante ressaltar que as medidas protetivas adotadas para cada estabelecimento devem levar em consideração suas particularidades a fim de que sejam escolhidas as opções mais adequadas para proteção do prédio e seu conteúdo. As medidas de segurança são exigidas nas legislações e definidas de acordo com a classificação do estabelecimento. Essa classificação inicial leva em consideração, basicamente, o tipo de ocupação do estabelecimento, a área e a altura da edificação, bem como a carga de incêndio, que pode ser entendida como a soma das energias caloríficas capazes de serem liberadas pela combustão dos materiais presentes no estabelecimento (RIO GRANDE DO NORTE, 2018).

As proteções, de modo geral, podem ser divididas em ativas e passivas. As proteções passivas, de acordo com Silva, Vargas e Ono (2010), correspondem ao conjunto de medidas de proteção contra incêndio incorporadas a construção do edifício, onde seu desempenho ao fogo independe de qualquer ação externa. Devem, portanto, serem previstas e projetadas pelo arquiteto. A IT nº 03/2018 define ainda que as proteções passivas são medidas de segurança contra incêndio que não dependem de ação inicial para o seu funcionamento.

Sobre as proteções ativas, Aquino (2015) afirma que estas são medidas de intervenção que atuam através de sistemas reativos aos incêndios, já que para produzirem seus efeitos, dependem necessariamente de uma ação, quer seja por uma alteração no ambiente que caracterize a ocorrência de um incêndio, ou ação derivada de um acionamento manual, necessitando assim da intervenção humana. Dessa forma, percebemos que os sistemas de proteção ativa são complementares aos de proteção passiva, e somente entram em ação quando da ocorrência de incêndio (SILVA, VARGAS e ONO, 2010).

2.2.1 Proteção passiva

Como dito anteriormente, as proteções são divididas em passivas e ativas. Nesse tópico serão apresentados os principais tipos de proteções passivas nas edificações, que são:

- a) compartimentação;
- b) Afastamento entre edificações;
- c) Controle de materiais de revestimento e acabamento;
- d) Resistência ao fogo dos elementos construtivo;
- e) Saídas de emergência;
- f) Controle de fumaça;
- g) Sinalização de emergência;
- h) Acesso aos veículos de emergência.

2.2.1.1 Compartimentação

De acordo com Aquino (2015) a compartimentação é uma medida de proteção passiva, estritamente vinculada ao projeto arquitetônico da edificação. É composta por elementos de vedação incombustíveis, interpostos entre os ambientes da edificação, de modo a confinar o incêndio no seu local de origem, evitando a propagação entre ambientes de um mesmo nível (compartimentação horizontal) ou mesmo entre pavimentos consecutivos em edificações de múltiplos andares (compartimentação vertical).

No entendimento de Silva (2010), compartimentar é basicamente dividir o edifício em células que devem ser capazes de suportar o calor da queima dos materiais em seu interior por certo período de tempo, contendo o crescimento do fogo nesse ambiente. Dessa forma, evita-se que o fogo se alastre rapidamente, gerando um incêndio de grandes proporções.

2.2.1.1.1 Compartimentação horizontal

A compartimentação horizontal destina-se a confinar o incêndio no pavimento atingido e evitar a sua propagação, criando também num mesmo pavimento locais menores nos quais o fogo possa ser isolado e confinado, evitando a sua propagação no sentido horizontal (SEITO, 2008).

A figura 1 apresenta alguns dos principais elementos de compartimentação horizontal, os quais foram apresentados na Instrução Técnica 09/2018 do CBMRN como sendo:

- a) Paredes corta-fogo;
- b) Portas corta-fogo;
- c) Vedadores corta-fogo;
- d) Registros corta-fogo (dampers);
- e) Selos corta-fogo;
- f) Cortinas corta-fogo;
- g) Afastamento horizontal entre aberturas.

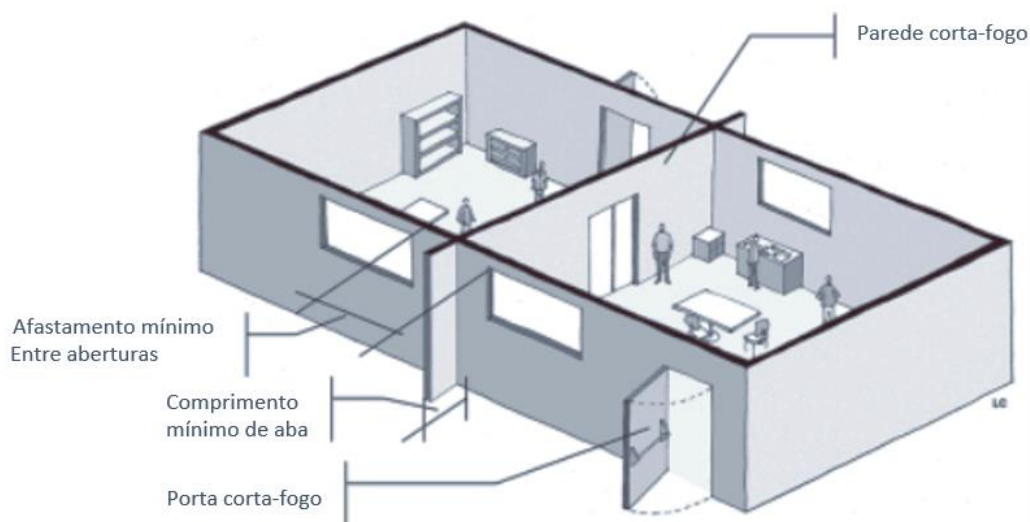


Figura 1: Elementos da compartimentação horizontal
Fonte: Silva, Vargas e Ono, 2010. p. 17.

2.2.1.1.2 Compartimentação vertical

A Instrução Técnica 03/2018 do CBMRN apresenta a compartimentação vertical como uma medida de proteção constituída de elementos construtivos corta-fogo, as quais separam pavimentos consecutivos, de tal modo que o incêndio fique contido no local de origem e dificulte a sua propagação no plano vertical. Esta mesma norma inclui nesse conceito como elementos de vedação (vertical):

- a) Entrepisos ou lajes corta-fogo;
- b) Vedadores corta-fogo nos entrepisos ou lajes corta-fogo;
- c) Enclausuramento de dutos “*shafts*” através de paredes corta-fogo;
- d) Enclausuramento das escadas por meio de paredes e portas corta-fogo;
- e) Selagem corta-fogo dos dutos “*shafts*” na altura dos pisos e/ou entrepisos;
- f) Paredes corta-fogo na envoltória do edifício;
- g) Parapeitos ou abas corta-fogo, separando aberturas de pavimentos consecutivos;
- h) Registros corta-fogo nas aberturas em cada pavimento dos dutos de ventilação e de ar condicionado.

A figura 2 mostra alguns dos elementos utilizados como proteção na compartimentação vertical, como os entrepisos e as abas corta-fogo.

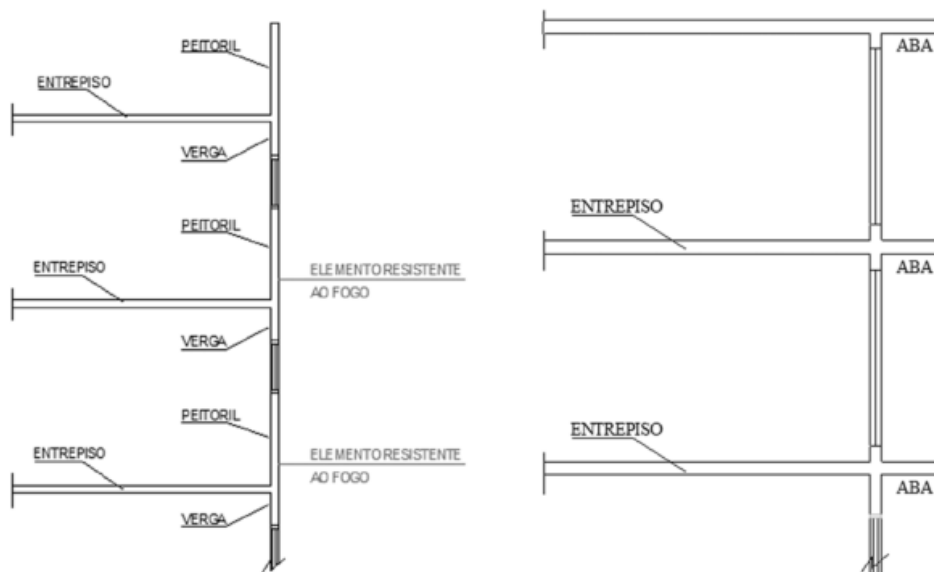


Figura 2: Elementos da compartimentação vertical
Fonte: Seito et al. (2008). p. 173.

2.2.1.2 Afastamento entre edificações

O afastamento entre edificações tem por objetivo o isolamento do risco, controlando a possibilidade de propagação do incêndio por radiação do calor, convecção de gases aquecidos e transmissão de chamas, de forma a impedir que o incêndio proveniente de uma edificação não se propague para outra vizinha (AQUINO, 2015).

O autor Seito (2008) utilizou em sua obra a denominação “edificação expositora” como sendo aquela que em situações de incêndio encontra-se em chamas, ou seja, aquela que é responsável pela emissão de gases quentes, fagulhas e ondas eletromagnéticas. Ao estabelecimento que recebe os efeitos do calor por radiação, movimentação de fumaça e gases quentes ou por qualquer outra forma, denominou de edificação em exposição como podemos observar na figura 3, onde percebemos à esquerda o edifício expositor, e à direita, o edifício em exposição.

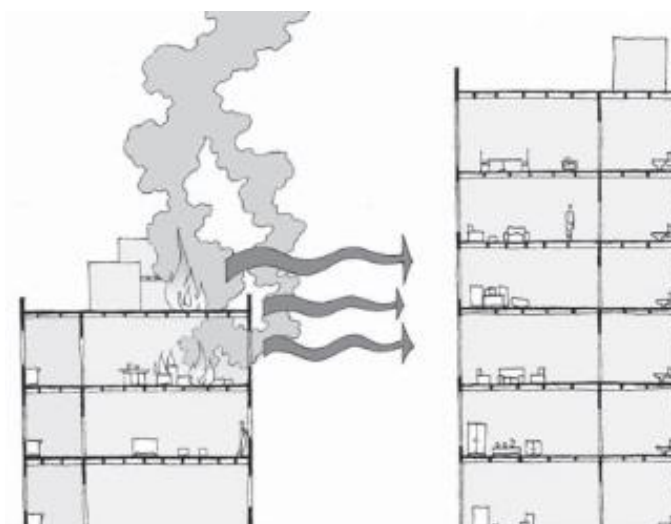


Figura 3: Transmissão de calor e afastamento seguro entre edificações
Fonte: Silva, Vargas e Ono (2010). p. 24.

A Instrução Técnica 07/2018 do CBMRN, traz a indicação dos parâmetros de distância de segurança entre as edificações. A norma apresenta a seguinte expressão como fórmula geral para o dimensionamento:

$$D = \alpha \times (\textit{largura ou altura}) \times \beta \quad (\text{Equação 1 – distância de segurança})$$

Onde:

D = distância de separação em metros;

α = coeficiente obtido da tabela A-1, em função da relação (largura/altura ou altura/largura), da porcentagem de aberturas e da classificação de severidade;

β = coeficiente de segurança que assume os valores de 1,5 m (β_1) ou de 3 m (β_2), conforme a existência de Corpo de Bombeiros no município.

Além da influência da existência de corpo de bombeiros ou não na cidade, para o distanciamento entre edificações, existem ainda alguns fatores redutores de distância de separação, que dizem respeito da existência de paredes corta-fogo entre as edificações, proteção das aberturas de fachada ou cortina d'água por inundação, entre outros fatores.

2.2.1.3 Controle de materiais de revestimento e acabamento

Os materiais utilizados nos acabamentos e revestimentos internos são de extrema importância para a segurança contra incêndio, pois dependendo de sua composição, podem contribuir, em maior ou menor grau, na evolução do fogo (SILVA et al, 2010). Aquino (2015) apud Mitidieri (2008) e Brentano (2007) afirmam que para retardar o crescimento do incêndio é preponderante que os materiais a serem empregados em pisos, paredes (e divisórias), tetos (e forros) e coberturas sejam preferencialmente incombustíveis.

Materiais altamente combustíveis, como espumas, plásticos, tecidos e madeira, criam uma superfície continua para a propagação de chamas, que podem gerar um rápido incêndio, bem como grandes quantidades de fumaça, que desorientam os ocupantes, bem como gases e outros produtos tóxicos, que podem causar a morte (BRENTANO, 2007).

2.2.1.4 Resistência ao fogo dos elementos construtivos

Esta medida, busca uma maior segurança para os elementos de compartimentação que integram os edifícios para que em situação de incêndio seja evitado o colapso estrutural. A NBR 14432:2000, a qual trata das exigências de resistência ao fogo dos elementos construtivos de edificações, afirma que tais elementos devem atender os requisitos de estanqueidade e isolamento por um tempo suficiente para possibilitar:

- a) A fuga dos ocupantes da edificação em condição de segurança;
- b) A segurança das operações de combate ao incêndio;
- c) A minimização de danos a edificações adjacentes e a infraestrutura pública.

Sabe-se que, basicamente, todos os materiais de construção são vulneráveis à ação do fogo. Embora cada material tenha um comportamento diferente sob a ação de temperaturas elevadas, todos os materiais sofrem grandes alterações em situações de incêndio, inclusive os materiais não combustíveis, e, portanto, a proteção dos elementos construtivos, através de meios que possam retardar a ação do calor sobre eles, se constitui um importante aspecto da proteção passiva contra incêndio (AQUINO, 2015).

2.2.1.5 Saídas de emergência

As saídas de emergência compreendem uma importante medida de proteção passiva. A Norma Brasileira ABNT NBR 9077/2001 ao tratar das saídas de emergências em edificações, fixou as condições exigíveis que os locais devem possuir a fim de que a população possa tanto abandonar o ambiente, em caso de incêndio, completamente protegida em sua integridade física, quanto para permitir o fácil acesso de auxílio externo para o combate ao fogo e a retirada da população.

De acordo com Silva et al (2010) para atender aos requisitos de fuga segura e de facilitação do acesso para o combate externo, o projeto de saída de emergência necessita ter alguns aspectos fundamentais, que são:

- a) Um número mínimo de saídas, calculado em função do tipo de ocupação, da altura e das características construtivas;

- b) Observar as distâncias máximas a percorrer até uma saída segura;
- c) Observar as condições das rotas de fugas verticais (escadas de segurança) e das rotas horizontais (corredores e passagens);
- d) Alocar corretamente localização das saídas e das escadas de segurança;
- e) Projetar as descargas das escadas de segurança e saídas finais, para que levem, de preferência, os usuários diretamente ao exterior em pavimento de via pública.

Atualmente, podemos considerar a IT nº 11/2018 do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio Grande do Norte como uma das principais normas para referência quanto as saídas de emergência, haja vista que seu conteúdo basicamente traz a essência da NBR 9077/2001 de uma forma mais atualizada, apresentando diversos parâmetros e detalhes acerca do cálculo das unidades de passagens, distâncias máximas a percorrer, dimensões referentes às saídas, corredores e escadas, assim como outros aspectos técnicos referentes ao tema.

2.2.1.6 Controle de fumaça

A Instrução técnica nº 15/2018 do CBMRN normatiza que as edificações devem ser dotadas de meios de controle de fumaça que promovam a extração (mecânica ou natural) dos gases e da fumaça do local de origem do incêndio, controlando a entrada de ar (ventilação) e prevenindo a migração de fumaça e gases quentes para as áreas adjacentes não sinistradas (RIO GRANDE DO NORTE, 2018).

Aquino (2015) afirma que a fumaça é uma mistura de gases, vapores e partículas sólidas finamente divididas. O autor informa que sua composição química é altamente complexa, assim como o mecanismo de formação, e que esta é o produto da combustão que mais afeta as pessoas por ocasião do abandono da edificação, provocando efeitos como: a irritação dos olhos, lacrimejamento, tosse e sufocação; impede a visibilidade das rotas de fuga; provoca pânico tanto por ocupar grande volume do ambiente, quanto pelos efeitos fisiológico que causa; e ainda pode provocar a morte por asfixia ou intoxicação.

Os meios para se controlar a propagação de fumaça dentro de um edifício são diversos. De acordo com Silva, Vargas e Ono (2010) os principais métodos de controle que podem ser usados de forma combinada, são:

- a) As abas de contenção, posicionadas nos tetos e forros;
- b) A exaustão natural ou mecânica, que objetiva retirar a fumaça do interior do prédio com captação junto ou rente ao teto;
- c) A pressurização.

Na figura 4, retirada da IT nº 15/2018-CBMRN, é possível verificar um dos métodos de controle de fumaça através do diferencial de pressão entre os ambientes.



Figura 4: Controle de fumaça através do diferencial de pressão
Fonte: IT 15/2018-CBMRN. p. 3.

2.2.1.7 Sinalização de emergência

De acordo com a Instrução Técnica nº 20/2018 do CBMRN, a sinalização de emergência tem como finalidade reduzir o risco de ocorrência de incêndio, alertando para os riscos existentes e garantir que sejam adotadas ações adequadas à situação de risco, que orientem as ações de combate e facilitem a localização dos equipamentos e das rotas de saída para abandono seguro da edificação em caso de incêndio. A figura 5 apresenta um exemplo de sinalização instalada em local com obstáculos.

