



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

DAVID TAYNNAM AMORIM DE ANDRADE

**PROJETO BÁSICO PARA O SISTEMA DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS
(SPRINKLERS) DO LABORATÓRIO DE ESTRUTURAS DA UFPE**

Recife

2020

DAVID TAYNNAM AMORIM DE ANDRADE

**PROJETO BÁSICO PARA O SISTEMA DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS
(SPRINKLERS) DO LABORATÓRIO DE ESTRUTURAS DA UFPE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Engenharia Civil
da Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito parcial para a obtenção do
Grau em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Tiago Ancelmo de Carvalho Pires de Oliveira.

Recife

2020

Catálogo na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

A553p	Andrade, David Taynnam Amorim de. Projeto básico para o sistema de chuveiros automáticos (<i>sprinklers</i>) do laboratório de estruturas da UFPE / David Taynnam Amorim de Andrade. - 2020. 69 folhas, il., gráfs., tabs. Orientador: Prof. Dr. Tiago Ancelmo de Carvalho Pires de Oliveira. TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, 2020. Inclui Referências e Anexos. 1. Engenharia civil. 2. Chuveiros automáticos. 3. <i>Sprinklers</i>. 4. Segurança contra incêndios. 5. Incêndios em edificações. 6. Dimensionamento de sprinklers. I. Oliveira, Tiago Ancelmo de Carvalho Pires de (Orientador). II. Título. UFPE 624 CDD (22. ed.) BCTG/2020-284
-------	--

DAVID TAYNNAM AMORIM DE ANDRADE

**PROJETO BÁSICO PARA O SISTEMA DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS
(SPRINKLERS) DO LABORATÓRIO DE ESTRUTURAS DA UFPE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Engenharia Civil
da Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito parcial para a obtenção do
Grau em Engenharia Civil.

Aprovado em: 20/08/2020.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Tiago Ancelmo de Carvalho Pires (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. José Jéferson do Rêgo Silva (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Roberta Tabaczinski de Sá (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

À minha família e amigos,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me inspirar todos os dias a lutar por meus sonhos e terminar essa linda jornada, sempre me fazendo lembrar da minha capacidade e competência.

Agradeço aos meus pais, Janieure e Eberte, e a minhas irmãs, Taynnara e Ana Luiza, por todas as vezes que me escutaram e me fizeram rir em momentos de estresse. E por todas as vezes que acreditaram em mim, mesmo quando nem eu mais acreditava, nunca me deixando desistir de lutar pelos meus sonhos.

Agradeço ao meu orientador, professor Tiago Ancelmo, por toda atenção, paciência e suporte na elaboração deste trabalho.

Agradeço aos meus amigos da faculdade, que estiveram comigo durante toda a trajetória deste curso e tornaram esses anos de graduação mais divertidos.

Agradeço à Universidade Federal de Pernambuco, ao laboratório de estruturas, em especial ao meu orientador Tiago Ancelmo que me deu a oportunidade de realizar este trabalho; e ao Laboratório de recursos hídricos, em especial aos professores Sylvana Santos e Anderson Paiva, que me deram a oportunidade de ser monitor da disciplina de fenômenos dos transportes durante 4 períodos.

Agradeço a todos os meus familiares e amigos, e em especial aos que vieram do interior para estudar na capital junto comigo, e por formarmos uma equipe tão unida e apoiadora em todos nossos momentos difíceis.

E por fim, a todos que de alguma forma contribuíram no meu processo de formação e conclusão de curso.

RESUMO

Os incêndios sempre foram muito presentes nos grandes edifícios, no início da década de 70 do século passado ocorreram grandes incêndios no Brasil, como nos edifícios Andraus em 1972 e Joelma em 1974, que foram seguidos por outros diversos nas décadas seguintes. Foram incêndios nos quais centenas de pessoas perderam a vida e tiveram grandes danos materiais, mas que, por sua vez, geraram uma preocupação com a segurança nas edificações de uma forma geral. Pode-se observar que, na última década (entre os anos 2010 e 2020), também ocorreram grandes eventos de incêndios, como Boate Kiss em 2013, Wilton Paes de Almeida em 2018, Museu Nacional do RJ em 2018 e o centro de treinamento do Flamengo em 2019, fazendo perceber que, ainda, não foi atingido um bom patamar no uso de proteções contra incêndios em território nacional. O sistema de chuveiros automáticos (*sprinklers*) é um método de proteção ativa contra incêndios, que proporciona vigilância permanente do espaço a proteger, extinguindo ou controlando o foco do incêndio de modo rápido e automático antes que ocorra o alastramento do mesmo. É um equipamento fundamental no primeiro combate a incêndio ultimamente, devido ao fato de os edifícios terem se tornado cada vez maiores e também pelo fato de muitas de suas partes não serem de passagens frequentes dos usuários, podendo ter um início de incêndio despercebido. Este trabalho tem o objetivo de mostrar de forma simples todos os componentes de um sistema de *sprinklers*, bem como o funcionamento desse sistema. E, principalmente, ensinar a realizar um dimensionamento de uma rede de chuveiros automáticos, focando nos pontos relevantes e considerados fundamentais para o entendimento. Além disso, o trabalho inclui a descrição dos tipos de sistemas de chuveiros automáticos, bem como dos seus componentes e classificação dos mesmos. É apresentado a metodologia de dimensionamento para um sistema e, por fim, um estudo de caso com o galpão de estruturas do departamento de engenharia civil do Centro de Tecnologia e Geociências (CTG) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), mostrando seu dimensionamento em uma sequência de etapas.

Palavras-chave: Chuveiros automáticos. *Sprinklers*. Segurança contra incêndios. Incêndios em edificações. Dimensionamento de sprinklers.

ABSTRACT

Fires have always been very present in large buildings, in the early 1970s there were major fires in Brazil, as in the Andraus buildings in 1972 and Joelma in 1974, which were followed by several others in the following decades. These were fires in which hundreds of people lost their lives and suffered major material damage, but which, in turn, generated a concern with security in buildings in general. It can be seen that, in the last decade (between the years 2010 and 2020), there were also major fire events, such as Boate Kiss in 2013, Wilton Paes de Almeida in 2018, National Museum of RJ in 2018 and the training center of Flamengo in 2019, making it clear that, yet, a good level has not been reached in the use of fire protection in national territory. The sprinkler system is a method of active fire protection, which provides permanent surveillance of the space to be protected, extinguishing or controlling the fire outbreak quickly and automatically before it spreads. It is nowadays a fundamental equipment in the first fire fighting, due to the fact that the buildings have become bigger and bigger and also due to the fact that many of its parts are not frequent user passages, and may have an unnoticed start of fire. This work aims to show in a simple way all the components of a sprinkler system, as well as the functioning of that system. And, mainly, to teach how to design a sizing network of automatic showers, focusing on the relevant points and considered fundamental for understanding. In addition, the word includes the description of the types of automatic shower systems, as well as their components and their classification. It presents the sizing methodology for a system and, finally, a case study with a warehouse at the structure shed of the civil engineering department of the Center for Technology and Geosciences (CTG) of the Federal University of Pernambuco (UFPE), showing its sizing in a sequence of steps.