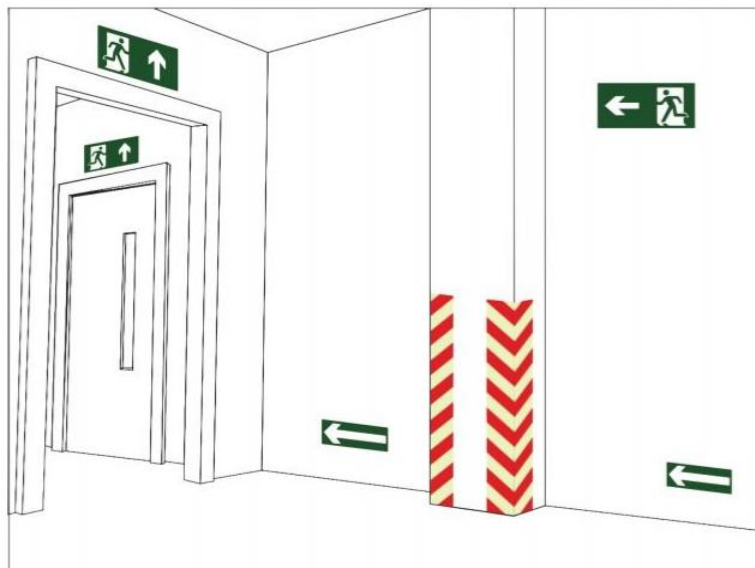


Figura 5: Sinalização de emergência em local com obstáculo

Fonte: IT 20/2018-CBMRN. p. 31.

A Norma Regulamentadora ABNT NBR 13434 é responsável pela padronização das formas, dimensões e cores da sinalização de segurança contra incêndio e pânico utilizada nas edificações. Além dela, a Instrução Técnica nº 20/2018 do CBMRN também trouxe os requisitos técnicos para aplicação nas edificações.

Silva, Vargas e Ono (2010) apresentam a divisão de 4 categorias, das funções da sinalização de emergência. São elas:

- a) A sinalização de alerta (para áreas e matérias de risco);
- b) A sinalização de proibição;
- c) A sinalização de condições de orientação e salvamento (indica rotas de saídas e ações necessárias para seu acesso); e
- d) A sinalização dos equipamentos de combate a incêndio (indicando tipo e localização).

É importante destacar também a obrigatoriedade da sinalização fotoluminescente apresentada pela IT nº 20/2018 em vários pontos da norma, principalmente quando trata-se das sinalizações básicas de emergência destinadas à orientação e salvamento, alarme de incêndio e equipamentos de combate a incêndio. Além disso, as sinalizações complementares de indicação continuada das rotas de saída e de indicação de obstáculos, também devem possuir efeito fotoluminescente.

2.2.1.8 Acesso aos veículos de emergência

Considerando que as edificações necessitam se adaptar da melhor forma ao combate a incêndio, é extremamente importante que os projetos arquitetônicos atendam as dimensões mínimas exigidas para possibilitar o acesso dos veículos de emergência aos prédios. Pois, as condições necessárias para aproximação e operação dos veículos e equipamentos de emergência são imprescindíveis ao sucesso nas operações de combate ao incêndio (AQUINO, 2015). A figura 6 apresenta um exemplo de fachada com as larguras e alturas mínimas do portão de acesso à edificação.

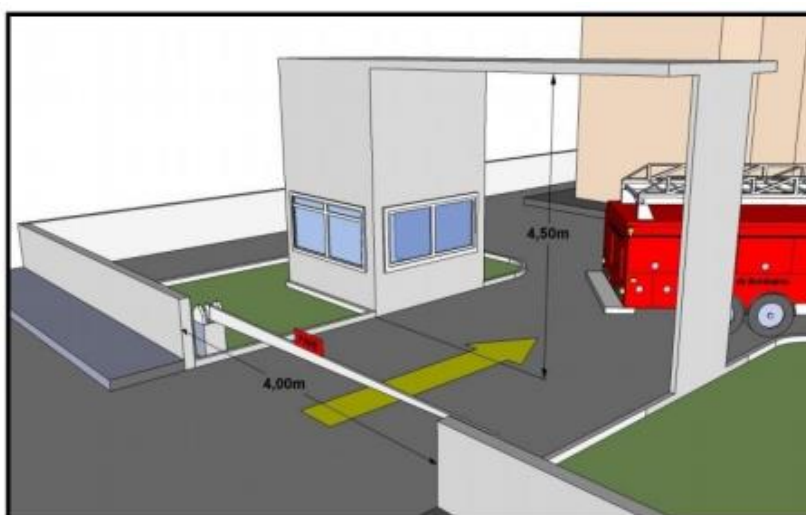


Figura 6: Dimensões de fachada para acesso de viatura na edificação
Fonte: IT 06/2018-CBMRN. p. 4.

2.2.2 Proteção ativa

Após a apresentação das proteções passivas, serão apresentados nesse tópico os principais tipos de proteção ativa nas edificações, que são: detecção e alarme de incêndio, iluminação de emergência, extintores de incêndio, chuveiros automáticos, hidrantes e mangotinhos e elevador de emergência.

2.2.2.1 Detecção e alarme de incêndio

De acordo com Seito et al (2008) a proposta conceitual do sistema de detecção e alarme de incêndio (SDAI) é detectar o fogo em seu estágio inicial, a fim de possibilitar o abandono rápido e seguro dos ocupantes do edifício e iniciar as ações de combate ao fogo, evitando assim a perda de vidas, do patrimônio e também evitar contaminação do meio ambiente.

O sistema de detecção e alarme de incêndio é constituído por um conjunto de sensores, acionadores e avisadores, estrategicamente instalados, tendo por objetivo alertar os usuários da edificação sobre a ocorrência de um princípio de incêndio, ou ainda acionar automaticamente outros sistemas de proteção contra incêndio (AQUINO, 2015).

A detecção e o alarme podem ser automáticos ou manuais; já que em muitos casos, de acordo com Silva et al (2010), o próprio homem atua como detector eficaz do incêndio, dando o alarme antes do sistema automatizado. Porém, na grande maioria das situações, o homem não é figura presente ou pode não estar atento às alterações no ambiente a todo instante.

2.2.2.2 Iluminação de emergência

Quando o incêndio ocorre em um edifício, a dificuldade da visibilidade em corredores, escadas e passagens pode significar a diferença entre uma evacuação ordenada e o caos, a diferença entre a vida e a morte. O sistema de iluminação de emergência complementa a viabilidade da saída dos ocupantes do edifício e, portanto, não pode ser concebido isoladamente dos demais sistemas de segurança da edificação (SEITO et al, 2008). Dessa forma, este tipo de proteção permite uma saída fácil e segura da população do edifício no caso de um incêndio, podendo basicamente ser de dois tipos, de acordo com Silva et al (2010): de balizamento ou de aclaramento.

No sistema de balizamento, a iluminação está associada à sinalização de indicação das rotas de fuga, permitindo a orientação aos usuários no sentido e na direção, em caso de emergência (figura 7).



Figura 7: Iluminação de emergência – sistema de balizamento.
Fonte: Seito et al, 2008. p. 217.

No tipo aclaramento, a iluminação destina-se a iluminar o ambiente de permanência e as rotas de fuga, possibilitando aos ocupantes uma evacuação segura (figura 8). Este tipo pode substituir parcialmente a iluminação artificial normal, que pode falhar ou ser desligada em caso de incêndio (SILVA et al, 2010).



Figura 8: Iluminação de emergência – sistema de aclaramento.
Fonte: Seito et al, 2008. p. 217.

Sabemos que em casos de incêndios uma das primeiras atitudes é a interrupção do fornecimento de energia, e por isso este sistema necessita ser provido de fonte própria de alimentação. Os tipos de sistemas mais comuns são: os de blocos autônomos, o sistema centralizado com baterias e o sistema centralizado com grupo moto gerador. A Norma Brasileira ABNT NBR 10898:2013 – Sistema de Iluminação de Emergência, fornece as características mínimas exigíveis para as funções a que se destina o sistema de iluminação de emergência a ser instalado em edificações, ou em outras áreas fechadas sem iluminação natural (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

Além da NBR 10898:2013, na esfera Estadual, a Instrução Técnica nº 18/2018 – Iluminação de emergência, também apresenta alguns parâmetros para este tipo de proteção. Entre eles, devemos destacar o item 5.4.3 que exige que a tensão das luminárias de aclaramento e balizamento para iluminação de emergência em áreas com carga de incêndio deve ser de, no máximo, de 30 Volts. Este dispositivo, confirma a necessidade da alimentação do sistema por uma fonte própria, adequada para a tensão exigida, não permitindo que o sistema seja ligado na própria rede elétrica que fornece cerca 110/220v (RIO GRANDE DO NORTE, 2018).

Porém, para as instalações existentes e na impossibilidade de reduzir a tensão de alimentação das luminárias, a norma permite que seja utilizado um interruptor diferencial de 30 mA, com disjuntor termomagnético de 10 A (RIO GRANDE DO NORTE, 2018).

2.2.2.3 Extintores de incêndio

Os extintores de incêndio são equipamentos de acionamento manual, portáteis ou sobre rodas, constituídos de um recipiente metálico que contém um agente extintor, capaz de interromper a reação de combustão quando direcionado sobre o fogo (BRENTANO, 2007 e AQUINO, 2015). A principal função dos extintores é combater o foco de um incêndio. Silva et al (2010) reforça que para que isso possa acontecer, é necessário que a operação do equipamento seja simples (qualquer usuário do edifício pode acioná-lo) e de preparação rápida (é necessário que o usuário não perca muito tempo preparando-o para o uso).

Para facilitar o combate por meio dos extintores os incêndios são divididos em classes de acordo com as suas características. Atualmente temos 5 classes de incêndio, onde para cada tipo, existe um agente extintor recomendado para o combate. Na figura 9 podemos ver a representação de cada classe e logo abaixo podemos ver os principais aspectos de cada uma dessas classes:

- a) Classe A: correspondem a fogos em materiais combustíveis sólidos comuns que queimam em superfície e profundidade, deixando resíduos (cinzas). Como exemplos temos: tecidos, madeiras, papéis, borrachas, entre outros.
- b) Classe B: os incêndios classe B correspondem aos fogos em líquidos e gases inflamáveis ou combustíveis sólidos que se liquefazem por ação do calor, queimando somente em superfície, podendo ou não deixar resíduos. Como exemplos temos: gasolina, diesel e querosene.
- c) Classe C: na classe C temos os incêndios em equipamentos e instalações elétricas e energizadas, o qual a extinção exige um agente não condutor.
- d) Classe D: correspondem aos incêndios em metais combustíveis. Por exemplo: alumínio, potássio, sódio, entre outros.

- e) Classe K: classificação mais recente, corresponde aos incêndios em óleos animais, vegetais e gorduras utilizadas em restaurante e cozinhas comerciais e industriais, entre outras.



Figura 9: Classes de fogos e suas representações.
Fonte: <http://equitecextintores.com.br/classes-de-incencios/>

Para que se tenha um combate a incêndio eficiente, quando tratamos de extintores devemos levar em consideração diversos aspectos. O mais conhecido corresponde ao agente extintor e a classe de fogo (demostrada no quadro 2). Porém, além do agente extintor temos ainda a observância do alcance do jato extintor, a duração da descarga ou tempo efetivo de descarga, a forma de descarga, que pode ser do tipo jato concentrado ou jato em forma de névoa e a operacionalidade do extintor.

Classes de fogo	Agente extintor					
	Água	Espuma mecânica	CO ₂	Pó BC	Pó ABC	Halogenados
A	A	A	NR	NR	A	A
B	P	A	A	A	A	A
C	P	P	A	A	A	A
D	Usar pós químicos especiais					
K						
Legenda: (A) – Apropriado; (NR) – Não Recomendado; (P) - Proibido						

Quadro 2: Relação dos agentes extintores com as classes de fogo.
Fonte: adaptado de Aquino, 2015 apud Manual da segurança contra incêndio (2013).

2.2.2.4 Chuveiros automáticos

Com a finalidade de conter os prejuízos materiais causados a uma área restrita, o sistema de chuveiros automáticos tem como objetivo detectar e combater o incêndio em seu início (SILVA et al 2010).

É um sistema fixo de combate a incêndio e caracteriza-se por entrar em operação automaticamente, quando ativado por um foco de incêndio, liberando água em uma densidade adequada ao risco do local que visa proteger e de forma rápida para extingui-lo ou controlá-lo (SEITO et al, 2008).

A sequência de funcionamento dos chuveiros automáticos, ou *sprinkler*, como também são conhecidos, pode ser visualizada na figura 10, onde ocorre o disparo a partir da elevação de calor na faixa de acionamento do elemento termo sensível.



Figura 10: Sequência de funcionamento dos chuveiros automáticos
Fonte: Aquino, 2015. p. 44.

A Norma Brasileira NBR 10897 – Proteção Contra Incêndio por Chuveiros, baseada na NFPA 13 – Fire protection - Automatic sprinkler systems - Installation – Procedure estabelece o dimensionamento do sistema de chuveiros automáticos para edificações em geral, porém, não incluindo área de armazenamento. Já a NBR 13792 – Proteção Contra Incêndio por Sistema de Chuveiros Automáticos para Áreas de Armazenamento em Geral – trata especificamente das áreas de armazenamento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).

Assim como nas Normas Brasileiras NBR 10897 e 13729, as Instruções Técnicas do CBMRN, dividem-se em duas ao tratar dos chuveiros automáticos: a IT nº 23 – Sistemas de chuveiro automáticos e a IT nº 24 – Sistemas de chuveiro automáticos para áreas de depósito (RIO GRANDE DO NORTE, 2018).

A Instrução Técnica nº 23 busca adequar o texto da norma NBR 10.897/07 para aplicação na análise e vistoria de projetos/processos submetidos ao Corpo de Bombeiros. Além disso, traz uma sequência com 15 passos básicos para realizar os cálculos hidráulicos de chuveiros automáticos. Já a IT nº 24, estabeleceu parâmetros técnicos para implementação do sistema de chuveiros automáticos para áreas de depósito e apresentou diversos detalhes e procedimentos de dimensionamento, trazendo inúmeros requisitos referentes aos chuveiros automáticos nestas áreas, como distâncias entre carregamentos, distâncias do teto e altura de armazenamento entre outros (RIO GRANDE DO NORTE, 2018).

2.2.2.5 Hidrantes e mangotinhos

O sistema de proteção por hidrantes ou mangotinhos são sistemas hidráulicos acionados sob comando, capazes de aplicar jatos de água sobre o foco de incêndio, promovendo o resfriamento a fim de extingui-lo ou controlá-lo, preferencialmente em seu estágio inicial (SEITO, 2008).

É um sistema que permite que seus usuários iniciem o combate ao incêndio antes da chegada do corpo de bombeiros. Aquino (2015) apud Brentano (2011), cita que o sistema de hidrantes e mangotinhos (representado na figura 11) é formado por uma rede de canalizações e caixas de incêndio dotadas de mangueiras e esguichos, abastecidos de água automaticamente com a simples abertura da válvula em qualquer ponto da instalação, pressurizados por gravidade ou por um sistema exclusivo de bombas de recalque, devidamente dimensionado para proporcionar a vazão e pressão de água compatível ao risco de incêndio.

A Norma Brasileira NBR 13.714 – Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio, além de tratar do dimensionamento desses sistemas, também estabelece as condições para instalação, manutenção, aceitação e manuseio, bem como as características dos componentes do sistema. Da mesma forma, no âmbito da legislação estadual, a Instrução Técnica nº 22 do CBMRN também fixa tais parâmetros (O GRANDE DO NORTE, 2018).

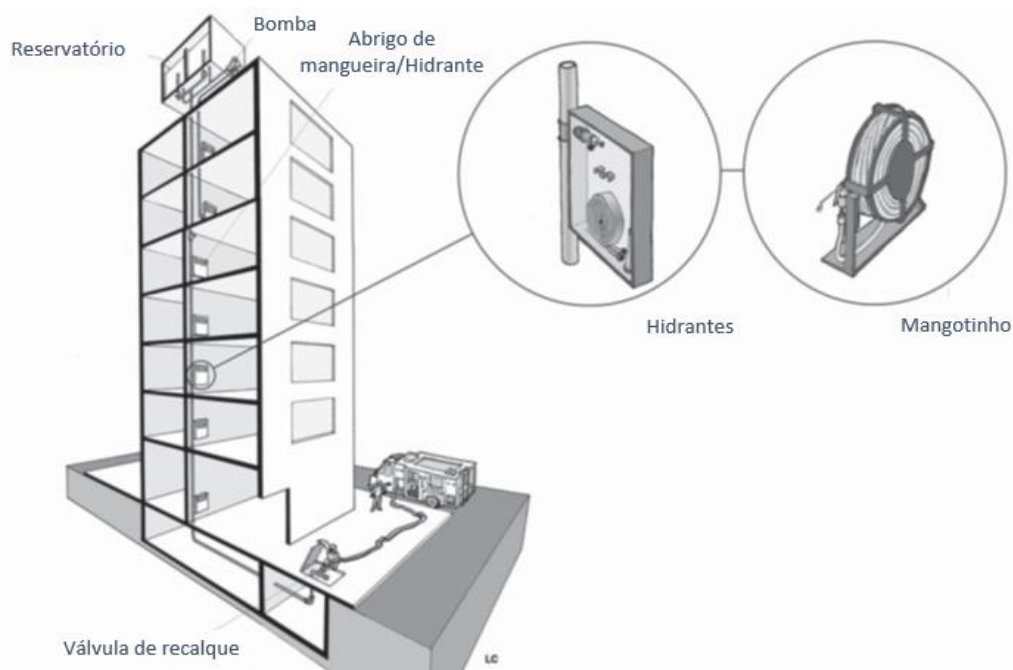


Figura 11: Sistema de hidrantes e mangotinhos.
Fonte: Silva et al, 2010. p. 28.

Nesta IT são apresentados diversos requisitos, tanto a respeito dos procedimentos, quanto ao projeto, dispositivos de recalque, abrigos e válvulas, além de requisitos específicos do dimensionamento e dos componentes de instalação como: esguichos, tubulação, reservatórios e mangueiras, entre outros (RIO GRANDE DO NORTE, 2018).

2.2.2.6 Elevador de emergência

Diferentemente do que muitos pensam, o elevador de segurança pode ser um excelente meio de escape para vítimas de incêndios em um edifício alto. As regras de segurança sempre orientaram a não utilização dos elevadores em casos de incêndios. Este pensamento continua correto, se considerarmos que em situações de incêndio a energia é cortada e o fosso do elevador passa a se comportar como uma chaminé carregando fumaça tóxica (AQUINO, 2018).

Porém, para os elevadores de segurança são estabelecidas diversas especificações que visam garantir a integridade da população em evacuação. A própria Norma Brasileira ABNT NBR 9077 estabelece a obrigatoriedade do Elevador de Emergência para edificações com mais de 20 pavimentos, como também para ocupações hospitalares (classificação H-1 e H-3), fixando condições para a sua instalação. Para exemplificar a medida apresentada neste capítulo, a figura 12

ilustrará a planta baixa de uma escada de emergência dotada de elevador de segurança.

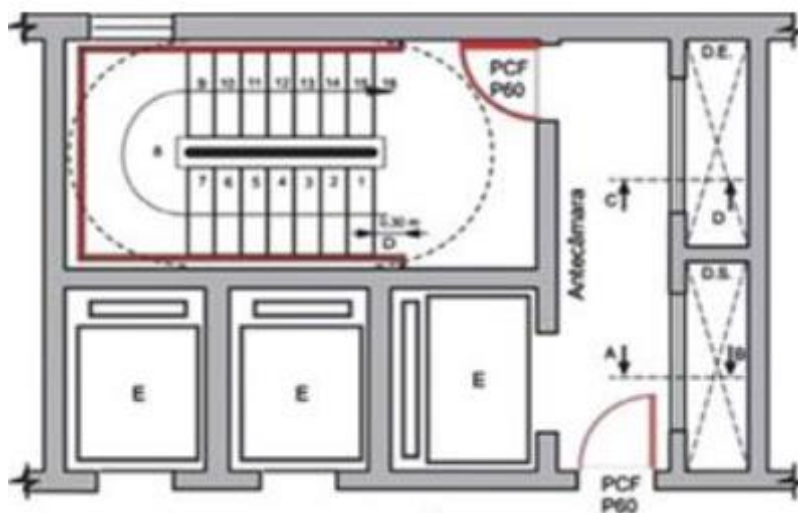


Figura 12: Escada de emergência com elevador de segurança.
Fonte: Aquino, 2015. p. 46.

2.2.3 Medidas de gerenciamento do risco de incêndio

Além das proteções passivas e ativas, outras medidas também contribuem para a proteção contra incêndios nas edificações e áreas de risco. Estas podem ser chamadas de medidas de gerenciamento de risco. Para Aquino (2015) essas atividades devem ser analisadas e apresentadas em forma de planejamento, visando o estabelecimento das ações em caso de emergência, antecipando os procedimentos a serem adotados pelo público interno e externo, bem como pela equipe de intervenção, denominada brigada de incêndio.

2.2.3.1 Brigada de Incêndio

Seito et al (2008), afirma que para que haja, em uma edificação segurança contra incêndio de forma eficiente, devemos observar três aspectos básicos: equipamentos instalados, manutenção adequada e pessoal treinado. Este último aspecto diz muito respeito a equipe de intervenção denominada brigada de incêndio, a qual é formada por pessoas voluntárias do público interno do estabelecimento (AQUINO, 2015).

A Instrução Técnica nº 17/2018 do CBMRN estabelece que a brigada atua na prevenção e no combate ao princípio de incêndio, abandono de área e primeiros socorros, visando, em caso de sinistro, proteger a vida e o patrimônio, reduzir os

danos ao meio ambiente, até a chegada do socorro especializado, momento em que poderá atuar no apoio (RIO GRANDE DO NORTE, 2018).

A equipe deve ser dimensionada e treinada de acordo com o estabelecido em norma, podendo haver várias brigadas e diferentes níveis de treinamento. Além disso, é importante que a brigada seja liderada por alguém que tenha desenvoltura para ações de comando e espírito de liderança. Na composição da brigada, além da figura do líder de brigada, por setor, há o coordenador geral de todas as brigadas incêndios, o qual possui um papel ainda mais importante (RIO GRANDE DO NORTE, 2018).

2.2.4 Demais medidas de proteção

Além das formas de proteção já apresentadas nesse capítulo, outras medidas podem compor a segurança dos estabelecimentos e áreas de risco. Entre essas, temos, por exemplo as apresentadas por Aquino (2015):

- a) Os sistemas de resfriamento, que objetivam proteger tanques de combustíveis líquidos e gasosos;
- b) Os sistemas de aplicação de espumas, que combatem largamente os incêndios em líquidos inflamáveis, atuando principalmente pelo abafamento; e
- c) Os sistemas fixos de aplicação de gases limpos, utilizados nas situações em que o uso de agentes extintores, como a água, pode causar danos adicionais aos objetos ou gerar risco ao pessoal no uso do agente extintor convencional;

CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1 Delineamento da Pesquisa

Trata-se, de acordo com Selltiz (1965) e Gil (1999) apud Oliveira (2011), de um estudo de caso de abordagem quantitativa e qualitativa, caráter exploratório/descritivo, que se utilizando da aplicação das normas técnicas contra incêndio do Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte e normas ABNT no Complexo de Laboratórios II do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), busca elaborar um plano de ação e adequar o estabelecimento pesquisado às exigências básicas de segurança. Tal trabalho foi desenvolvido em três etapas: pesquisa bibliográfica, coleta de dados e análise destes juntamente com a elaboração das propostas.

3.1.1 Pesquisa Bibliográfica

Num primeiro momento foi realizado um levantamento e análise de artigos, livros, monografias, teses e Instruções Técnicas, Normas Brasileiras e Leis Estaduais que abordassem a temática de segurança contra incêndio. Em seguida, as bibliografias foram selecionadas de forma objetiva, com o intuito de aprofundar aos conhecimentos e subsidiar a análise do cenário do Instituto de Química e a elaboração do plano de ação. Dentre as normas selecionadas as que desprenderam as maiores contribuições foram as Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado do Rio Grande do Norte.

3.1.2 Coleta dos dados

Os processos de segurança contra incêndio a serem aplicados no local escolhido para desenvolvimento do trabalho foram parametrizados em consonância com as normas recém divulgadas do Corpo de Bombeiros do Estado do Rio Grande do Norte. Ao todo o Governo do Estado publicou 44 Instruções Técnicas, as quais abordam diversos temas acerca da proteção e combate a incêndio.

Para balizar a atuação proposta no prédio 2 do Instituto e Química, foram utilizadas parte das Instruções Técnicas citadas. Inicialmente, a edificação precisou ser classificada quanto seu tipo e características e para isso utilizou-se a IT 01/2018, que discorre sobre os procedimentos administrativos. Além da IT 01/2014 foi utilizada

a IT 14/2018 para classificação do risco de incêndio, uma vez que a mesma trata das cargas de incêndios nas edificações, de acordo com o tipo de atividade desenvolvida.

Após essa classificação inicial, foi feita a consulta na IT 43/2018, a qual trata dos procedimentos de segurança contra incêndio para edificações existentes, e então foi possível identificar quais medidas de proteção são exigidas para o tipo de edificação estudada, e, com isso, saber quais Instruções técnicas deveriam ser consultadas.

Desse modo, a coleta dos dados foi desenvolvida por meio da análise das plantas e documentos do IQ, a verificação *in loco* do espaço físico com registros fotográficos e a realização de entrevistas. Inicialmente foi criada uma lista de verificação com base na IT 43/2018, para viabilizar a verificação do cumprimento das definições do projeto de combate a incêndio e identificação de possíveis atualizações no projeto arquitetônico. O registro das respostas foi feito mediante marcação no quadro com as seguintes opções: sim, não e não se aplica. Os projetos de arquitetura e de instalações de prevenção e combate a incêndios utilizadas neste trabalho foram fornecidos pela Diretoria de Projetos da Superintendência de Infraestrutura (SIN).

Foram realizadas entrevistas abertas com professores, técnicos de laboratório e alunos do IQ com o intuito de obter informações acerca de aspectos físicos e funcionais específicos de cada laboratório, os meios de combate a incêndios existentes e o conhecimento das pessoas acerca deles, e o quantitativo da população que frequenta os laboratórios. Também foram realizadas análise de documentos, como o plano quadrienal e o regimento interno para avaliação e cálculo do quantitativo de laboratórios e pessoas que frequentam tais locais.

3.1.3 Análise dos dados e elaboração das propostas

Na etapa de análise dos dados foram realizadas consultas às normas, especialmente as Instruções Técnicas do CBMRN, com o intuito de cruzar as diretrizes normativas com os dados coletados a fim de se obter um diagnóstico situacional do prédio onde o trabalho está sendo desenvolvido. Dessa forma, foram então feitas análises quanto aos extintores de incêndio, iluminação de emergência, sinalização de emergência, alarme de incêndio, instalações elétricas, em conformidade com as normas técnicas, brigada de incêndio, hidrantes e saídas de emergências, pois estes itens constavam como obrigatórios nas exigências básicas da IT 43/2018 do CBMRN.

Após essa primeira análise foram feitas propostas de melhoria e adequações quanto aos tópicos avaliados, utilizando-se para isso, visitas ao local, análise da planta arquitetônica, elaboração de medidas com software Autocad®, além de outros materiais de apoio, foram consultadas as Instruções Técnicas, principalmente:

- a) Nº 04/2018 – Símbolos gráficos para projetos de Segurança contra incêndio;
- b) Nº 11/2018 – Saídas de emergência
- c) Nº 17/2018 – Brigada de incêndio
- d) Nº 18/2018 – Iluminação de emergência
- e) Nº 19/2018 – Sistema de detecção e alarme de incêndio
- f) Nº 20/2018 – Sinalização de emergência
- g) Nº 21/2018 – Sistema de proteção por extintores de incêndio
- h) Nº 22/2018 – Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio

CAPÍTULO 4 - DESCRIÇÃO DO CAMPO E APRESENTAÇÃO DOS DADOS

4.1 Descrição do local de aplicação

4.1.1 Universidade Federal do Rio Grande do Norte

A UFRN é uma autarquia do Governo Federal, criada em 1958, formada inicialmente pela federalização de algumas faculdades e escolas de nível superior já existentes em Natal, como a faculdade de Farmácia e Odontologia, a faculdade de Direito e Medicina, entre outras. De acordo com o Relatório de Gestão (2017) da UFRN, a universidade atualmente conta com cerca de 102 cursos presenciais de nível superior e 10 cursos a distância; 240 cursos de pós-graduação, sendo 86 programas de mestrado, 41 de doutorado, 68 cursos de especialização e 45 programas de residência médica e multiprofissional (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE, 2017).

Ao longo de sua existência a universidade passou por diversas mudanças e hoje caracteriza-se, em seus vários níveis hierárquicos, pela estrutura colegiada, própria da gestão pública universitária. Sua estrutura organizacional é composta pelos Colegiados Superiores (Conselho Universitário – CONSUNI; Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão – CONSEPE; Conselho de Administração – CONSAD; Conselho de Curadores – CONCURA) e pela Administração Superior, formada pela Reitoria, Pró-Reitorias, Centros Acadêmicos, Unidades Acadêmicas Especializadas, Unidades Suplementares e Hospitais Universitários. Entre as unidades acadêmicas especializadas temos o Instituto de Química (IQ).

4.1.2 Instituto de Química

Criado em 1968 o Instituto de Química contava com apenas 2 laboratórios de ensino e 10 funcionários para atender aos poucos cursos que existiam naquela época. Acompanhando o crescimento da Universidade, o IQ também se desenvolveu ao longo dos seus 50 anos de existência e hoje é responsável pela formação básica, profissional e avançada dos estudantes das Licenciaturas presencial e a distância em Química, do Bacharelado em Química e em Química do Petróleo, e do programa de pós-graduação em Química - mestrado e doutorado – (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE, 2017).

Em sua estrutura organizacional essa unidade conta com o Conselho do Instituto de Química (CONIQ), órgão máximo da estrutura, com a Direção, a Coordenação dos cursos, as Áreas de Conhecimento e o Núcleo de Química Geral, conforme a figura 13, apresentada abaixo:

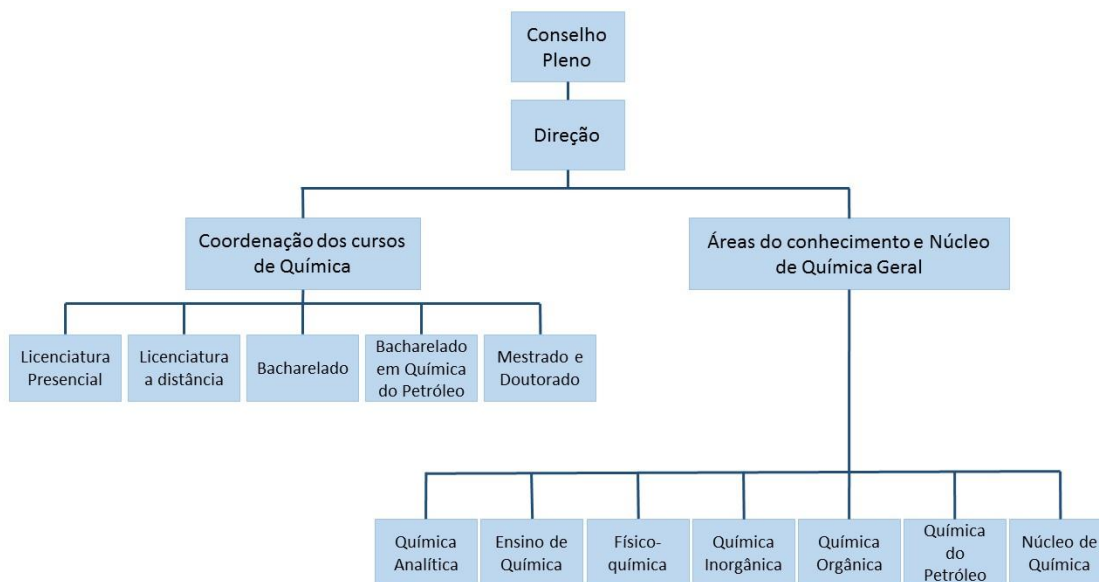


Figura 13: Estrutura organizacional do Instituto de Química.
Fonte: Plano quadrienal do Instituto de Química (2017-2021).

Com relação a infraestrutura física, hoje o IQ é constituído por 5 prédios, que somados correspondem a aproximadamente 8.400 m² de área. São eles: os Conjuntos I, II e III de Laboratórios de Química, o Laboratório de Pesquisa em Petróleo (LAPET) e o Laboratório de Cimentos (LABCIM). Podemos ter uma melhor dimensão através da observação do quadro 3 apresentado pelo Plano Quadrienal do Instituto de Química (Quadriênio 2017-2021) a qual mostra a relação de laboratórios existente no complexo do IQ.



Figura 14: Laboratórios de ensino do IQ UFRN.
Fonte: Plano quadrienal do Instituto de Química.