Keywords: Automatic showers. Sprinklers. Fire safety. Fire in buildings. Sprinklers sizing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Chuveiro automático (sprinkler).....	22
Figura 2 – Chuveiros automáticos em pé, pendente e lateral, respectivamente.....	23
Figura 3 – Esquema das tubulações de um sistema de sprinklers.....	26
Figura 4 – Espaçamentos dos sprinklers.....	32
Figura 5 – Posição em pé de cobertura padrão sob teto obstruído.....	33
Figura 6 – Curva de densidade e área.....	35
Figura 7 – Planta baixa do galpão.....	42
Figura 8 – Área de operação.....	45
Figura 9 – Áreas de proteção dos chuveiros nos níveis 2,6m e 5,8m.....	54
Figura 10 – Layout do sistema de chuveiros no nível 5,8m.....	56
Figura 11 – Layout do sistema de chuveiros no nível 2,6m.....	57
Figura 12 – Representação esquemática dos chuveiros em vista vertical.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Limites de temperatura, classificação e código de cores.....	24
Tabela 2 – Distância máxima entre suportes (em metros)	28
Tabela 3 – Distância e área de cobertura máxima para chuveiros automáticos tipo Spray de cobertura padrão.....	32
Tabela 4 – Área máxima servida por uma coluna de alimentação por pavimento.....	33
Tabela 5 – Pressão, vazão e duração para sistemas calculados por tabela.....	34
Tabela 6 – Demanda de hidrante e duração do abastecimento de água.....	40
Tabela 7 – Planilha para dimensionamento, parte 1.....	51
Tabela 8 – Planilha para dimensionamento, parte 2.....	52
Tabela 9 – Planilha para dimensionamento, parte 3.....	53
Tabela 10 – Resultados do dimensionamento do sistema de chuveiros automáticos.....	55

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
COSCIP	Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico
CPVC	Policloreto de vinila clorado
CTG	Centro de Tecnologia e Geociências
ESFR	Early Suppression Fast Response
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
ITR	Índice de tempo de resposta
NBR	Norma Brasileira
NFPA	National Fire Protection Association
SCI	Sistema de Combate a Incêndio
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
VGA	Válvula de Governo e Alarme

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Área de operação
$A_{\text{corrigida}}$	Área de operação corrigida
A_s	Área de cobertura
A_{x-y}	Área da seção transversal do segmento x-y
C	Coeficiente de atrito de Hazen – Willians
d	Densidade mínima de água
D	Diâmetro interno da canalização
d_{x-y}	Diâmetro teórico do segmento x-y
H	Altura manométrica
hf	Perda de carga no segmento
K	Fator de descarga
L	Comprimento do segmento
L'	Distância entre ramais
L_r	Lado maior do retângulo da área de operação
L_r'	Lado menor do retângulo da área de operação
N	Número de chuveiros
N'	Número de chuveiros no maior lado da área de operação
P	Potência
Pot.h	Potência hidráulica
P_x	Pressão no chuveiro automático x
Q	Vazão caudal
Q'	Vazão mínima requerida no sprinkler
Q_x	Vazão no chuveiro automático x
Q_{x-y}	Vazão do segmento x-y
Q_{VGA}	Vazão no ponto da válvula de governo e alarme
Q_H	Vazão demandada pelo sistema de hidrantes
S	Distância entre chuveiros do mesmo ramal
T	Tempo de duração do abastecimento de água
V_{RES}	Volume do reservatório
V_{x-y}	Velocidade no segmento x-y
η	Rendimento da bomba

γ

Peso específico da água

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO	18
1.2	OBJETIVOS.....	19
2	REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....	20
2.1	TIPOS DE SISTEMAS	20
2.2	COMPONENTES DE UM SISTEMA DE SPRINKLERS	21
2.2.1	Sprinkler	21
2.2.1.1	Posição de instalação.....	22
2.2.1.2	Tipo de acionamento	23
2.2.1.3	Distribuição de água.....	23
2.2.1.4	Velocidade de operação	23
2.2.1.5	Temperatura de acionamento do sistema	24
2.2.1.6	Fator K de descarga.....	25
2.2.2	Válvula de governo e alarme	25
2.2.3	Tubulações	25
2.2.3.1	Divisão das tubulações	26
2.2.3.2	Suportes das tubulações	28
2.2.4	Bombas	28
2.2.5	Reservatório.....	28
2.3	CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DA EDIFICAÇÃO	29
2.3.1	Ocupação de risco leve.....	29
2.3.2	Ocupação de risco ordinário	29
2.3.3	Ocupação de risco extraordinário	29
2.3.4	Áreas de armazenamento	30
3	METODOLOGIA	31
3.1.1	Dimensionamento dos Sprinklers	31
3.1.2	Dimensionamento das válvulas de governo	33
3.1.3	Métodos de cálculo hidráulico (tubulações).....	34
3.1.3.1	Método da tabela	34
3.1.3.2	Método hidráulico densidade e área.....	34
3.1.3.2.1	Determinação da densidade e da área de operação	35
3.1.3.2.2	Quantidade de chuveiros na área de aplicação	36

3.1.3.2.3	<i>Cálculo da vazão e pressão no chuveiro automático 1]</i>	37
3.1.3.2.4	<i>Cálculo da vazão e pressão no chuveiro automático 2</i>	37
3.1.3.3	Método de dimensionamento hidráulico por pressão mínima no bico.....	39
3.1.4	Dimensionamento da bomba	39
3.1.5	Dimensionamento do reservatório	40
4	ESTUDO DE CASO	41
4.1	DEFINIÇÃO DO ESTUDO DE CASO	41
4.2	DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA	43
4.3	RESULTADOS	50
5	CONCLUSÕES	59
	REFERÊNCIAS	60
	ANEXO A – PLANTAS	62

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos o Brasil tem sofrido com fortes tragédias relacionadas à ocorrência de incêndios em edificações, que, frequentemente, são acompanhadas de grandes perdas, tanto em vidas humanas quanto em patrimônios históricos, culturais e financeiros. Vários são os relatos de incêndios no Brasil. Na década de 70, dois grandes sinistros ascenderam o alerta nacional, ao transmitir a tragédia em televisão, com cenas horríveis e inesquecíveis.