Prédios	Bloco/Piso	Laboratórios
Conjunto I	A	Laboratório Didático I de Química Geral
		Laboratório Didático II de Química Geral
		Laboratório Didático III de Química Geral
		Laboratório Oficina de Hialotecnica
	B	Laboratório Didático de Química Analítica
		Laboratório Didático I de Química Orgânica
Laboratório Didático II de Química Orgânica		
Conjunto II	A	Laboratório de Tensoativos
		Laboratório de Pesquisa em Química Orgânica
		Laboratório de Pesquisa I de Química Analítica
		Laboratório de Preparações da Central Analítica
		Laboratório Didático de Métodos Eletroanalíticos
		Laboratório Didático de Métodos Espectroanalíticos
		Laboratório I de Espectroscopia da Central Analítica
		Laboratório de Pesquisa III de Química Analítica (Alimentos)
		Laboratório de Métodos Termoanalíticos da Central Analítica
		Laboratório de Cromatografia da Central Analítica
		Laboratório de Análise de Combustíveis e Lubrificantes
		B
	Laboratório de Pesquisa II de Química Inorgânica	
	Laboratório de Cimentos e Meio Ambiente	
	Laboratório de Peneiras Moleculares	
	C	Laboratório de Pesquisa sobre Membranas e Colóides
		Laboratório de Pesquisa de Físico-Química
		Laboratório de Química Teórica
	D	Laboratório de Pesquisa em Eletroquímica e Corrosão
		Laboratório de Pesquisa II de Química Inorgânica
Laboratório de Cerâmicas Avançadas		
Laboratório de Pesquisa em Química Orgânica Aplicada		
Conjunto III	1	Laboratório Didático I de Química do petróleo (Downstream)
		Laboratório Didático II de Química do petróleo (Aplicações)
		Laboratório Didático III de Química do petróleo (Upstream)
		Laboratório Didático de Química Inorgânica
		Laboratório de Pesquisa III de Química Orgânica
	2	Laboratório Didático de Físico-Química
		Laboratório II de Ensino de Química
		Laboratório Didático III de Química Orgânica
		Laboratório de Pesquisa III de Química Inorgânica
		Laboratório de Pesquisa II de Físico-Química
		Laboratório de Pesquisa de Química Analítica
	3	Laboratório de Informática (Aplicações)
		Laboratório de Informática (Multiusuários estudantes)
		Laboratório de Espectroscopia de absorção atômica
		Laboratório de Espectroscopia de Ressonância Nuclear Magnética
Central Analítica I	Único	Laboratório de Espectroscopia de UV-Vis, IV e Raman
		Laboratório de Incrustação
		Laboratório de Fluidos de Perfuração, Completação e Estimulação
LAPET	2	Laboratório de Polímeros
		Laboratório de Caracterização Morfológica
Laboratório de Cimentos	1 e 2	Laboratório de Ensaios Mecânicos
		Laboratório de Ensaios de Migração de Gás em poços de Petróleo
		Laboratório de Ensaios de Migração de Gás em poços de Petróleo

Quadro 3: Relação dos laboratórios do IQ.
Fonte: Plano quadrienal do Instituto de Química.

Com relação ao quadro de pessoas (quadro 4), o Instituto de Química, conta com professores, técnicos administrativos, alunos de graduação e de pós-graduação. O Plano Quadrienal apresentou os números mais recentes desses quantitativos:

Especificação	Quantidade de Alunos Ativos	Quantidade de Servidores
Docentes	-	54
Técnicos administrativos	-	21
Química Licenciatura	226	-
Química Bacharelado	141	-
Química do Petróleo	121	-
Mestrado	51	-
Doutorado	81	-
Total	620	75

Quadro 4: Quadro de pessoal do IQ.
Fonte: Plano quadrienal do Instituto de Química.

Tendo em vista a grande quantidade de pessoas que ocupam diariamente os prédios do Instituto de Química e os riscos inerentes a sua atividade, é fundamental destacar mais uma vez a importância de se ter um sistema de combate a incêndio capaz de evitar e/ou minimizar os efeitos de alguma situação emergencial que venham a ocorrer.

O conjunto de laboratórios II, também chamado de Prédio 2 do Instituto de Química, foi definido como local de aplicação desse estudo. Este, é o maior prédio do complexo de laboratórios, com cerca de 3.845 m², e o que oferece maior risco. Portanto, será o principal objeto de estudo deste trabalho.

4.2 Classificação do estabelecimento

A classificação do estabelecimento foi realizada de acordo com a descrição na metodologia, utilizando as novas Instruções Técnicas do CBMRN para referenciar a aplicação desse estudo.

O primeiro passo consistiu na utilização da IT 01/2018 para classificação quanto a ocupação, à altura e a carga de incêndio. Para isso foram utilizadas as tabelas do anexo único desta mesma IT. Com relação à ocupação, o prédio enquadra-se no Grupo D, Serviços profissionais, e na divisão D-4, a qual abrange os laboratórios de modo geral (tabela 01).

Grupo	Ocupação/Usos	Divisão	Descrição	Exemplos
A	Residencial	A-1	Habitação unifamiliar	Casas térreas ou assobradadas (isoladas e não isoladas) e condomínios horizontais
		A-2	Habitação multifamiliar	Edifícios de apartamento em geral
		A-3	Habitação coletiva	Pensionatos, internatos, alojamentos, mosteiros, conventos, residências geriátricas. Capacidade máxima de 16 leitos
B	Serviço de Hospedagem	B-1	Hotel e assemelhado	Hotéis, motéis, pensões, hospedarias, pousadas, albergues, casas de cômodos, divisão A-3 com mais de 16 leitos
		B-2	Hotel residencial	Hotéis e assemelhados com cozinha própria nos apartamentos (incluem-se <i>apart-hotéis</i> , <i>flats</i> , hotéis residenciais)
C	Comercial	C-1	Comércio com baixa carga de incêndio	Artigos de metal, louças, artigos hospitalares e outros
		C-2	Comércio com média e alta carga de incêndio	Edifícios de lojas de departamentos, magazines, armarinhos, galerias comerciais, supermercados em geral, mercados e outros
		C-3	<i>Shopping centers</i>	Centro de compras em geral (<i>shopping centers</i>)
D	Serviço profissional	D-1	Local para prestação de serviço profissional ou condução de negócios	Escritórios administrativos ou técnicos, instituições financeiras (que não estejam incluídas em D-2), repartições públicas, cabeleireiros, centros profissionais e assemelhados
		D-2	Agência bancária	Agências bancárias e assemelhados
		D-3	Serviço de reparação (exceto os classificados em G-4)	Lavanderias, assistência técnica, reparação e manutenção de aparelhos eletrodomésticos, chaveiros, pintura de letreiros e outros
		D-4	Laboratório	Laboratórios de análises clínicas sem internação, laboratórios químicos, fotográficos e assemelhados

Tabela 1: Classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação.
Fonte: IT 01/2018, CBMRN. p. 5.

Já na classificação quanto a altura foi identificada que a edificação faz parte do tipo I, a qual corresponde as edificações térreas, com um único pavimento, que é o caso do complexo de laboratórios II (ver tabela 2).

Tipo	Denominação	Altura
I	Edificação Térrea	Um pavimento
II	Edificação Baixa	$H \leq 6,00$ m
III	Edificação de Baixa-Média Altura	$6,00 \text{ m} < H \leq 12,00$ m
IV	Edificação de Média Altura	$12,00 \text{ m} < H \leq 23,00$ m
V	Edificação Mediamente Alta	$23,00 \text{ m} < H \leq 30,00$ m
VI	Edificação Alta	Acima de 30,00 m

Tabela 2: Classificação das edificações quanto à altura.
Fonte: IT 01/2018, CBMRN. p. 8.

A partir disto foi necessário saber a carga de incêndio, e para isso foi consultada a IT 14/2018. Esta instrução está alinhada a IT 01 que fornece os dados da divisão para que se descubra a carga de incêndio. A norma apresenta três formas de obtenção da carga de incêndio, uma tabela com valores já definidos, de acordo com a ocupação (método probabilístico), uma tabela considerando a altura de armazenamento para determinados materiais e um método para o levantamento da carga de incêndio específica.

Tendo conhecimento que o prédio estudado possui uma classificação D-4 foi possível buscar na tabela 3 a carga de incêndio para laboratórios químicos, a qual corresponde a 500 MJ/m². Porém, devido ao Instituto de Química 2 possuir um laboratório específico para análise de combustíveis (Laboratório de Análise de Combustíveis e Lubrificantes – LCL), os quais ficam armazenados e oferecem maior risco por serem materiais inflamáveis, foi utilizado o método para levantamento com bases nos anexos da IT 14/2018 a fim de verificar qual carga se apresentava maior, visando adotar como proteção de segurança a medida mais adequada.

Ocupação/Use	Descrição	Divisão	Carga de incêndio (qfi) em MJ/m ²
Serviços profissionais, pessoais e técnicos	Agências bancárias	D-2	300
	Agências de correios	D-1	400
	Centrais telefônicas	D-1	200
	Cabeleireiros	D-1	200
	Copiadora	D-1	400
	Encadernadoras	D-1	1000
	Escritórios	D-1	700
	Estúdios de rádio ou de televisão ou de fotografia	D-1	300
	Laboratórios químicos	D-4	500
	Laboratórios (outros)	D-4	300
	Lavanderias	D-3	300
	Oficinas elétricas	D-3	600
	Oficinas hidráulicas ou mecânicas	D-3	200
	Pinturas	D-3	500
Processamentos de dados	D-1	400	

Tabela 3: Carga de incêndio específica por ocupação.
Fonte: IT 14/2018, CBMRN. p.4.

O laboratório citado (LCL) analisa basicamente os combustíveis Diesel, Gasolina e Etanol, os quais, conforme a tabela 4, possuem os valores de potencial calorífico específicos: 43, 47 e 26 MJ/Kg, respectivamente. Seguindo o item 5 – Procedimentos e o anexo C, ambos da IT 14, e após entrevista com o coordenador do laboratório onde foi possível levantar as capacidades máximas de armazenamento, foi realizado o cálculo da carga de incêndio.

Tipo de material	Hi (MJ/kg)	Tipo de material	Hi (MJ/kg)	Tipo de material	Hi (MJ/kg)
Acetileno	50	Dietilcetona	34	Metano	50
Acetileno dissolvido	17	Dietileter	37	Metanol	19
Acetona	30	Epóxi	34	Monóxido de carbono	10
Acrílico	28	Etano	47	Nafta	42
Açúcar	17	Etanol	26	N-Butano	45
Amido	17	Eteno	50	Nitrocelulose	8,4
Algodão	18	Éter amílico	42	N-Octano	44
Álcool alílico	34	Éter etílico	34	N-Pentano	45
Álcool amílico	42	Etileno	50	Óleo de linhaça	37
Álcool etílico	25	Etino	48	Óleo vegetal	42
Álcool metílico	21	Enxofre	8,4	Palha	16
Benzeno	40	Farinha de trigo	17	Papel	17
Benzina	42	Hexaptano	46	Parafina	46
Celulose	16	Fenol	34	Petróleo	41
Biodiesel	39	Fibra sintética 6,6	29	Plástico	31
Borracha espuma	37	Fósforo	25	Poliacrilonitríco	30
Borracha em tiras	32	Gás natural	26	Policarbonato	29
Butano	46	Gasolina	47	Poliéster	31
Cacau em pó	17	Glicerina	17	Poliestireno	39
Café	17	Gordura e óleo vegetal	42	Polietileno	44
Cafeína	21	Grãos	17	Polimetilmetacrílico	24
Cálcio	4	Graxa, lubrificante	41	Polioximetileno	15
Carbono	34	Heptano	46	Poliuretano	23
Carvão	36	Hexametileno	46	Polivinilclorido	16
Celulose	16	Hexano	46	Propano	46
Cereais	17	Hidreto de sódio	9	PVC	17
C-Heptano	46	Hidrogênio	143	Resina de fenol	25
C-Pentano	46	Hidreto de magnésio	17	Resina de uréia	21
C-Propano	50	Látex	44	Resina melamínica	18
C-Hexano	46	Lã	23	Seda	19
Chocolate	25	Leite em pó	17	Sisal	17
Chá	17	Linho	17	Tabaco	17
Cloreto de polivinil	21	Linóleo	2	Tolueno	42
Couro	19	Lixo de cozinha	18	Turfa	34
Creosoto/fenol	37	Madeira	19	Ureia (ver também resina de ureia)	9
D-glucose	15	Magnésio	25	Viscose	17
Diesel	43	Manteiga	37		
Dietilamina	42	Polipropileno	43		

Nota: valores de materiais não listados nesta tabela poderão ser apresentados pelo projetista, desde que citada a fonte bibliográfica.

Tabela 4: Valores de referência – potencial calorífico.
Fonte: IT 14/2018, CBMRN. p. 13.

O levantamento da carga de incêndio específica é determinado através da equação 2:

$$q_{fi} = \frac{\sum M_i H_i}{A_f} \quad (\text{Equação 2 – cálculo da carga de incêndio específica})$$

Onde:

q_{fi} : valor da carga de incêndio específica, em MJ/m².

M_i : massa total de cada componente i do material combustível, em Kg.

H_i : potencial calorífico específico de cada componente do material combustível, em MJ/Kg.

A_f : Área do piso do compartimento.

Utilizando esta expressão e os dados coletados, apresentados nos quadros 5 e 6, foi possível calcular que o valor da carga de incêndio específica é de aproximadamente 269,5 MJ/m² para este laboratório. Dessa forma, utilizando o critério de considerar o maior valor de carga de incêndio como referência para que assim sejam adotadas medidas mais protetivas, foi estabelecido como carga de incêndio o valor de 500 MJ/m², proveniente da tabela 3.

Tipo do material existente na edificação		Massa total de cada Material	Potencial calorífico específico	Potencial calorífico por material
1	Diesel	133,6	43	5744,8
2	Gasolina	120,0	47	5640,0
3	Etanol	64,9	26	1687,4

Quadro 5: Potencial calorífico dos materiais.
Fonte: Elaboração própria

Total do Potencial calorífico	13072,2
Área do piso do pavimento	48,5
Carga de Incêndio específica	269,5

Quadro 6: Carga de incêndio específica.
Fonte: Elaboração própria.

Após a identificação da carga de incêndio retornamos para a consulta à IT 01/2018 onde é possível classificar a edificação como Risco Médio, uma vez que esta

categoria abrange edificações com cargas de incêndios entre 300 e 1200 MJ/m² (tabela 5).

Risco	Carga de Incêndio MJ/m ²
Baixo	até 300MJ/m ²
Médio	Entre 300 e 1.200MJ/m ²
Alto	Acima de 1.200MJ/m ²

Tabela 5: Classificação das edificações e áreas de risco quanto a carga de incêndio.
Fonte: IT 01/2018, CBMRN. p. 8.

Esta classificação prévia do estabelecimento é de elevada importância pois, a aplicação das demais normas, assim como níveis de exigências e tipos de proteção, além de outros fatores, dependem dessa categorização para serem aplicados. Portanto, após toda essa caracterização inicial chegamos ao seguinte resultado acerca do perfil do estabelecimento: o conjunto II de laboratórios é uma edificação térrea, apenas um pavimento, classificado quanto a sua ocupação na categoria D-4, com carga de incêndio de 500 MJ/m² e risco considerado médio.

4.3 Análise situacional do conjunto de laboratórios II

Conforme vêm sendo discutido desde o início deste trabalho, a avaliação quanto aos sistemas de proteção e combate a incêndio serão guiados pelas exigências básicas apresentadas na IT 43/2018. Sendo assim, para avaliação da situação atual do prédio em que o trabalho foi desenvolvido, foi elaborada uma lista de verificação, baseada no item 6.2 desta IT, para que fosse identificado em um primeiro momento, através da observação *in loco* e a realização de entrevistas, quais tipos de proteção já existiam no estabelecimento. A IT citada apresenta como exigências básicas:

- a. extintores de incêndio;
- b. iluminação de emergência;
- c. sinalização de emergência;
- d. alarme de incêndio;
- e. instalações elétricas em conformidade com as normas técnicas;
- f. brigada de incêndio ou profissional, quando exigido, conforme IT 17;

g. hidrantes;

h. saída de emergência;

i. selagem de shafts e dutos de instalações, para edificações com altura superior a 12 m;

j. controle de material de acabamento e revestimento para ocupações do grupo B, F3, F-5, F-6, F-7, F-11, H-2, H-3 e H-5.

O quadro 7 apresenta a lista de verificação criada para levantamento de dados. Para as proteções que existiam no estabelecimento, ainda que irregulares ou desativadas foi atribuída assertiva: “Sim”. Para as proteções que totalmente inexistem no ambiente foi adotada a assertiva “Não” e aos itens que a própria norma trouxe como exceção e já discriminou a sua não aplicação, a depender da classificação do prédio, foram atribuídas as assertivas: N/A (não se aplica). Dessa forma, após a inspeção a lista de verificação ficou preenchida da seguinte forma:

Lista de verificação				
Local de aplicação: Conjunto II de laboratórios do IQ				
Item	Tipo de proteção	Existe no estabelecimento?		
		Sim	Não	N/A
a	Extintores de incêndio	X		
b	Iluminação de emergência	X		
c	Sinalização de emergência	X		
d	Alarme de incêndio		X	
e	Instalações elétricas	X		
f	Brigada de incêndio		X	
g	Hidrantes	X		
h	Saída de emergência	X		
i	Selagem de shafts			X
j	Controle de material			X

Quadro 7: Lista de verificação – Instrumento utilizado.
Fonte: Elaboração própria.

Após conhecer as proteções existentes foi possível consultar as Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado do Rio Grande do Norte referentes a cada tipo de proteção, para que pudessem ser levantados alguns pontos para uma melhor avaliação quadro atual. As principais normas utilizadas foram:

- a) IT nº 11/2018 – Saídas de emergência
- b) IT nº 17/2018 – Brigada de incêndio
- c) IT nº 18/2018 – Iluminação de emergência
- d) IT nº 19/2018 – Sistema de detecção e alarme de incêndio
- e) IT nº 20/2018 – Sinalização de emergência
- f) IT nº 21/2018 – Sistema de proteção por extintores de incêndio
- g) IT nº 22/2018 – Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio

A consulta às normas acima foi necessária para que fossem levantados pontos que serviram para nortear a análise e identificar a realidade da proteção contra incêndio do IQ 2.

CAPÍTULO 5 - ANÁLISE DE DADOS E PROPOSIÇÕES

5.1 Análise dos resultados encontrados

Nesse capítulo serão feitas as considerações acerca da situação atual do estabelecimento, assim como as proposições de melhoria.