Em 24 de fevereiro de 1972 o edifício Andraus, do tipo comercial com 32 andares e construção concluída em 1962, foi palco de um incêndio de grande proporção, tendo com provável causa, uma sobrecarga no sistema elétrico. No total, houve 17 mortes e 376 feridos. Essa foi a primeira grande tragédia transmitida pela televisão brasileira, com cenas de pessoas que se jogaram das janelas do edifício que chocaram o Brasil e o mundo (VEJA, 2018).

Em 1 de fevereiro de 1974, o palco de um incêndio foi o edifício Joelma, que entrou para história como o maior da capital paulista, deixando 187 mortos e mais de 300 feridos. Do alto do edifício, pessoas se jogavam para fugir das chamas e bombeiros passaram mais de 10 horas combatendo o fogo e salvando vidas. O prédio, que teve sua construção concluída em 1972, era do tipo comercial com 25 andares e funcionava o banco Crefisul. O fogo foi provocado por um problema com a instalação de um ar condicionado do 12º andar, que ocasionou um curto circuito, e as chamas se propagaram rapidamente devido à presença de pisos acarpetados, forros de fibra e decoração repleta de cortinas e moveis de madeira. Em 30 minutos as chamas atingiram 4 andares, a alta temperatura e a fumaça tornavam impossível a circulação das pessoas pelas escadas internas do prédio, que não tinham sido planejadas para situações de incêndio. Alguns fatores tornaram a situação do Joelma ainda mais crítica: os hidrantes do prédio não funcionaram e as mangueiras dos carros de bombeiros não tinham pressão suficiente para alcançar todos os andares (ESTADÃO, 2018).

Mesmo com os avanços surgidos na proteção contra incêndios, diversos incêndios continuaram a acontecer nas décadas seguintes a esses dois grandes sinistros. Observando o cenário mais atual, percebe-se a ocorrência de incêndios que ficaram conhecidos devido aos seus estragos, o que faz perceber que ainda não foi atingido um nível satisfatório no uso de proteções contra incêndios em território nacional. Alguns dos eventos serão comentados a seguir.

Incêndio da Boate Kiss, em 27 de janeiro de 2013, na cidade de Santa Maria-RS foi provocado pelo uso de um artefato pirotécnico, que soltou faíscas que atingiram o teto da boate, incendiando a espuma de revestimento acústico que não tinha proteção contra fogo. As

pessoas que tentavam sair do local foram impedidas pelos seguranças, acarretando em 242 mortes (G1, 2013).

Em 1 de maio de 2018, ocorreu o incêndio do edifício Wilton Paes de Almeida com 24 andares, em São Paulo, causado por um curto circuito de uma tomada que ligava o micro-ondas, a geladeira e a televisão de um cômodo, o que ocasionou pelo menos 12 mortes. (G1, 2019).

Em 2 de setembro de 2018, houve incêndio no Museu Nacional do Rio de Janeiro, acarretando em perda de um acervo de 20 milhões de itens (fósseis, múmias, peças indígenas e livros raros), possivelmente causado por um curto circuito. (G1, 2018).

Em 8 de fevereiro de 2019, ocorreu o incêndio no centro de treinamento do Flamengo no RJ, acarretando na morte de 10 jogadores da base do clube, com a possível causa, um curto circuito dos ar condicionados (VEJA, 2019).

Os eventos citados foram, apenas, uma parte dos milhares de casos de incêndios ocorridos no país, nos quais as causas foram as mais diversas possíveis, com destaque para os casos de curto-circuito. Diante disso, percebe-se que esse é um empecilho que vem persistindo na sociedade ao longo do tempo. Fica claro, então, a existência de um problema nacional que necessita de uma maior atenção para que seja entendido e solucionado.

Segundo Corrêa (2015), em 2013, a Região Metropolitana de Recife apresentou 1303 ocorrências de incêndios em edificações registrados pelo corpo de bombeiro. Desse total, 40% ocorreram em edificações residenciais e 18% ocorreram em edificações comerciais. Foi constatado que incêndios residenciais são mais predominantes em edificações unifamiliares. Em 2011, dos incêndios ocorridos em edificações residenciais, cerca de 70% deles foram em residências unifamiliares e 25% em residências multifamiliares. Verificou-se que o foco inicial de incêndio ocorria na cozinha ou no quarto, geralmente associado ao Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) e a curto circuito, respectivamente. Foi possível observar no estudo de Corrêa (2015), que esses incêndios tiveram como principais objetos atingidos: cadeira de madeira, colchões, camas, geladeiras, painéis em metal, televisores, ventiladores, fogões, guarda-roupa em madeira e parte da instalação elétrica. Incitando uma possível carga de incêndio modal para esses sinistros.

De acordo com Del Carlo (2008), é importante lembrar que as ocorrências de incêndio são maiores em regiões mais densamente povoadas, fazendo com que os incêndios sejam mais frequentes nas grandes cidades. No Brasil a população passou de pouco mais de 30 milhões no ano de 1920 para pouco mais de 210 milhões em 2019, a população mais que septuplicou em cerca de 100 anos. Isso exigiu um grande esforço para a construção das infraestruturas e

edificações necessárias para atender a demanda, acarretando em uma baixa qualidade na proteção contra incêndio.

Com o intuito de melhorar a situação nacional e prevenir a eventual ocorrência de novos incêndios no Brasil, foi criado, em outubro de 2015, a Frente Parlamentar Mista de Segurança Contra Incêndio, formada por uma direção executiva de 5 deputados e 2 senadores, e por diversas entidades da sociedade civil e de organizações não governamentais (Instituto Sprinkler Brasil - ISB, Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, Universidade Federal de Pernambuco - UFPE e outros). Essa frente tem como principal objetivo ampliar a discussão e o debate junto à sociedade civil organizada sobre o problema de incêndios em todo o território nacional, propondo ações e políticas públicas no sentido de ampliar a prevenção e o combate a incêndios, reduzindo o número de vítimas desse tipo de acidente, além de prevenir a ocorrência de novas tragédias, evitando perdas para o meio ambiente e para o patrimônio cultural público e privado.