5.1.2 Extintores de incêndio

Quanto aos extintores, a análise foi direcionada para o atendimento a pontos como os que estão expostos no quadro 8 abaixo:

EXTINTORES DE INCÊNDIO	
Análise do ponto de vista	Avaliação
Da distância de caminhamento considerando a classificação do risco:	De acordo com disposição atual, diversos pontos da planta estão fora do recomendado na norma, ou seja, possuem distância de caminhamento superior à 20 metros.
Das cargas dos extintores atenderem o mínimo exigido na norma (capacidade extintora):	As capacidades extintoras estão de acordo com o mínimo exigido na norma.
Das condições dos lacres, da pressão e da validade das cargas:	Embora a maioria dos extintores estejam dentro da validade, foram encontrados alguns com carga vencida há 10 anos.
Do posicionamento em relação a distância da entrada principal (5 metros):	Nenhum dos extintores atende a este quesito.
Da sinalização:	Uma pequena parte dos extintores possuem sinalização, porém, os demais ou não estão identificados ou a sinalização está errada.
Da instalação (altura máxima para os fixados na parede e elevação do solo para os apoiados sobre o chão):	A localização da maioria dos extintores foi considerada inadequada e, predominantemente, os que estão apoiados sobre o piso estão sem a elevação mínima de 0,10m recomendada.

Quadro 8: Análise dos extintores de incêndio.
Fonte: Elaboração própria

Podemos observar nas figuras 15 e 16, exemplos de irregularidades, onde os extintores estão apoiados diretamente sobre o piso acabado e inseridos em locais inadequados de difícil visualização.



Figura 15: Localização de extintor – central analítica.
Fonte: Acervo do próprio autor.



Figura 16: Localização de extintor em laboratório.
Fonte: Acervo do próprio autor.

A exceção a estes desvios em relação aos extintores é no Laboratório de Análise de Combustíveis e Lubrificantes, o qual atendeu a todos os quesitos em relação aos extintores.

5.1.2 Iluminação de emergência

Com relação a iluminação de emergência alguns pontos foram observados para que pudesse ser feita a avaliação. Estes pontos estão apresentados no quadro 9 abaixo.

ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA	
Análise do ponto de vista	Avaliação
Da distribuição dos pontos de iluminação no estabelecimento:	Somente algumas salas possuem blocos autônomos de iluminação não tendo sido observado nenhuma iluminação nos corredores centrais do estabelecimento. Além disso, nas salas em que existem luminárias foi possível observar que a posição de instalação não atende a norma.
Do atendimento às distâncias máximas:	Como não há blocos de iluminação nos corredores, não há como verificar as distâncias máximas.
Do funcionamento e acionamento das luminárias:	Das luminárias existentes, parte delas não estão conectadas na energia, prejudicando, dessa maneira, o acionamento em caso de necessidade.

Quadro 9: Análise quanto a iluminação de emergência.
Fonte: Elaboração própria

A figura 17 mostra um exemplo de luminária fixada em local inadequado e desligada da tomada, logo, o aparelho não funcionará caso seja necessário.

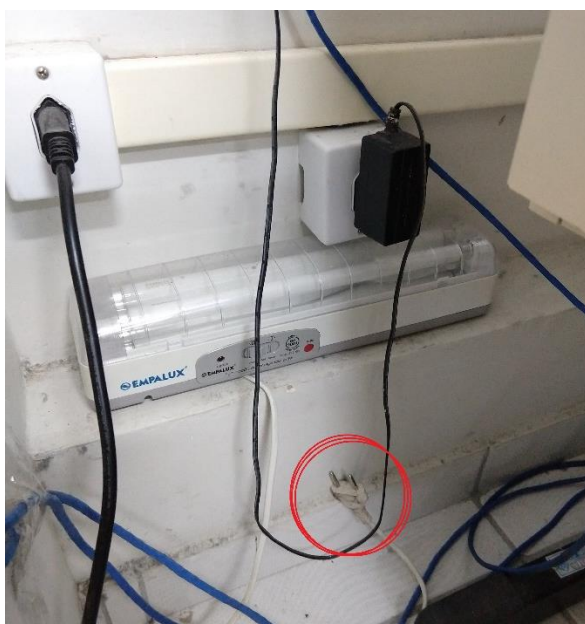


Figura 17: Iluminação de emergência desconectada.
Fonte: Acervo do próprio autor.

5.1.3 Sinalização de emergência

A avaliação referente a sinalização de emergência se deu por meio da avaliação da existência de cada tipo de sinalização, a qual mostrou-se quase inexistente. O quadro 10 apresenta o resultado da inspeção.

SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA	
Análise do ponto de vista	Avaliação
Da sinalização de proibição:	Não foi observado este tipo de sinalização.
Da sinalização de alerta:	Não foi observado este tipo de sinalização.
Da sinalização de orientação e salvamento:	Não foi observado este tipo de sinalização.
Da sinalização de equipamentos de combate a incêndios:	Foram detectadas algumas sinalizações em extintores. Porém, a maioria encontra-se não sinalizado e alguns estão com a sinalização incorreta.
Da sinalização completar:	Não foi observado este tipo de sinalização.

Quadro 10: Análise sinalização de emergência.
Fonte: Elaboração própria.

Como exemplo dos erros de sinalização encontrados, temos a figura 18 onde é possível notar que a placa indica um extintor de carga d'água, do tipo AP, porém, no suporte está fixado um extintor de carga de dióxido de carbono (CO₂).



Figura 18: Placa de sinalização incorreta para o extintor.
Fonte: Acervo do próprio autor.

5.1.4 Alarme de incêndio

Sobre os alarmes de incêndio a inspeção mostrou que o estabelecimento não possuía sistema de detecção e nem de alarme de incêndio. Dessa forma, não foi necessário criar tópicos para avaliar o sistema já que o mesmo não existe ainda.

ALARME DE INCÊNDIO	
Análise do ponto de vista	Avaliação
Das instalações dos alarmes de incêndio	Não existem alarmes de incêndio no estabelecimento.

Quadro 11: Análise alarme de incêndio
Fonte: Elaboração própria

5.1.5 Instalações elétricas

Para a avaliação das instalações elétricas foram entrevistados servidores e professores responsáveis por alguns laboratórios os quais passaram informações sobre as mudanças na infraestrutura do prédio e sobre as atualizações em partes do sistema elétrico. Além disso, foi verificado que todo sistema de aterramento foi revisado recentemente.

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	
Análise do ponto de vista	Avaliação
Das normas técnicas referentes à instalação elétrica:	O prédio teve o sistema elétrico revisado há cerca de 8 anos para se adequar à crescente demanda elétrica de ar-condicionado e equipamentos de análise química.

Quadro 12: Análise das instalações elétricas
Fonte: Elaboração própria

5.1.6 Brigada de incêndio

A inspeção verificou que o estabelecimento não possui brigada de incêndio, porém, existem 4 servidores técnicos de laboratórios que são membros da Comissão Interna de Saúde e Segurança (CIST) a qual possui um papel de atuação semelhante ao da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) que consta na CLT. Dessa forma, assim como no sistema de alarmes, não foi necessário criar tópicos para avaliar a brigada já que a mesma não existe.

BRIGADA DE INCÊNDIO	
Análise do ponto de vista	Avaliação
Da atuação da brigada:	Não existe brigada de incêndio no estabelecimento.

Quadro 13: Análise da brigada de incêndio
Fonte: Elaboração própria

5.1.7 Hidrantes e mangotinhos

O prédio 2 do Instituto de Química, fundado em 1979, incluiu no seu projeto 2 hidrantes para atuarem no estabelecimento. Atualmente, após inúmeras ampliações e a falta de manutenção dos sistemas de hidrantes, a inspeção identificou que esse tipo de proteção está inadequada e, praticamente, sem condições de uso. O quadro 14 mostra os pontos levantados para avaliação do sistema de hidrantes do IQ 2.

HIDRANTES	
Análise do ponto de vista	Avaliação
Das condições de operação dos hidrantes:	O sistema de hidrantes encontra-se sem a devida manutenção.
Das condições das mangueiras e esguichos:	As mangueiras estão ressecadas e os esguichos não são reguláveis.
Das condições dos abrigos:	Os abrigos estão pintados na cor vermelha mas possuem difícil identificação por estarem localizados dentro de um armário sem a sinalização adequada.
Da desobstrução do acesso aos hidrantes:	Os armários impedem a correta identificação dos hidrantes e dificultam o manuseio pois existem diversos objetos junto aos abrigos dificultando o manuseio.
Do posicionamento quanto as entradas:	Não há nenhum hidrante próximo às entradas. Os dois hidrantes instalados estão localizados a mais de 5 metros dos acessos.
Do comprimento das mangueiras e atendimento a todos os pontos:	A localização atual dos hidrantes não permite que este critério seja atendido, deixando diversos pontos do estabelecimento sem a devida cobertura, se considerarmos mangueiras de 30 metros.
Da reserva técnica e da bomba de incêndio:	O reservatório de incêndio é elevado e conjugado com o reservatório que abastece o resto do estabelecimento. Todo abastecimento do sistema de incêndio é feito por ação da gravidade, não possuindo bomba de incêndio.

Quadro 14: Análise hidrantes
Fonte: Elaboração própria

A figura 19 mostra onde o abrigo de um dos hidrantes fica localizado, evidenciando a falta de sinalização que por muitas vezes passa despercebido que dentro deste armário há um elemento de combate a incêndio.



Figura 19: Abrigo de hidrante (fechado)
Fonte: Acervo do próprio autor.

Na figura 20 podemos perceber que além da falta de sinalização, a mangueira encontra-se fora do abrigo e não há esguicho disponível para o engate na mangueira.



Figura 20: Visualização interna do abrigo
Fonte: Acervo do próprio autor.

5.1.8 Saídas de emergência

Para avaliação das saídas de emergência do Conjunto II de laboratórios, foi verificada a IT 11/2018 a fim levantar, assim como nos tópicos anteriores, pontos para auxiliar na avaliação. No quadro 15 é possível verificar os pontos levantados e suas avaliações. Embora na inspeção inicial tenham sido identificadas saídas de emergência, não há nenhuma sinalização acerca de rotas de fuga ou de indicação das saídas de emergência.

SAÍDAS DE EMERGÊNCIA	
Análise do ponto de vista	Avaliação
Da desobstrução/obstáculos nos acessos:	Alguns corredores e acessos possuem objetos dificultando a passagem.
Da largura mínima das saídas/corredores/acessos:	Os corredores atendem a largura mínima exigida em norma.
Das larguras das portas de emergência	A somatória das unidades de passagem existentes na edificação atende a exigência.
Da sinalização e identificação das saídas de emergência:	Não há sinalização referente às saídas de emergência.
Da distância até as saídas:	Existe um ponto do estabelecimento em que a distância até a saída mais próxima encontra-se em valor superior ao recomendado na norma.

Quadro 15: Análise das saídas de emergência
Fonte: Elaboração própria

5.1.9 Selagem de shafts e controle de material

A selagem de shafts e o controle de materiais aparecem como exigências básicas, mas a própria IT 43 dispensa sua utilização, obrigando somente a aplicação de selagem para edificações com altura superior a 12 m e o controle de matérias somente para ocupações do grupo B, F3, F-5, F-6, F-7, F-11, H-2, H-3 e H-5. Por esses motivos não foram avaliados esses tópicos na inspeção.

A partir da caracterização do estabelecimento e da avaliação pós-inspeção das exigências básica listadas no item 6.2 da IT 43/2018, as quais foram apresentadas no tópico anterior, o desenvolvimento deste trabalho seguiu para a etapa de proposição medidas de adequação de forma que o prédio possa atender aos requisitos básicos de proteção contra incêndio.

Para alcançar esse objetivo, foram consultadas as Instruções Técnicas que disciplinam cada tipo de proteção, a fim de embasar a decisão e as sugestões proposta para cada tópico. Algumas medidas requerem maior planejamento e esforço de tempo e recursos por parte da direção para que possam ser implementadas, outras, constituem exigências mais fáceis de serem aplicadas, porém, todas mostram-se fundamentais para o favorecimento e fomento da segurança contra incêndio no complexo de laboratórios.

5.2 Atualização do projeto de proteção contra incêndio - propostas de melhoria

5.2.1 O novo projeto de proteção contra incêndio

Tendo em vista que as medidas de proteção contra incêndio do estabelecimento estudado foram dimensionadas há cerca de 40 anos e que a análise anteriormente apresentada evidenciou a necessidade de melhorias, a principal ação a ser adotada é a atualização do projeto de proteção contra incêndio.

Embora a atual legislação não obrigue as edificações com projetos aprovados anteriores à data de vigência da Portaria nº 13/2018 a atenderem a referida norma, para edificações com aprovação pelo Corpo de Bombeiros mas que necessitam realizar qualquer adaptação prevista pela Instrução Técnica IT 43/2018, é obrigatório pelo menos o cumprimento das exigências do item 6 desta IT.

Portanto, o projeto fruto deste trabalho deve ser submetido ao corpo de bombeiros para aprovação e regularização do estabelecimento. Para isso, propostas referentes ao item 6 da IT nº 43/2018 serão discutidas abaixo com intuito de compor um novo projeto de proteção contra incêndio adequado e atualizado para os riscos apresentados na edificação.

5.2.2 Proposta para os extintores de incêndio

Os sistemas de proteção referentes ao combate por meio de extintores de incêndio tiveram seus critérios estabelecidos na IT nº 21/2018. Esta Instrução, entre outras coisas, apresentou pontos sobre à carga extintora, instalação, sinalização e também sobre certificação, validade e garantia, entre outros critérios. O prédio 2 do

IQ possui atualmente 23 extintores de incêndios, classificados conforme o quadro 16 e distribuídos conforme a figura 21.

Tipo do Extintor	Kg	Qtd. Existente
CO2	6 Kg	1
CO2	4 Kg	5
CO2	6 Kg	11
AP	10 Kg	2
PQS	4 Kg	4
ABC	-	-
TOTAL		23

Quadro 16: Quantitativo de extintores – quadro atual
Fonte: Elaboração própria

Tomando como Base as diretrizes da IT 21/2018, a proposta de adequação dos extintores sugere que sejam dimensionados e distribuídos corretamente no prédio, de forma que a exigência acerca da distância máxima de caminhada, estabelecida na norma (tabela 6), possa ser cumprida. Esta distância, segundo a IT 21/2018, é de 20 metros entre extintores instalados em edificações classificadas com risco médio.

A. RISCO BAIXO	25 m
B. RISCO MÉDIO	20 m
C. RISCO ALTO	15 m

Tabela 6: Distância máxima de caminhada entre extintores
Fonte: IT 21/2018, CBMRN. p. 3.



Figura 21: Distribuição atual dos extintores
 Fonte: Elaboração própria

Dessa forma, além dos 23 extintores existentes, será necessário a aquisição de 11 novos extintores, sendo: 2 extintores com cargas CO₂, com capacidade extintora 5BC; 1 extintor com carga AP, capacidade extintora 2A; 3 extintores com carga PQS, capacidade extintora 20 BC e 5 extintores com carga ABC, capacidade extintora de 2A:20BC. A nova quantificação está apresentada no quadro 17. .

Tipo do Extintor	Kg	Qtd. Proposta
CO2 - 10 B	6 Kg	1
CO2 - 5 B:C	4 Kg	6
CO2 - 5 B:C	6 Kg	12
AP - 2A	10 Kg	3
PQS - 20 BC	4 Kg	7
ABC - 2A:20BC	6 Kg	5
TOTAL		34

Quadro 17: Quantitativo de extintores - proposta
Fonte: Elaboração própria

Além da distância de caminamento, deve ser observado também a distância de localização dos extintores em relação às entradas principais do prédio. O item 5.2.1.10.2 da IT 21/2018 estabelece a instalação, de ao menos um extintor, a não mais de 5 metros de distância da entrada principal da edificação e das escadas nos demais pavimentos. Dessa forma, tendo os novos quantitativos e observando as exigências da IT, a figura 22 apresenta uma sugestão de adequação da localização dos extintores no estabelecimento.

É importante também, além da adequação para o atendimento à norma, que os usuários saibam utilizar os equipamentos de proteção. Dessa forma, como parte da proposta de melhoria, devem ser ministrados treinamentos sobre a utilização dos equipamentos e do combate a incêndio. Esta ação pode ser alcançada através do treinamento da brigada de incêndio. Aliado a isso, deve ser implementado no cronograma de manutenção da unidade a inspeção periódica dos extintores de maneira que sejam observadas, principalmente, a pressão hidrostática, as condições dos extintores e a validade de suas respectivas cargas.

5.2.3 Proposta para Iluminação de emergência

Quanto à iluminação de emergência, a proposta levou em consideração as diretrizes estabelecidas na IT nº 18/2018. Foi considerado também o conteúdo da NBR 10898, a qual também trata de sistemas de iluminação de emergência.

Tendo em vista que este tipo de proteção é quase inexistente no IQ 2, foi proposta a instalação de um novo sistema que atendesse todo o estabelecimento, priorizando os laboratórios, os quais possuem diversos obstáculos em seu interior, os corredores de acessos e as rotas de saída de emergência. A iluminação deverá ser feita por meio blocos autônomos que atendam o mínimo de 3 lux para locais planos e 5 lux para desníveis, conforme é exigido na IT e na NBR. A distribuição das luminárias deverá atender também a recomendação de distância entre os pontos de iluminação, a qual é de 15 metros entre os pontos de iluminação e 7,5 metros entre o ponto de iluminação e a parede.

Sendo assim, foi proposto a instalação de 55 luminárias, as quais serão distribuídas conforme a tabela 7 e a figura 23. A atualização desse projeto requer também a atenção conjunta quanto à conformidade das instalações elétricas, além de exigir mudanças como o posicionamento e instalação de tomadas para a correta ligação das luminárias de emergência.