Objetivando identificar os problemas e pensar em caminhos para solucioná-los, a Frente Parlamentar Mista de Segurança Contra Incêndio tem dedicado seus esforços em quatro eixos de atuação, sendo eles: criação de modelo nacional de regulamento de segurança contra incêndio; divulgação periódica e publicidade de estatísticas sobre incêndios no Brasil; certificação de produtos e equipamentos de segurança contra incêndio, como garantia de confiabilidade; criação de cursos para a formação de engenheiros de segurança contra incêndio.

Diante desse cenário, serão procuradas soluções para o atual problema em questão, com planejamento e aplicação de Sistemas de Combate a Incêndio (SCI). Atualmente, há vários métodos e conjuntos de boas práticas, cujos intuitos são prevenção e combate às chamadas. Esse trabalho se concentrará no uso de *sprinklers* para evitar e combater os princípios de incêndio.

1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

Segundo Del Carlo (2008), no Brasil, as faculdades de engenharia e arquitetura apresentam uma grade curricular bastante extensa, o que dificulta a inclusão de outros conhecimentos, podendo ser necessário uma reformulação para que os conteúdos de sistemas de combate a incêndios sejam inseridos. Atualmente, a formação de engenheiros e arquitetos apresentam déficit de conteúdo relacionado ao SCI nas edificações, sendo que esses são os profissionais que irão projetar, construir e aprovar os projetos, gerando possíveis perigos por falta do SCI em todas as cidades. Assim, é necessário uma maior otimização do sistema na

prática de projetos e construção, que incluía: um melhor planejamento urbano (com garantia de acesso para viaturas de bombeiros); existência de hidrantes urbanos; proteções ativas e passivas nas edificações; planejamento de saídas de emergência; existência de compartimentação dos ambientes e estudos de reação ao fogo dos materiais de construção.

Ainda de acordo com Del Carlo (2008), a educação é o meio mais importante para o desenvolvimento da prevenção e proteção contra incêndios, tanto através de programas de conscientização sobre o tema para a população, quanto por meio de pesquisas e cursos técnicos, de graduação, mestrado e doutorado para os profissionais da área. Ainda segundo o autor, em mais de 40 países, existem cursos de engenharia de proteção contra incêndios, onde alguns deles chegam a contar com cursos de pós-graduação em nível de mestrado e doutorado.

Diante dessa problemática e da atual quantidade de sinistros de incêndios ocorridos em cenário nacional, é de grande importância o desenvolvimento de estudos e pesquisas relacionados ao assunto. O que motivou para escolha do tema e desenvolvimento do presente trabalho, que consiste no dimensionamento de redes de *sprinklers*.

1.2 OBJETIVOS

O projeto se concentra em estudar e dimensionar redes de *sprinklers* (chuveiros automáticos), que consiste em um sistema de proteção ativa de combate ao fogo para um galpão de uso geral. Como objetivos específicos, pode-se listar:

- a) Apresentar as principais características e métodos para um projeto de *sprinkler* para edificações;
- b) Projetar e detalhar um sistema de *sprinkler*;
- c) Apresentar e discutir metodologia de dimensionamento de um sistema de *sprinkler*;
- d) Analisar o cenário de um galpão de uso geral e escolher o sistema mais adequado;
- e) Realizar um estudo de caso num galpão de uso geral com área de aproximadamente 1500 m² e 6 m de pé direito.

2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

Segundo o Imetro (1997), o chuveiro automático de extinção de incêndio (*sprinkler*), que normalmente passa despercebido pela maioria da população, é considerado, um equipamento fundamental no primeiro combate ao fogo. A sua importância pode ser demonstrada por dois motivos: o tamanho, que a cada dia, os edifícios comerciais e residenciais ganham, tornando o trabalho do corpo de bombeiros de chegar ao foco do incêndio cada vez mais difícil; e muitas das partes do edifício não são de frequente passagem, podendo tornar o início de incêndio imperceptível. Por estes motivos, o *sprinkler* é um dos principais equipamentos para combate ao fogo desde o seu princípio.

Entretanto, vale lembrar que não basta apenas um bom projeto de redes de chuveiros automáticos, mas também uma boa instalação e manutenção.

2.1 TIPOS DE SISTEMAS

De acordo com a NBR 10897 (ABNT, 2014), existem 3 tipos de sistemas de *sprinklers*, sendo eles: sistema de tubo molhado, sistema de ação prévia e sistema dilúvio. Já a norma americana NFPA 13 (2007) estabelece ainda um quarto tipo de sistema, o sistema de tubo seco. A descrição de cada um desses sistemas é apresentada a seguir:

- a) Sistema de tubo molhado: Utiliza-se chuveiros automáticos ligados aos ramais de uma rede de tubulação, contendo água sob pressão. Os chuveiros automáticos são responsáveis em realizar, de forma simultânea a detecção, alarme e combate ao fogo. Nesse sistema, a água somente é descarregada pelos chuveiros ativados pela ação do fogo. É recomendado para locais nos quais não há risco de congelamento da água na tubulação.
- b) Sistema de tubo seco: Esse sistema é utilizado em regiões ou locais de clima frio, com o intuito de evitar congelamento da água nas tubulações, que contém ar comprimido ou nitrogênio pressurizado para manter a válvula fechada. Possui um intervalo de tempo mais prolongado entre a abertura do chuveiro e a descarga da água, o que leva a uma maior propagação do incêndio e, conseqüentemente, ativação de mais chuveiros.
- c) Sistema de ação prévia: Assim como o de tubo seco, esse sistema também possui ar ou nitrogênio comprimido, diferenciado pelo fato deste possuir dois dispositivos de detecção de incêndio. Além do *sprinkler*, também possui um detector interligado a uma válvula de pré-ação. Ao ativar qualquer um dos detectores, a válvula de pré-ação

é aberta, permitindo a entrada de água na rede. Esse sistema é usado em locais de clima frio e onde os danos provocados pela água sejam significativos. Ele pode ser: sem travamento (libera água assim que o detector aciona ou *sprinkler* se abre), com travamento simples (libera água assim que o detector é acionado) e com travamento duplo (libera água assim que o detector aciona e o *sprinkler* se abre).

- d) Sistema dilúvio: Os chuveiros são abertos, possuindo um sistema de detecção, na área de proteção, interligado a uma válvula dilúvio. É adequado em locais com elevada carga de incêndio, onde é necessário aplicar água em toda a zona coberta pelo sistema, tanto para combater, como também para resfriar o entorno.

2.2 COMPONENTES DE UM SISTEMA DE SPRINKLERS

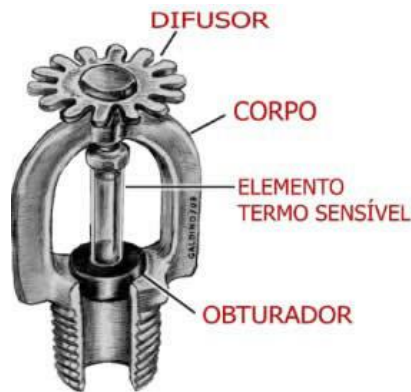
Uma rede de chuveiros automáticos é formada por: *sprinklers*, válvulas de governo e alarme, tubulações, bombas e reservatórios.

2.2.1 Sprinkler

É o componente do sistema que tem como funções: a detecção da ocorrência de um foco de incêndio, projetar água com vista a circulação do incêndio e extinguir o incêndio, como apresentado na figura 1. Segundo Guimarães et al. (2017), esse componente é formado por:

- a) Defletor/Difusor: sobre o qual incide o jato de água, formando um cone de aspersão de água sobre sua área de proteção;
- b) Corpo: parte do chuveiro que contem rosca para sua fixação à canalização;
- c) Obturador: elemento de vedação do orifício de descarga de água do chuveiro automático nas condições normais de temperatura;
- d) Elemento termossensível: destinado a soltar o obturador e permitir a descarga de água ao atingir a temperatura de acionamento do sistema. Pode ser uma ampola de vidro contendo um líquido altamente sensível no seu interior ou um fusível de liga metálica especial;
- e) Orifício calibrado de descarga de água: destinado a regular a vazão de descarga d'água mediante a classe de risco do espaço.

Figura 1 - Chuveiro automático (Sprinkler)



Fonte: Silva (2012).

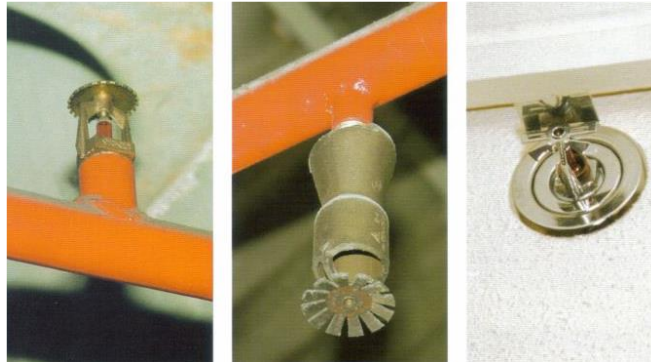
Os vários tipos de *sprinklers* existentes podem ser classificados conforme sua posição de instalação, quanto ao tipo de acionamento, quanto à distribuição de água e quanto a velocidade de operação.

2.2.1.1 Posição de instalação

Quanto a instalação, podem assumir basicamente 3 posições diferentes, como apresentado na figura 2 e descrito a seguir:

- a) Pendente: *sprinkler* é instalado numa posição vertical segundo a qual o jato de água é direcionado para baixo, contra o defletor. Mais adequado em ambiente com existência de teto falso;
- b) Em pé (ascendente): *sprinkler* é instalado numa posição vertical segundo a qual o jato de água é direcionado para cima, contra o defletor. Mais adequada para áreas industriais, armazéns e outros ambientes onde não há teto falso;
- c) Lateral: modelo projetado com defletor especial para descarregar água para frente e para os lados, com formato de um quarto de esfera, onde apenas um pequeno volume é direcionado para trás do *sprinkler* (parede).

Figura 2 - Chuveiros automáticos em pé, pendente e lateral, respectivamente



Fonte: Silva (2012).

2.2.1.2 Tipo de acionamento

Quanto ao tipo de acionamento os *sprinklers* podem ser: automáticos, possuindo um elemento sensível que se parte ao atingir uma temperatura pré-determinada; ou abertos, onde ele não dispõe de elemento termo sensível, usado no sistema dilúvio (SILVA, 2012).

2.2.1.3 Distribuição de água

Quanto a distribuição de água sobre a área de incêndio, os sprinklers podem ser classificados como:

- a) *Sprinkler Spray*: Toda sua descarga de água é projetada para baixo do defletor, de forma esférica, e dirigida para o foco do incêndio. Pode ser usado em todas as classes de risco, todos os tipos de edificações, e nos sistemas de canalizações tipo molhado, seco e de pré-ação;
- b) *Sprinkler Spray* de gota gorda: É um tipo de *sprinkler spray* para aplicação especial, tendo capacidade de produzir gotas gordas (descarga com maior densidade de água). Normalmente, é utilizado em áreas de estocagem;
- c) *Sprinkler ESFR*: Possui uma descarga com grande vazão de água sobre o fogo, suprimindo um incêndio no seu início. É indicado para extinguir focos de incêndio de alto risco, como armazéns.

2.2.1.4 Velocidade de operação

Quanto a velocidade operação, a NBR 10897 (ABNT, 2014), classifica os *sprinklers*, como:

- a) *Sprinkler* de resposta rápida: possui elemento termossensíveis com Índice de Tempo de Resposta (ITR) igual ou menor que 50 (m.s)^{0,5};
- b) *Sprinkler* de resposta padrão, possui elemento termossensíveis com Índice de Tempo de Resposta (ITR) igual ou maior que 80 (m.s)^{0,5}.

Segundo Silva (2012), o ITR é determinado através de um procedimento que consiste em colocar o *sprinkler* (em condições ambiente normais) dentro de um forno de imersão, onde se faz circular ar a uma temperatura e velocidade constante. O tempo medido em segundos que o elemento sensível leva para atingir 63% da temperatura da corrente de ar, é denominado de “fator tau”. Esse fator multiplicado pela raiz quadrada da velocidade do ar (em m/s), fornece o número correspondente ao ITR do *sprinkler*.

Segundo Guimarães et al. (2017), não é permitido dentro de um mesmo teto utilizar os dois tipos de bicos. Os de resposta rápida devem ser adotados nos riscos leves, ordinários e estocagem. Já os de resposta padrão, devem ser adotados nos riscos ordinários, extraordinários e estocagem.

2.2.1.5 Temperatura de acionamento do sistema

A escolha da temperatura nominal para cada projeto depende da temperatura do telhado da edificação em questão. A temperatura dos *sprinklers* é classificada conforme a Tabela 1.