	Tipo de iluminação / bloco	Qtd	Autonomia	Características
	Aclaramento de salas e áreas internas	25	Superior a 3 horas	70/100 lúmens (Bloco de led)
	Aclaramento de corredores e rotas de fuga	10	Superior a 3 horas	500 lúmens (aprox.) (Leds de alta intensidade)
	Aclaramento de áreas próximas as saídas de emergências	3	Superior a 5 horas	1600 lúmens (aprox.) (Lâmpadas halogenadas ou leds de alta intensidade)
	De balizamento (Direção e Saída)	17	Superior a 3 horas	500 lúmens (aprox.) (Leds de alta intensidade)

Tabela 7: Divisão dos tipos de blocos/luminárias
Fonte: Elaboração própria

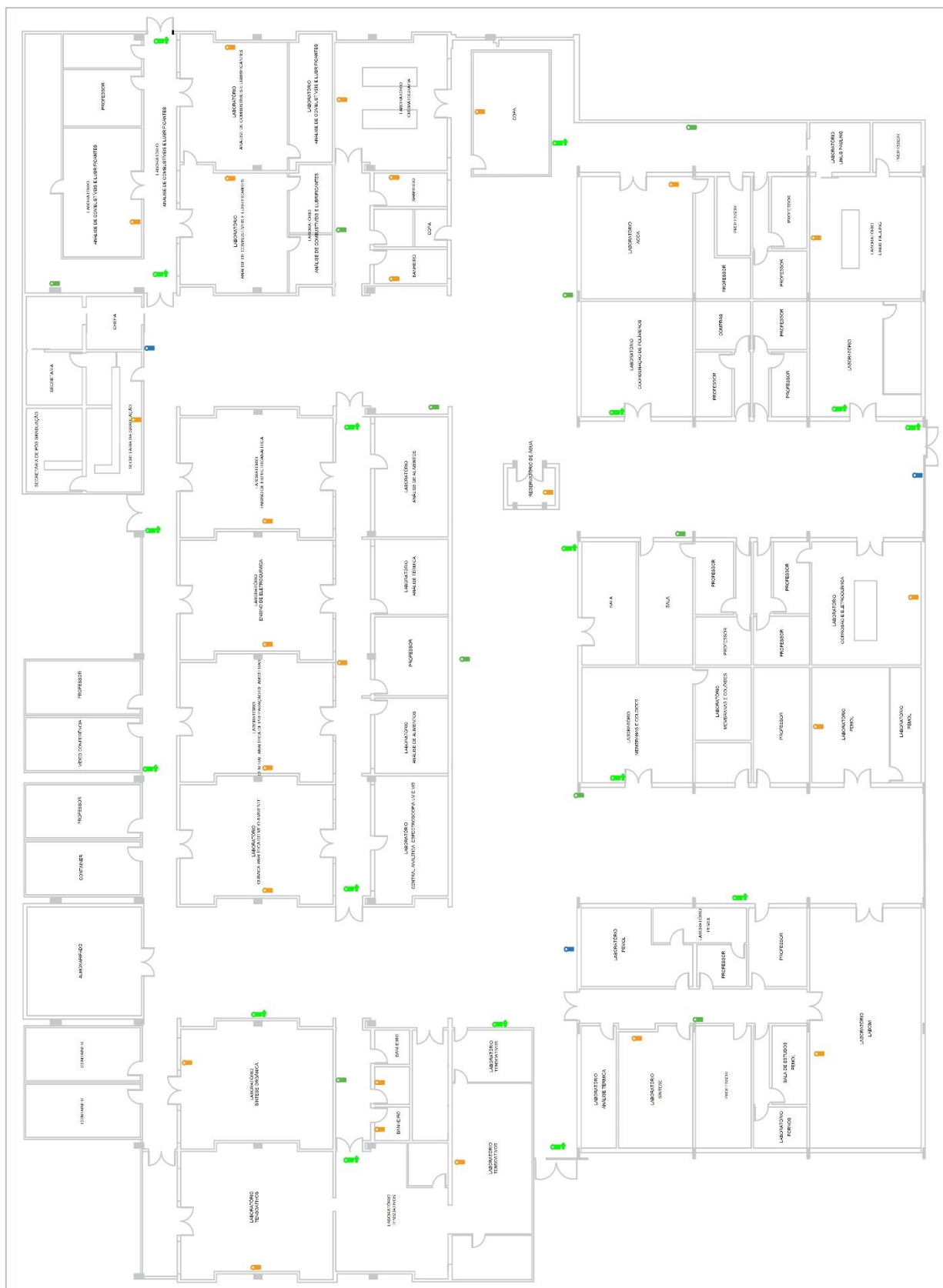


Figura 23: Proposta de distribuição das luminárias de emergência
 Fonte: Elaboração própria

5.2.4 Proposta quanto a sinalização de emergência

A IT 20/2018 do CBMRN trata da Sinalização de Emergência. Esta norma define como finalidade da sinalização: reduzir o risco de ocorrência de incêndio, alertando para os riscos existentes e a garantir que sejam adotadas ações adequadas à situação de risco. Basicamente, as sinalizações são de dois tipos: sinalização básica e complementar.

Na proposta utilizamos as sinalizações básicas de proibição, principalmente em relação a produção de chamas; a sinalização de alerta, fixada nos quadros de energia; as sinalizações de orientação e salvamento, indicando as rotas de fuga; e, também, a de equipamentos de combate a incêndios, como poderá ser observada planta apresentada no Apêndice A deste trabalho. Além dessa sinalização, a complementar deverá ser utilizada na indicação de obstáculos e riscos de utilização das rotas de saída e na demarcação de áreas.

5.2.5 Proposta quanto o alarme de incêndio

Acerca dos sistemas de detecção e alarme de incêndio, a IT 19/2018 traz a exigência de que todo sistema deva ter duas fontes de alimentação. Como fonte de alimentação principal foi escolhida a alimentação através da rede do sistema elétrico do prédio e como sistema auxiliar, a alimentação por nobreaks que possuam autonomia mínima de 24 horas em regime de supervisão e autonomia de, no mínimo, 15 minutos no regime de alarme.

A central de alarmes, do tipo convencional, deverá ser instaladas atrás da sala da diretoria, local onde atualmente fica a central de câmeras e já possui nobreaks em funcionamento. Os acionadores devem conter obrigatoriamente indicação de funcionamento na cor verde e alarme na cor vermelha. É importante também reforçar que os alarmes sonoros devem ser posicionados e distribuídos de forma que sejam audíveis em todos os ambientes da edificação e os acionadores manuais devem observar a distância máxima de 30 metros a ser percorrida, e, portanto, serão instalados junto aos hidrantes.

5.2.6 Proposta para Instalações elétricas

Boa parte do sistema elétrico foi revisado há cerca de 8 anos, quando o Instituto de Química implantou diversos aparelhos de ar-condicionado e realizou

algumas mudanças na instalação elétrica para que alguns equipamentos de análise pudessem entrar em funcionamento. Recentemente o laboratório de combustíveis e lubrificantes também revisou as instalações elétricas internas do laboratório.

Embora essas mudanças tenham ocorrido, há ainda alguns setores do prédio que devem ter suas instalações atualizadas conforme a NBR 5410/04, que trata das instalações elétricas de baixa tensão. A UFRN possui no setor de Infraestrutura, uma equipe para tratar das questões elétricas, porém, para intervenções de maior grau deve ser elaborado, juntamente com os engenheiros eletricitista, um projeto específico para o setor.

Sabendo da escassez de recursos e da impossibilidade de realização de que uma intervenção ocorra em todo o setor concomitantemente, este trabalho propõe como sugestão que a atualização siga a seguinte ordem de prioridade:

- a) Laboratório de tensoativos e síntese orgânica;
- b) Laboratórios de ensino e análise da central analítica;
- c) Laboratório de peneiras moleculares;
- d) Demais locais;

Além disso, outra mudança necessária, esta de forma mais célere, será a colocação dos pontos de tomadas de energia para instalação do sistema de iluminação de emergência, o qual foi descrito anteriormente no item 5.2.3.

5.2.7 Proposta para a brigada de incêndio

Com a relação a este quesito, de acordo com o que foi visto anteriormente, o estabelecimento não possui brigada de incêndio. Sendo assim, com o objetivo de capacitar pessoas que possam, em uma situação de emergência, agir em prol da segurança com maior preparo, será proposta a ideia de se implantar uma brigada de incêndio específica para o IQ. Esta ação será uma novidade dentro da instituição, tendo em vista que a UFRN não possui uma brigada de incêndio fixa, pois, a universidade apenas compõe “brigadas temporárias” mediante os eventos temporários de reunião de público, como por exemplo, a Mostra de Ciência, Tecnologia e Cultura – CIENTEC.

Para o dimensionamento da brigada será utilizada a tabela A.1 da Instrução Normativa 17/2018 do CBMRN, apresentada na tabela 8 a seguir. A tabela sugere a composição da brigada de acordo com a ocupação, o grau de risco e a população fixa do local. Para o Instituto de Química, foi feito um levantamento da quantidade de pessoas que permanecem no prédio durante se horário de funcionamento. Dessa forma, foi verificado que diariamente cerca de 115 pessoas permanecem no prédio.

Ao verificar a norma, a tabela nos remete a *nota 5* da IT 17/2018, a qual diz que: “quando a população fixa de um pavimento, compartimento ou setor for maior que 10 pessoas, será acrescido mais um brigadista para cada grupo de até 20 pessoas para risco baixo, mais um brigadista para cada grupo de até 15 pessoas para risco médio e mais um brigadista para cada grupo de até 10 pessoas para risco alto”, portanto, a composição da brigada será de 13 membros. Este resultado foi obtido através do cálculo abaixo:

- a) Para população até 10 pessoas = 6 brigadistas.
- b) Acima de 10 pessoas:
 - a. Sabemos que a $\text{População}_{\text{total}} = 115$;
 - b. E que a *nota 5* estabelece a adição de 1 brigadista a cada 15 pessoas após os 10 primeiros, logo,
 - c. $115 - 10 = 105$;
 - d. $105 \div 15 = 7$. Portanto, 7 brigadistas.
- c) Somando os dois valores, temos então:
 - a. $7+6 = 13$ brigadistas.

A tabela 8 apresenta ainda o nível de treinamento exigido para cada ocupação e grau de risco. Portanto, o nível de treinamento da brigada em questão será um treinamento intermediário a ser ministrado por profissional habilitado e com conteúdo também estabelecido nos anexos da Instrução Técnica. Por fim, para estabelecimentos com uma edificação e um pavimento, a IT 17/2018 indica que a brigada deve ser composta por um coordenador geral, um líder da brigada e os demais brigadistas.

Grupo	Divisão	Descrição	Exemplos	Grau de risco	População fixa por pavimento ou compartimento						Nível do treinamento (Anexo B)
					Até 2	Até 4	Até 6	Até 8	Até 10	Acima de 10	
D - Serviço profissional	D-1	Local para prestação de serviço profissional ou condução de negócios	Escritórios administrativos ou técnicos, instituições financeiras (que não estejam incluídas em D-2), centros profissionais etc.	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Básico
				Médio	1	2	3	4	4	(nota 5)	Intermediário
	D-2	Agência bancária	Agências bancárias e assemelhados	Baixo	1	2	3	4	4	(nota 5)	Básico
	D-3	Serviço de reparação (exceto os classificados em G4)	Lavanderias, assistência técnica, reparação e manutenção de aparelhos eletrodomésticos, chaveiros etc.	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Básico
				Médio	1	2	3	4	4	(nota 5)	Intermediário
	D-4	Laboratório	Laboratórios de análises clínicas sem internação, laboratórios químicos, fotográficos e assemelhados	Baixo	1	2	2	2	2	(nota 5)	Básico
				Médio	2	3	4	5	6	(nota 5)	Intermediário

Tabela 8: Composição mínima da brigada de incêndio por pavimento ou compartimento – Grupo D
Fonte: IT 17/2018, CBMRN. p. 9.

5.2.8 Proposta para os hidrantes

Atualmente, o prédio conta com duas tomadas de água, as quais estão desativadas por falta de manutenção. Além disso, vimos que a distribuição dos hidrantes não atende a distância de cobertura das mangueira que é exigida na IT. Logo, a proposta quanto à proteção por meio de hidrantes se utilizou das diretrizes presentes na IT 22/2018 para ser elaborada. Assim, buscou-se realizar a correta distribuição dos hidrantes além de definir outros aspectos técnicos desse projeto.

De acordo com a IT 22/2018, o dimensionamento do sistema deve seguir a tabela 3 da norma, apresentada na tabela 9 abaixo. Os parâmetros considerados para a escolha são: a classificação da ocupação quanto ao risco e a área da edificação. Dessa forma, podemos ver na tabela 9 que o Instituto de Química se enquadra no Tipo 3, o qual requer uma Reserva Técnica de Incêndio – RTI de 18m³. O reservatório que alimenta o consumo normal do prédio é do tipo elevado, com capacidade de 48 m³. A distribuição ocorre totalmente por ação da gravidade e a reserva possui capacidade suficiente para fazer a subdivisão da RTI. Porém, como serão instalados um total de 5 hidrantes e mais um registro de recalque, sugere-se, além da subdivisão do reservatório, a instalação de uma bomba de reforço, em sistema “by pass” para garantir as pressões e vazões mínimas.

Área das edificações e áreas de risco	CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO CONFORME TABELA 1 DO DECRETO ESTADUAL 56.819/11				
	A-2, A-3, C-1, D-1(até 300 MJ/m ²), D-2, D-3 (até 300 MJ/m ²), D-4 (até 300 MJ/m ²), E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6, F-1 (até 300 MJ/m ²), F-2, F-3, F-4, F-8, G-1, G-2, G-3, G-4, H1, H-2, H-3, H-5, H-6; I-1, J-1, J-2 e M-3	D-1 (acima de 300 MJ/m ²), D-3 (acima de 300 MJ/m ²), D-4 (acima de 300 MJ/m ²), B-1, B-2, C-2 (acima de 300 até 1000 MJ/m ²), C-3, F-1 (acima de 300 MJ/m ²), F-5, F-6, F-7, F-9, F-10, H-4, I-2 (acima de 300 até 800 MJ/m ²), J-2 e J-3 (acima de 300 até 800 MJ/m ²)	C-2 (acima de 1000 MJ/m ²), I-2 (acima de 800 MJ/m ²), J-3 (acima de 800 MJ/m ²), L-1, M-1, M-5	G-5, I-3, J-4, L-2 e L-3	
Até 2.500 m ²	Tipo 1 RTI 5 m ³	Tipo 2 RTI 8 m ³	Tipo 3 RTI 12 m ³	Tipo 4 RTI 28 m ³	Tipo 4 RTI 32 m ³
Acima de 2.500 m ² até 5.000 m ²	Tipo 1 RTI 8 m ³	Tipo 2 RTI 12 m ³	Tipo 3 RTI 18 m ³	Tipo 4 RTI 32 m ³	Tipo 4 RTI 48 m ³
Acima de 5.000 m ² até 10.000 m ²	Tipo 1 RTI 12 m ³	Tipo 2 RTI 18 m ³	Tipo 3 RTI 25 m ³	Tipo 4 RTI 48 m ³	Tipo 5 RTI 64 m ³
Acima de 10.000 m ² até 20.000 m ²	Tipo 1 RTI 18 m ³	Tipo 2 RTI 25 m ³	Tipo 3 RTI 35 m ³	Tipo 4 RTI 64 m ³	Tipo 5 RTI 96 m ³
Acima de 20.000 m ² até 50.000 m ²	Tipo 1 RTI 25 m ³	Tipo 2 RTI 35 m ³	Tipo 3 RTI 48 m ³	Tipo 4 RTI 96 m ³	Tipo 5 RTI 120 m ³
Acima de 50.000 m ²	Tipo 1 RTI 35 m ³	Tipo 2 RTI 48 m ³	Tipo 3 RTI 70 m ³	Tipo 4 RTI 120 m ³	Tipo 5 RTI 180 m ³

Tabela 9: Aplicabilidade dos tipos de sistemas e volume de reserva de incêndio mínima (m³)
Fonte: IT 22/2018, CBMRN. p. 12.

Com relação as vazões e pressões requeridas no sistema foi utilizada a tabela 2 da IT 22, apresentada na tabela 10 abaixo, onde, após definição do tipo de sistema empregado, pode-se verificar que, o sistema que está sendo projetado requer: esguichos reguláveis de DN40; mangueiras de incêndio de DN40 e 30 metros de comprimento, a qual será atendida por duas mangueiras de 15 metros; hidrantes com expedição simples, vazão mínima de 200L/min e pressão mínima de 40 mca, ambos na válvula do hidrante mais desfavorável.

Tipo	Esguicho regulável (DN)	Mangueiras de incêndio		Número de expedições	Vazão mínima na válvula do hidrante mais desfavorável (L/min)	Pressão mínima na válvula do hidrante mais desfavorável (mca)
		DN (mm)	Comprimento (m)			
1	25	25	30	simples	100	80
2	40	40	30	simples	150	30
3	40	40	30	simples	200	40
4	40	40	30	simples	300	65
	65	65	30	simples	300	30
5	65	65	30	duplo	600	60

Tabela 10: Tipos de sistemas de proteção por hidrante ou mangotinhos
Fonte: IT 22/2018, CBMRN. p. 11.