Em locais onde existe tetos com elevada incidência solar sem tratamento, máquinas que emitem calor e espaços sem ventilação, deverão ser usados bicos de temperatura intermediária, pois pode ocorrer temperatura ambiente superior a 38°C (GUIMARÃES *et al.* 2017).

Tabela 1 - Limites de temperatura, classificação e código de cores

Temperatura máxima registrado no teto (°C)	Limites de temperatura (°C)	Classificação da temperatura	Código de cores	Cor do líquido da ampola de vidro
38	57 - 77	Ordinária	Incolor ou preto	Vermelho ou laranja
66	79 - 107	Intermediária	Branco	Amarelo ou verde
107	121 - 149	Alta	Azul	Azul
149	163 - 191	Extra-alta	Vermelho	Roxo
191	204 - 246	Extra-extra-alta	Verde	Preto
246	260 - 302	Ultra-alta	Laranja	Preto
329	343	Ultra-alta	Laranja	Preto

Fonte: Adaptado de ABNT (2014). NBR 10897

2.2.1.6 Fator K de descarga

Fator de proporcionalidade entre a vazão e a pressão nos bicos. É definido de acordo com a pressão requerida no chuveiro automático, que não pode ser menor que 5 m.c.a, sendo obtido na Tabela 1 da NBR 10897 (ABNT, 2014). Com ele, é definido o diâmetro nominal da rosca.

2.2.2 Válvula de governo e alarme

Sistema formado por: válvula de bloqueio, válvula de retenção e alarme. (GUIMARÃES et al. 2017).

A válvula de bloqueio é basicamente utilizada na saída da bomba para a setorização do anel de alimentação. A válvula de retenção atua submetida a uma pressão diferencial, na qual a pressão acima dela é maior ou igual a pressão abaixo dela. Ao abrir um chuveiro, a pressão na parte acima da válvula diminui, fazendo com que a válvula se abra permitindo o fluxo de água. (GUIMARÃES et al. 2017).

O alarme é ativado após fluir uma certa quantidade de água através de um dispositivo de acionamento, ele pode ser local ou através de um sistema de supervisão. O alarme local deve ser instalado num local onde possa ser escutado, o dispositivo que emite som é o gongo hidráulico (operado mecanicamente pela força da água). O alarme de sistema de supervisão funciona através do envio de um impulso elétrico (emitido por uma chave de fluxo, instalada junto a tubulação) para uma estação de supervisão que é controlada por computadores (GUIMARÃES et al. 2017).

Em cada coluna de alimentação do sistema é necessário ter manômetros instalados antes e depois da Válvula de Governo e Alarme (VGA). Em rede de tubo molhado deve haver válvula de alívio a jusante da VGA que deve ser regulada para operar na maior entre as pressões: 1206,6 kPa ou a 68,9 kPa acima da pressão máxima do sistema.

2.2.3 Tubulações

A tubulação de um sistema de *sprinkler* deve atender aos seguintes requisitos:

- a) Tubos de aço (com ou sem costura) devem ser conforme as NBR 5580 (ABNT, 2015) ou a NBR 5590 (ABNT, 2015). Tubos de aço unidos por solda ou acoplamento mecânico (com pressão de até 2,07 MPa) devem ser conforme a NBR 5580 (ABNT,

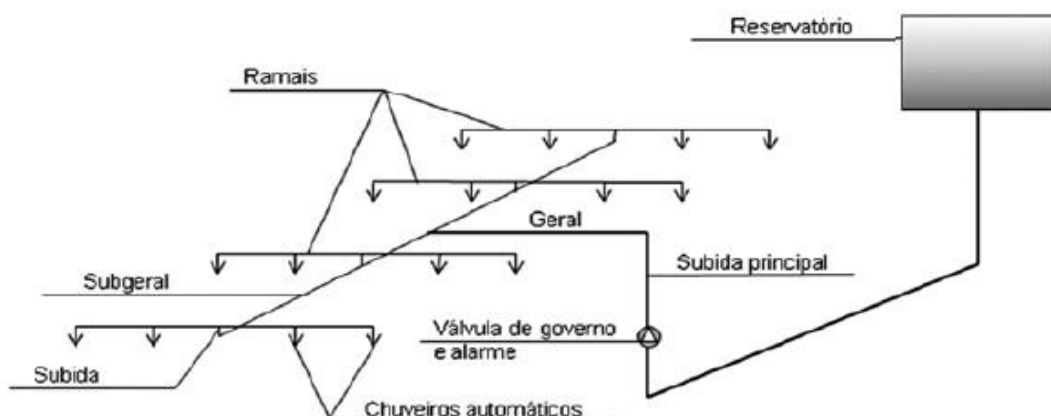
2015) (classe leve) ou NBR 5590 (ABNT, 2015). A NBR 10897 (ABNT, 2014) estabelece as espessuras mínimas de parede para os tubos unidos por solda ou por acoplamento mecânico, fabricados conforma a NBR 5590 (ABNT, 2015). Para tubos de aço unidos por conexão roscada (com pressão de até 2,07 MPa) devem ser conforme as NBR 5590 (ABNT, 2015) (classe normal) e NBR 5580 (ABNT, 2015) (classe média);

- b) Tubos de cobre, sem costura, devem ser conforme a NBR 13206 (ABNT, 2010);
- c) Tubos de CPVC (policloreto de vinila clorado), unidos por conexão soldada conforme a NBR 15647 (ABNT, 2008) e a NBR 15648 (ABNT, 2008), podem ser usados em ocupações de risco leve com pressão de até 1,21 Mpa e temperatura ambiente de até 65°C.

2.2.3.1 Divisão das tubulações

As tubulações são divididas em: ramais, subgeral, geral, subidas, descidas, subida principal, rede externa, recalque, tubulação de teste e flushing. Algumas dessas divisões estão apresentadas na Figura 3.

Figura 3 - Esquema das tubulações de um sistema de sprinklers



Fonte: Silva (2012).

- a) Ramais: ramificações que recebem os chuveiros diretamente.
- b) Subgeral: tubulações que ligam o geral aos ramais.
- c) Geral: tubulação que liga a subida principal ao subgeral.

- d) Subidas ou descidas: tubulações em posições verticais, que ligam redes em níveis diferentes.
- e) Subida principal: tubulação que liga a rede do sistema de abastecimento com a rede do sistema de distribuição. É nela que fica instalado o VGA.
- f) Rede externa: tubulação que liga a bomba até a subida principal.
- g) Recalque: tubulação que liga o hidrante de recalque, localizado em uma área de acesso para viatura, ao sistema. O padrão do hidrante é definido pelo corpo de bombeiros, sendo obrigatório o uso de uma tomada de água dupla de 65mm.
- h) Tubulação de teste: conexão de ensaio que deve existir em cada sistema de chuveiros para realizar testes de funcionamento do alarme de fluxo d'água, composto por tubulações de diâmetro mínimo de 25mm. É localizado próximo a chave de fluxo.
- i) Tubulação de flushing: consiste numa derivação do subgeral utilizada para lavagem do sistema, com diâmetro mínimo de 32mm.

2.2.3.2 Suportes das tubulações

As tubulações devem ser suportadas por pilares, vigas, paredes, tetos e estrutura do telhado, levando em consideração que os suportes devam sustentar 5 vezes a massa do tubo cheio mais 100kg em cada ponto de fixação. Deve ser utilizado apenas materiais ferrosos na fabricação do suporte. Os suportes devem ser devidamente dimensionados conforme estabelece a NBR 10897 (ABNT, 2014) e a distância máxima entre eles deve ser conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Distância máxima entre suportes (em metros)

Diâmetro nominal (mm)	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150	200
Tubo de aço	N/A	3,65	3,65	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
Tubo de cobre	2,45	2,45	3,05	3,05	3,65	3,65	3,65	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
CPVC	1,7	1,8	2	2,15	2,45	2,75	3,05	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Fonte: Adaptado de ABNT (2014). NBR 10897

2.2.4 Bombas

Tem a função de garantir pressão e vazão adequada ao sistema. É composto por bomba principal e bomba Jockey, podendo ainda haver bombas reservas. Segundo a NBR 10897 (ABNT, 2014), a bomba principal deve possuir um sistema de acionamento automático através da queda de pressão hidráulica no sistema e um dispositivo para desligamento apenas manual. A bomba Jockey (bomba de pressurização) é utilizada para compensar pequenos e eventuais vazamentos na tubulação, garantindo uma pressão hidráulica de supervisão no sistema de distribuição, evitando a atuação indevida da bomba principal. Ela deve possuir um sistema de acionamento e desligamento automático de acordo com a pressão hidráulica no sistema.

2.2.5 Reservatório

Todo sistema de chuveiros automático deve possuir abastecimento de água exclusivo e de operação automática, podendo ser: reservatório elevado, enterrado, piscina e etc.

2.3 CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DA EDIFICAÇÃO

É fundamental saber qual o tipo de material presente na edificação e, também, qual o tipo de trabalho é exercido.

A classificação do risco quanto à ocupação tem, como objetivo principal, a proteção da edificação em relação à quantidade de carga de incêndio, ao risco de inflamação dos materiais ou produtos contidos e às características de ocupação ou uso do ambiente por meio de uma quantidade adequada de chuveiros automáticos (GUIMARÃES et al. 2017).

A NBR 10897 (ABNT, 2014) classifica as edificações em: ocupação de risco leve, ocupação de risco ordinário (subdividida em grupo I e grupo II), ocupação de risco extraordinário (subdividida em grupo I e grupo II) e áreas de armazenamento.

2.3.1 Ocupação de risco leve

Ocupações com quantidade e combustibilidade do material (carga de incêndio) baixa, onde se espera uma taxa de liberação de calor de baixa a média. Exemplo: igrejas, clubes, escolas, hospitais, hotéis, bibliotecas, museus, prédios de escritórios, prédio de administração pública e etc.

2.3.2 Ocupação de risco ordinário

- a) Grupo I: Ocupações com materiais de baixa combustibilidade em quantidade moderada, com armazenamento não excedendo 2,4m de altura. Exemplo: estacionamentos, padarias e área de serviço de restaurante.
- b) Grupo II: Ocupações com combustibilidade e quantidade de matérias moderada, com armazenamento não excedendo 3,7m de altura. Exemplo: fabrica de produtos químicos, confeitarias, bibliotecas com prateleiras altas, lojas, gráficas, oficinas mecânicas e palcos.

2.3.3 Ocupação de risco extraordinário

- a) Grupo I: Ocupações com muito alta combustibilidade e quantidade de matérias, podendo haver pós que provoque incêndio de rápido desenvolvimento. Nas ocupações

deste grupo, não podem haver líquidos combustíveis e inflamáveis. Exemplo: serrarias, áreas de uso de fluidos hidráulicos combustíveis e indústria têxtil;

- b) Grupo II: Ocupações com moderada quantidade de líquidos combustíveis ou inflamáveis. Exemplo: saturação com asfalto e pintura; e envernizamento por imersão.

2.3.4 Áreas de armazenamento

As ocupações com área de armazenamento devem ser protegidas conforme a NBR 13792 (ABNT, 1997). Para o dimensionamento de um sistema de *sprinkler* em armazenagem é necessário conhecer: a mercadoria estocada e embalagem, como ela é estocada, altura de armazenagem e altura do telhado no ponto mais alto.

3 METODOLOGIA

O dimensionamento de um sistema é realizado conforme a NFPA 13 (2007) e a NBR 10897 (ABNT, 2014). Este trabalho visa estabelecer condições necessárias para projeto, cálculo e instalação de sistemas de sprinklers para edificações, tendo foco principal para ocupações de risco leve e ordinário, com utilização de sprinkler spray, em pé ou pendente e com sistema de tubo molhado.

O dimensionamento é feito seguindo as seguintes etapas: dimensionar os Sprinklers, escolher a localização e a quantidade de VGA's, realizar os cálculos hidráulicos (tubulações), dimensionar a bomba e dimensionar o reservatório.