Para calcular as vazões e realizar o correto dimensionamento dos 5 hidrantes colocados no projeto (distribuídos conforme a figura 25), é necessário calcular as perdas de cargas no sistema. O método utilizado para realizar este cálculo hidráulico foi através da equação de Hazen-Williams, apresentada pela IT 22/2018:

$$h_f = J \times L_t \quad (\text{Equação 3 – Fórmula de Hazen-Williams})$$

$$J = 605 \times Q^{1.85} \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times 10^4$$

Onde:

hf: É a perda de carga, em metros de coluna d'água;

Lt: É o comprimento total, sendo a soma dos comprimentos da tubulação e dos comprimentos equivalentes das conexões;

J: É a perda de carga por atrito, em metros por metros;

Q: é a vazão, em litros por minuto;

C: É o fator de Hazen-Williams (de acordo com a tabela 11);

D: É o diâmetro interno do tubo em milímetros.

Tipo de tubo	Fator "C"
Ferro fundido ou dúctil sem revestimento interno	100
Aço preto (sistema de tubo seco)	100
Aço preto (sistema de tubo molhado)	120
Galvanizado	120
Plástico	150
Ferro fundido ou dúctil com revestimento interno de cimento	140
Cobre	150

Tabela 11: Fator "C" de Hazen-Williams
Fonte: IT 22/2018, CBMRN. p. 7.

O dimensionamento leva em consideração os parâmetros já descritos anteriormente, como a pressão e a vazão mínima. Inicialmente, devem ser identificados os hidrantes mais desfavoráveis, pois neles, estes elementos (pressão mínima e vazão) devem ser plenamente atendidos, considerando a utilização simultânea dos dois mais desfavoráveis. A figura 24 apresenta o esquema isométrico utilizado para auxiliar no cálculo das perdas de cargas.

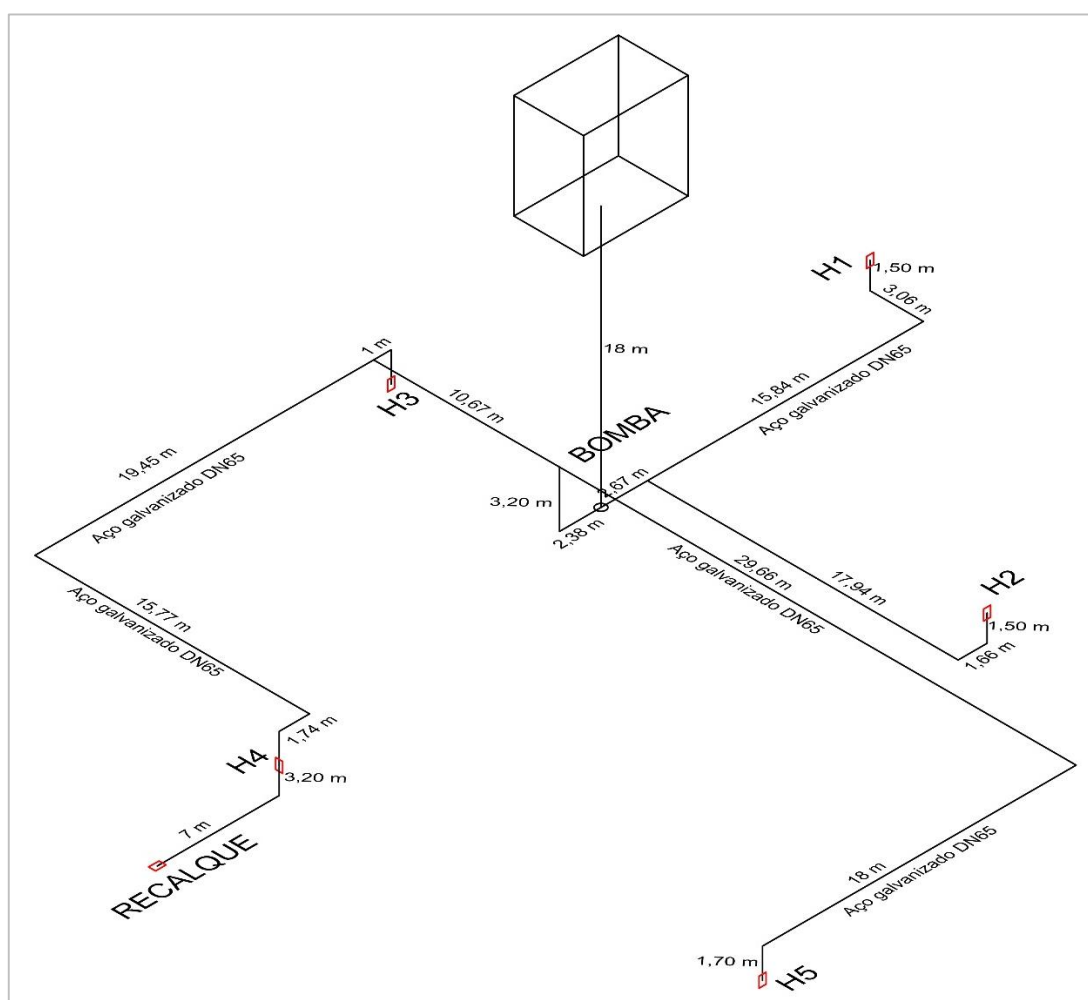


Figura 24: Esquema isométrico dos hidrantes
Fonte: Elaboração própria

Tendo identificado como mais desfavoráveis os hidrantes H4 e H5, foi utilizada a fórmula de Hazen-Williams para calcular a perda de carga e encontrar a altura manométrica necessária para o sistema. Após realizar os cálculos, (com a ajuda da tabela de perda de cargas localizadas) obteve-se o valor de 5,138 mca de perda total. Logo, sabendo que a norma exige uma pressão de 40 mca no hidrante mais

desfavorável, a altura manométrica total deve ser de 45,138 mca. Em seguida, foi calculado que a vazão necessária do sistema para garantir a exigência da norma é 400 L/min ou 24 m³/h.

Portanto, ao obter os valores de dimensionamento é possível consultar a tabela de seleção de bombas para escolher a bomba mais adequada. Dessa forma, considerando uma altura manométrica de 45,138 mca e uma vazão de 24 m³/h, identificou-se que a bomba a ser inserida no sistema é a KSB 32 -160, com diâmetro do rotor de 165 mm e potência do motor de 10 cv.

Em seguida, a tabela 12, também retirada da IT 22, estabelece os materiais exigidos para cada tipo de sistema, e, dessa forma, cada hidrante instalado no IQ deverá estar posicionado dentro dos abrigos, os quais devem ser fabricados em chapa metálica, conter duas mangueiras de incêndio de 15 metros, cada, chave para engate rápido e o esguicho regulável.

Materiais	Tipos de sistemas				
	1	2	3	4	5
Abrigo(s)	Opcional	Sim	Sim	Sim	Sim
Mangueira(s) de incêndio	Não	Tipo 1 (residencial) ou tipo 2 (demais ocupações)	Tipo 2, 3, 4 ou 5	Tipo 2, 3, 4 ou 5	Tipo 2, 3, 4 ou 5
Chaves para hidrantes, engate rápido	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Esguicho(s)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Mangueira semirrígida	Sim	Não	Não	Não	Não

Tabela 12: Componentes para cada hidrante
Fonte: IT 22/2018, CBMRN. p. 13.

5.2.9 Proposta para as saídas de emergência

Para elaboração da proposta sobre as saídas de emergência, foi observada as diretrizes presentes na IT 11/2018 do CBMRN. Nesta IT, são apresentados parâmetros como o cálculo das unidades de passagens, distância máxima a percorrer, largura dos corredores e normatização acerca dos acessos, escadas e saídas de pavimentos entre outras coisas. Para aplicação no Instituto de Química, utilizaremos somente a parte que nos interessa, já que o estabelecimento onde o estudo está se desenvolvendo é uma edificação térrea, com um único pavimento.

De acordo com a IT 11/2018 a fórmula utilizada calcular a largura das saídas de emergência é dado pela seguinte expressão:

$$N = \frac{P}{C} \quad (\text{Equação 4 – cálculo do número de unidade de passagem})$$

Onde:

N: Número de unidades de passagem, arredondado para número inteiro imediatamente superior;

P: População, conforme tabela 13;

C: Capacidade da unidade de passagem conforme tabela 13.

Ocupação ^(O)		População ^(A)	Capacidade da Unidade de Passagem (UP)		
Grupo	Divisão		Acessos/ Descargas	Escadas/ Rampas	Portas
A	A-1, A-2	Duas pessoas por dormitório ^(C)	60	45	100
	A-3	Duas pessoas por dormitório e uma pessoa por 4 m ² de área de alojamento ^(D)			
B		Uma pessoa por 15 m ² de área ^{(E) (G)}			
C		Uma pessoa por 5 m ² de área ^{(E) (J) (M)}			
D		Uma pessoa por 7 m ² de área ^(L)	100	75	100
E	E-1 a E-4	Uma pessoa por 1,50 m ² de área de sala de aula ^{(F) (N)}			
	E-5, E-6	Uma pessoa por 1,50 m ² de área de sala de aula ^{(F) (N)}	30	22	30

Tabela 13: Dados para o dimensionamento das saídas de emergência
Fonte: IT 11/2018, CBMRN. p. 21.

Para o prédio em questão, a população deve ser calculada considerando uma pessoa por 7 m² de área e capacidade da Unidade de Passagem (UP) deve ser

considerada 100 pessoas/UP/minuto. Para calcular a população devemos, primeiramente, dividir a área do local pelo valor da tabela 11, onde obteremos a seguinte expressão:

$$Popul. = \frac{\text{Área}}{\text{Valor tabela 11}} = \frac{3.845 \text{ m}^2}{7 \text{ m}^2} = 549,3 \text{ pessoas}$$

Em seguida, aplicando o valor encontrado na equação 4, temos:

$$N = \frac{P}{C} = \frac{549,3}{100} = 5,493$$

Arredondando o número para o primeiro número inteiro superior, temos que o Número de Unidade de Passagens é 6. A norma fixa 1 UP em 0,55 m. Portanto, multiplicando o valor encontrado pelo valor correspondente em UP (6 X 0,55), temos que a largura das saídas de emergência devem ser de no mínimo 3,3 metros.

Dessa forma, como as saídas 1, 2 e 3 possuem, respectivamente, 2,20m, 1,20m e 2,60m, e o somatório das medidas destas saídas é igual a 6 metros (maior que os 3,3 metros exigidos), não é necessário realizar mudanças na largura, nem limitar a quantidade de pessoas no prédio.

Além disso, utilizando-se do mesmo método, foi calculada a largura para os conjuntos de laboratórios que ficam dentro de blocos no interior prédio. Para todos estes o resultado foi de 1 UP e considerando que todos já possuem portas com dimensões superiores ao exigido, podemos afirmar que as rotas de fuga e saídas de emergência desses locais estão de acordo com a norma.

É necessário ainda realizar algumas mudanças para que as saídas de emergência se tornem mais seguras para o escoamento de pessoas. Portanto, propõe-se que:

- a) Os portões da saída 1 e 3 sejam substituídos por portões de duas folhas com abertura no sentido do fluxo de saída;
- b) As portas 6 e 7 sejam modificadas para que a abertura também ocorra no sentido do fluxo de saída;

- c) Os corredores que estão na rota de saída de emergência devem ser desobstruídos, pois ainda há em alguns locais cadeiras, mesas e armários que deixam em alguns trechos a largura inferior a 1,20m;

Outro ponto analisado foram as distâncias percorridas até as saídas de emergências, as quais estão demonstradas na tabela 14. Atualmente, existe um ponto que não atende a este quesito por ficar a mais de 50 metros de distância da saída mais próxima (aproximadamente, 58 metros). Esta questão pode ser solucionada através da implantação do detector de fumaça e alarme, já previsto nas propostas anteriores, pois, de acordo com a tabela 14, locais com mais de uma saída de emergência e que possuem detecção automática de fumaça aumentam a distância máxima a ser percorrida para 60 metros.

Grupo/ Divisão de Ocupação	Andar	Sem chuveiros automáticos				Com chuveiros automáticos			
		Saída única		Mais de uma saída		Saída única		Mais de uma saída	
		Sem detecção automática de fumaça (referência)	Com detecção automática de fumaça	Sem detecção automática de fumaça (referência)	Com detecção automática de fumaça	Sem detecção automática de fumaça (referência)	Com detecção automática de fumaça	Sem detecção automática de fumaça (referência)	Com detecção automática de fumaça
A e B	De saída da edificação (piso de descarga)	45 m	55 m	55 m	65 m	60 m	70 m	80 m	95 m
	Demais andares	40 m	45 m	50 m	60 m	55 m	65 m	75 m	90 m
C, D, E, F, G-3, G-4, G-5, H, L e M	De saída da edificação (piso de descarga)	40 m	45 m	50 m	60 m	55 m	65 m	75 m	90 m
	Demais andares	30 m	35 m	40 m	45 m	45 m	55 m	65 m	75 m

Tabela 14: Distâncias máximas a serem percorridas
Fonte: IT 11/2018, CBMRN. p. 23.

Com a implantação do detector de fumaça e alarme de incêndio, sugere-se que nas saídas número 4 e 8 sejam implementados um sistema de sincronia para que durante o acionamento do alarme, estas portas sejam destravadas automaticamente, já que o acesso a elas é feito por reconhecimento de digital ou senha, fato que pode dificultar a abandono do prédio em caso de necessidade.

Além disso, como forma de prevenção, sugere-se que seja implantada uma nova saída (portão nº 9) no laboratório de combustíveis e lubrificantes, com descarga para fora do prédio, já que este laboratório só tem um acesso, e possui um maior risco pelo fato de realizar análises em matérias altamente inflamáveis e combustíveis, por isso, é importante que exista uma maior atenção a este local.

CAPÍTULO 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou a partir da problemática identificada propor mudanças significativas na proteção contra incêndio do Instituto de Química da UFRN, utilizando para isso, principalmente, os parâmetros encontrados nas Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio Grande do Norte, publicadas recentemente. Os resultados atingidos correspondem aos esperados, tendo em vista que para cada exigência básica de combate a incêndio foram propostas medidas de melhoria, que colaborarão para tornar o ambiente de trabalho mais seguro e promoverão a SST na instituição.

Os objetivos secundários também foram contemplados, tendo em vista que foi possível realizar a análise da atual situação quanto ao combate a incêndios e foram criadas diretrizes norteadoras para o avanço da instituição na esfera da segurança do trabalho, além de terem sido propostas medidas efetivas para proteções por meio de extintores; da iluminação de emergência; da sinalização; do alarme de incêndio; da brigada; dos hidrantes e das saídas de emergência.

Durante o desenvolvimento deste estudo algumas dificuldades foram encontradas. Entre elas, podemos citar a ausência do projeto original de combate a incêndio, para que fosse feita uma comparação, ou até mesmo, para aquisição de informações mais precisas e detalhadas sobre as medidas protetivas existentes.

É importante destacar, com base nas avaliações realizadas, que existe na atual conjuntura uma situação de risco real, tendo em vista a deficiência dos meios de proteção instalados. Junto a isso, destaca-se que o novo CESIP não faz distinção entre a aplicação de suas exigências de regularização entre prédios de entes públicos e privados. Portanto, os resultados obtidos neste trabalho permitem que ele seja utilizado como uma ferramenta de diagnóstico, ao mesmo tempo que também apresenta uma proposta de solução para situação de não cumprimento da lei.

O estudo em questão almejou somente a elaboração de uma proposta, sem que nada fosse, de fato, implantado até o momento. Sabe-se que a UFRN é uma autarquia federal, órgão público e que a implantação dessas medidas depende de recursos e um bom planejamento. A atual escassez de recursos públicos e a diminuição cada vez mais acentuada dos repasse financeiros para a educação podem

configurar um grave risco à implantação dessas medidas, tendo em vista que algumas dessas propostas exigem investimentos.

Além da questão dos recursos, o planejamento se faz extremamente necessário já que o sistema de compras da Universidade funciona através de pregões eletrônicos, os quais passam por demorados processos de licitação, de forma que para aquisição de um determinado item ou serviço, seja necessária a prévia inclusão de demanda e a dependência da homologação e contemplação nas atas de compras, dos itens solicitados, o que muitas vezes não ocorre no período desejado.

Apesar disto, é importante destacar que mesmo com as dificuldades citadas acima, há ainda o apoio aos setores através da COPS que busca estimular as ações de segurança dentro da instituição. Portanto, os estudos referentes a SST devem ser cada vez mais incentivados. E, por isso, como proposta de continuidade deste estudo, sugere-se a aplicação do mesmo instrumento nos demais prédios do Instituto de Química e, posteriormente, nas demais unidades acadêmicas da Universidade, a fim de torná-los ambientes mais seguros e protegidos.

Por fim, deve-se ressaltar que a segurança, seja referente a incêndio ou em outra esfera, precisa ter o compromisso com a prevenção e a responsabilidade, e que jamais as ações e propostas devem parar no mero cumprimento de itens de uma norma. É necessário e importante que as normas sejam seguidas, entretanto, deve-se sempre buscar a mudança de atitude e a real preocupação com a saúde e bem-estar das pessoas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Aleska Kaufmann; FRANZOLOSO, Celia Regina Gonçalves. Projetos de Proteção e Combate a Incêndio: segurança como requisito. UNICIÊNCIAS, v.19, n.1, p.62-71, 2015.
- AQUINO, Laurêncio Menezes. Aplicação das normas de segurança contra incêndio no Estado do Rio Grande do Norte: Uma proposta de atualização. Natal. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro. 2004. 209 p.
- _____. ABNT NBR 9077: Saídas de emergência em edifícios. Rio de Janeiro. 2001. 40 p.
- _____. ABNT NBR 10897: Sistemas de proteção contra incêndios por chuveiros automáticos. Rio de Janeiro. 2014. 130 p.
- _____. ABNT NBR 10898: Sistema de iluminação de emergência. Rio de Janeiro. 2013. 38 p.
- _____. ABNT NBR 13.714: Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. Rio de Janeiro. 2000. 25 p.
- _____. ABNT NBR 14432: Exigência de resistência ao fogo de elementos construtivos das edificações. Procedimento. Rio de Janeiro. 2000. 14 p.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora nº 23 -Proteção Contra Incêndios; Brasília, DF, 2011. 1 p.
- BRENTANO, Telmo. A proteção contra incêndios no projeto de edificações. 1.ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007. p.620.
- FREITAS, Conceição Luís. Manual da saúde e segurança do trabalho. 3. ed. Lisboa: Portugal, 2016. 29 p.

NEGRISOLO, Walter. Arquetando a segurança contra incêndio. (Tese de doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. São Paulo. 2011.

OLIVEIRA, Maxwell Ferreira de. Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em Administração. Catalão: UFG, 2011.

OGUIDO, Erica. Proposta de plano de emergência em um campus universitário em Curitiba. (Monografia de especialização) – UTFPR. Curitiba. 2014. p. 10.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. Código Estadual de Segurança Contra Incêndio e Pânico (CESIP). Natal, 2017. 14p.

RIO GRANDE DO NORTE. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. Instrução Técnica nº 01/2018 – Procedimentos administrativos (Parte 1) – Procedimentos gerais e classificação das edificações. Rio Grande do Norte. 2018.

_____. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. Instrução Técnica nº 02/2018 – Conceitos básicos de segurança contra incêndio. Rio Grande do Norte. 2018.

_____. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. Instrução Técnica nº 03/2018 – Terminologia de segurança contra incêndio. Rio Grande do Norte. 2018.

_____. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. Instrução Técnica nº 04/2018 – Símbolos gráficos para projetos de segurança contra incêndio. Rio Grande do Norte. 2018.

_____. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. Instrução Técnica nº 07/2018 – Separação entre edificações (isolamento de risco). Rio Grande do Norte. 2018.

_____. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. Instrução Técnica nº 11/2018 – Saídas de emergência. Rio Grande do Norte. 2018.

_____. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. Instrução Técnica nº 14/2018 – Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco. Rio Grande do Norte. 2018.

_____. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. Instrução Técnica nº 15/2018 – Controle de fumaça (Parte I) – Regras gerais. Rio Grande do Norte. 2018.

_____. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. Instrução Técnica nº 17/2018 – Brigada de incêndio. Rio Grande do Norte. 2018.

_____. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. Instrução Técnica nº 18/2018 – Iluminação de emergência. Rio Grande do Norte. 2018.

_____. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. Instrução Técnica nº 19/2018 – Sistema de detecção e alarme de incêndio. Rio Grande do Norte. 2018.

_____. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. Instrução Técnica nº 20/2018 – Sinalização de emergência. Rio Grande do Norte. 2018.

_____. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. Instrução Técnica nº 21/2018 – Sistema de proteção por extintores de incêndio. Rio Grande do Norte. 2018.

_____. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. Instrução Técnica nº 22/2018 – Sistema de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio. Rio Grande do Norte. 2018.

_____. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. Instrução Técnica nº 23/2018 – Sistema de chuveiros automáticos. Rio Grande do Norte. 2018.

_____. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. Instrução Técnica nº 24/2018 – Sistema de chuveiros automáticos para áreas de depósito. Rio Grande do Norte. 2018.

_____. Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Norte. Instrução Técnica nº 43/2018 – Adaptação às normas de segurança contra incêndio – Edificações existentes. Rio Grande do Norte. 2018.

SEITO, Alexandre Itiu, *et al.* A Segurança Contra Incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008. 457 p

SILVA, Valdir Pignatta; VARGAS, Mauri Resende; ONO, Rosária. Prevenção contra incêndio no Projeto de Arquitetura. Instituto Aço Brasil - Centro Brasileiro Da Construção Em Aço. Rio de Janeiro, 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE. Plano Quadrienal do Instituto de Química – Quadriênio 2017-2021. Natal. 2016. 58 p.

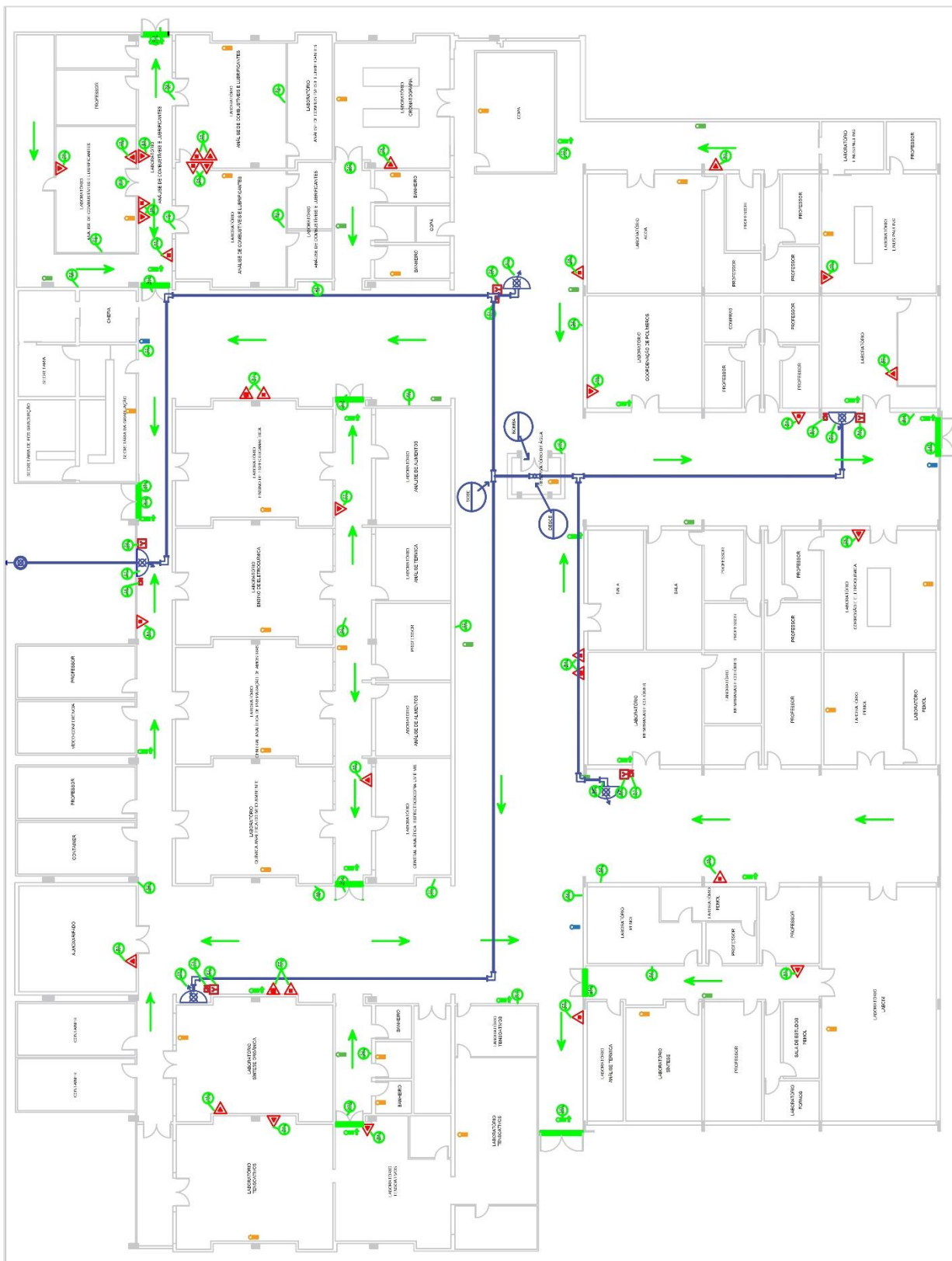
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE. Relatório de Gestão do exercício 2017. Natal. 2017. 377 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE. UFRN em números – 2013 – 2017. Natal. 2017. 3 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE. Regimento interno da unidade acadêmica especializada Instituto de Química da UFRN. Natal. 2011. 3 p.

APÊNDICES

Apêndice A – Planta completa com os sistemas de proteção



Apêndice B – Lista de verificação

Lista de verificação				
Local de aplicação: Conjunto II de laboratórios do IQ				
Item	Tipo de proteção	Existe no estabelecimento?		
		Sim	Não	N/A
a	Extintores de incêndio			
b	Iluminação de emergência			
c	Sinalização de emergência			
d	Alarme de incêndio			
e	Instalações elétricas			
f	Brigada de incêndio			
g	Hidrantes			
h	Saída de emergência			
i	Selagem de shafts			
j	Controle de material			

ANEXOS

Anexo A – Perdas de carga localizadas

PERDAS DE CARGA LOCALIZADAS, EM METROS DE CANALIZAÇÃO RETILÍNEA EQUIVALENTE
(FERRO ou AÇO)

DIÂMETRO D mm. pol.	CURVA 90° RAIO LONGO	CURVA 90° RAIO MÉDIO	CURVA 90° RAIO CURTO	AMPLIAÇÃO GRADUAL	REDUÇÃO GRADUAL	ENTRADA NORMAL	ENTRADA DE BORDA	REGISTRO DE GAVETA ABERTO	REGISTRO DE GLOBO ABERTO	REGISTRO DE ÂNGULO ABERTO	TE ^a PASSAGEM DIRETA	TE ^a SAÍDA DE LADO	TE ^a SAÍDA BILATERAL	VÁLVULA DE PE E CRIVO	SAÍDA DA CANALIZAÇÃO	VÁLVULA DE RETENÇÃO TIPO LEVE	VÁLVULA DE RETENÇÃO TIPO PESADO
15	0,3	0,4	0,5	0,2	0,2	0,2	0,4	0,1	4,9	2,8	0,3	1,0	1,0	3,6	0,4	1,1	1,6
19	0,4	0,6	0,7	0,3	0,1	0,2	0,5	0,1	6,7	3,6	0,4	1,4	1,4	5,6	0,5	1,6	2,4
25	0,5	0,7	0,8	0,3	0,2	0,3	0,7	0,2	8,2	4,6	0,5	1,7	1,7	7,3	0,7	2,1	3,2
32	0,7	0,9	1,1	0,4	0,2	0,4	0,9	0,2	11,3	5,8	0,7	2,3	2,3	10,0	0,9	1,7	4,0
38	0,9	1,1	1,3	0,5	0,3	0,5	1,0	0,3	13,4	6,7	0,9	2,8	2,8	11,6	1,0	3,2	4,8
50	1,1	1,4	1,7	0,6	0,3	0,7	1,3	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4
63	1,3	1,7	2,0	0,8	0,4	0,9	1,9	0,4	21,0	10,0	1,3	4,3	4,3	17,0	1,9	5,2	8,1
75	1,6	2,1	2,5	1,0	0,5	1,1	2,2	0,5	26,0	13,0	1,6	5,2	5,2	20,0	2,2	6,3	9,7
100	2,1	2,8	3,4	1,3	0,6	1,6	3,2	0,7	34,0	17,0	2,1	6,7	6,7	23,0	3,2	6,4	12,9
125	2,7	3,7	4,2	1,6	0,8	2,0	4,0	0,9	43,0	21,0	2,7	8,4	8,4	30,0	4,0	10,4	16,1
150	3,4	4,3	4,9	2,3	0,9	2,5	5,0	1,1	51,0	26,0	3,4	10,0	10,0	39,0	5,0	12,5	19,3
200	4,3	5,5	6,4	3,0	1,2	3,5	6,0	1,4	67,0	34,0	4,3	13,0	13,0	52,0	6,0	18,0	25,0
250	5,5	6,7	7,9	3,8	1,5	4,5	7,5	1,7	85,0	43,0	5,5	16,0	16,0	65,0	7,5	20,0	32,0
300	8,1	7,9	9,5	4,6	1,8	5,5	9,0	2,1	102,0	51,0	6,1	19,0	19,0	78,0	9,0	24,0	38,0
350	7,3	9,5	10,5	5,3	2,2	6,2	11,0	2,4	120,0	60,0	7,3	22,0	22,0	90,0	11,0	28,0	45,0

Anexo B – Tabela de seleção de bombas

Altura (m)	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	Altura (m)
4	25-150	25-150	25-150	25-150	25-150	25-200	25-200	25-200	25-200	25-200	25-200	25-200	25-200	25-200	25-200	25-200	25-200	25-200	25-200	25-200	25-200	25-200
6	0,75	1,0	1,01	2,0	113	2,0	124	3,0	130	5,0	165	7,5	179	10	198	10	205	10	205	10	205	10
8	1,5	1,05	2,0	116	2,0	124	3,0	132	5,0	159	7,5	173	10	199	10	202	10	205	10	205	10	205
10	1,5	1,05	2,0	118	3,0	128	5,0	163	7,5	176	10	186	10	196	10	200	10	205	10	205	10	205
12	1,5	1,05	2,0	124	3,0	131	5,0	167	7,5	183	10	188	10	198	10	203	10	207	10	210	10	210
14	1,5	1,05	2,0	124	3,0	131	5,0	167	7,5	183	10	188	10	198	10	203	10	207	10	210	10	210
16	1,5	1,05	2,0	124	3,0	131	5,0	167	7,5	183	10	188	10	198	10	203	10	207	10	210	10	210
18	1,5	1,05	2,0	124	3,0	131	5,0	167	7,5	183	10	188	10	198	10	203	10	207	10	210	10	210
20	1,5	1,05	2,0	124	3,0	131	5,0	167	7,5	183	10	188	10	198	10	203	10	207	10	210	10	210
22	1,5	1,05	2,0	124	3,0	131	5,0	167	7,5	183	10	188	10	198	10	203	10	207	10	210	10	210
24	1,5	1,05	2,0	124	3,0	131	5,0	167	7,5	183	10	188	10	198	10	203	10	207	10	210	10	210
26	1,5	1,05	2,0	124	3,0	131	5,0	167	7,5	183	10	188	10	198	10	203	10	207	10	210	10	210
28	1,5	1,05	2,0	124	3,0	131	5,0	167	7,5	183	10	188	10	198	10	203	10	207	10	210	10	210
30	1,5	1,05	2,0	124	3,0	131	5,0	167	7,5	183	10	188	10	198	10	203	10	207	10	210	10	210
35	1,5	1,05	2,0	124	3,0	131	5,0	167	7,5	183	10	188	10	198	10	203	10	207	10	210	10	210
40	1,5	1,05	2,0	124	3,0	131	5,0	167	7,5	183	10	188	10	198	10	203	10	207	10	210	10	210
45	1,5	1,05	2,0	124	3,0	131	5,0	167	7,5	183	10	188	10	198	10	203	10	207	10	210	10	210
50	1,5	1,05	2,0	124	3,0	131	5,0	167	7,5	183	10	188	10	198	10	203	10	207	10	210	10	210
60	1,5	1,05	2,0	124	3,0	131	5,0	167	7,5	183	10	188	10	198	10	203	10	207	10	210	10	210
70	1,5	1,05	2,0	124	3,0	131	5,0	167	7,5	183	10	188	10	198	10	203	10	207	10	210	10	210
80	1,5	1,05	2,0	124	3,0	131	5,0	167	7,5	183	10	188	10	198	10	203	10	207	10	210	10	210
90	1,5	1,05	2,0	124	3,0	131	5,0	167	7,5	183	10	188	10	198	10	203	10	207	10	210	10	210
100	1,5	1,05	2,0	124	3,0	131	5,0	167	7,5	183	10	188	10	198	10	203	10	207	10	210	10	210
110	1,5	1,05	2,0	124	3,0	131	5,0	167	7,5	183	10	188	10	198	10	203	10	207	10	210	10	210
120	1,5	1,05	2,0	124	3,0	131	5,0	167	7,5	183	10	188	10	198	10	203	10	207	10	210	10	210
130	1,5	1,05	2,0	124	3,0	131	5,0	167	7,5	183	10	188	10	198	10	203	10	207	10	210	10	210
140	1,5	1,05	2,0	124	3,0	131	5,0	167	7,5	183	10	188	10	198	10	203	10	207	10	210	10	210
150	1,5	1,05	2,0	124	3,0	131	5,0	167	7,5	183	10	188	10	198	10	203	10	207	10	210	10	210

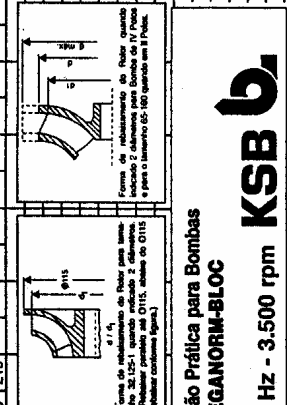


Tabela de Seleção Prática para Bombas
KSB MEGANORM-BLOC
II Pólos - 60 Hz - 3.500 rpm



A - Tamanho da Bomba
B - Potência do Motor (CV)
C - Diâmetro Nominal do Rotor (mm)