3.1.1 Dimensionamento dos Sprinklers

No dimensionamento dos sprinklers devem ser obedecidos os requisitos de espaçamento, localização e posição das unidades. De forma a se obter uma área de cobertura compatível com seu tipo. Sendo a área de cobertura definida pela Equação 1:

$$As = S \times L' \quad (1)$$

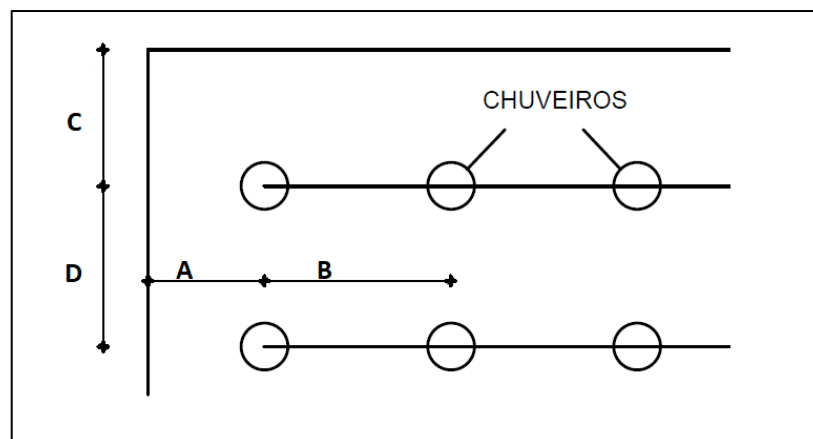
Onde:

As é a área de cobertura de um chuveiro em m^2 ;

S é a distância entre chuveiros do mesmo ramal (B) ou o dobro da distância entre o chuveiro e a parede ($2 \times A$), em m;

L' é a distância entre ramais (D) ou o dobro da distância entre o ramal e a parede ($2 \times C$), em m. Conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 - Espaçamentos dos sprinklers



Fonte: Adaptado de ABNT (2014). NBR 10897

As distancias entre ramais e entre chuveiros do mesmo ramal variam em função do risco da ocupação, assim como a área de cobertura máxima. Para chuveiros automáticos tipo spray (em pé ou pendente) de cobertura padrão, a Tabela 3 fornece essas informações.

Tabela 3 - Distância e área de cobertura máxima para chuveiros automáticos tipo Spray de cobertura padrão

Tipo de teto	Método de cálculo	Área de cobertura (m²)			Distância máxima entre chuveiros automáticos (m)		
		Leve	Ord.	Extra.	Leve	Ord.	Extra.
Não combustível obstruído e não obstruído; combustível	Calculado por tabela	18,6	12,1	8,4	4,6		3,7
	Cálculo hidráulico	20,9	12,1	*	4,6		*
Combustível obstruído	Calculado por tabela	15,6	12,1	8,4	4,6		3,7
	Cálculo hidráulico	15,6	12,1	*	4,6		*
Combustível com elementos estruturais distanciados a menos de 0,90 m	Calculado por tabela	12,1	12,1	8,4	4,6		3,7
	Cálculo hidráulico	12,1	12,1	*	4,6		*

Fonte: Adaptado de ABNT (2014). NBR 10897

Para os campos com “” deve-se consultar a NBR 10897 (ABNT, 2014).

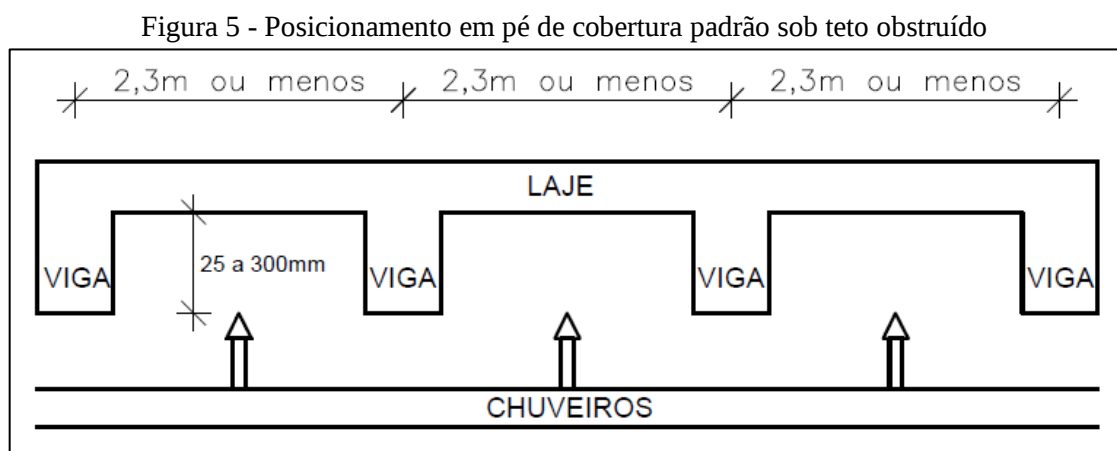
A distância mínima entre os chuveiros e a parede é de 100 mm. Para os chuveiros automáticos tipo spray (em pé e pendente) a distância mínima entre eles é de 1,8 m para evitar que a atuação de um chuveiro não venha a atrapalhar a atuação do adjacente.

Sob tetos sem obstruções, a distância entre o defletor e o teto deve ser no mínimo 25 mm e no máximo 300 mm. Caso o teto tenha desnível inferior a 900 mm, pode-se desconsiderá-lo, caso seja maior que 900 mm, deve-se considerar um plano vertical na

projeção do desnível como se fosse uma parede para efeito da determinação dos espaçamentos dos chuveiros.

Sob tetos com obstruções, o defletor deve ser posicionado entre 25 mm e 150 mm abaixo da superfície inferior do elemento estrutural e a no máximo 560 mm de distância do teto. Com exceção para o caso de haver um chuveiro automático em cada vão formado por dois elementos estruturais, conforme a Figura 5.

Para análise de mais tipos de obstruções à descarga e critérios de dimensionamento deve ser consultado a NBR 10897 (ABNT, 2014).



Fonte: Adaptado de ABNT (2014). NBR 10897

3.1.2 Dimensionamento das válvulas de governo

A NBR 10897 (ABNT, 2014), relaciona o número de colunas principais de alimentação com a classe de risco da ocupação e a área máxima de um pavimento, conforme mostra na tabela 4. Em cada coluna principal é necessária uma VGA, e cada coluna pode alimentar vários pavimentos, desde que cada pavimento possua área igual ou inferior à indicada na Tabela 4.

Tabela 4 - Área máxima servida por uma coluna de alimentação por pavimento

Tipo de risco	Área máxima servida por uma coluna de alimentação por pavimento (m ²)
Leve	4800
Ordinário	4800
Extraordinário (projetado por tabela)	2300
Extraordinário (projetado por cálculo hidráulico)	3700
Armazenamento	3700

Fonte: Adaptado de ABNT (2014). NBR 10897

3.1.3 Métodos de cálculo hidráulico (tubulações)

A NBR 10897 (ABNT, 2014), estabelece que o sistema de chuveiros automáticos pode ser dimensionado por 2 métodos diferentes: método da tabela e método hidráulico densidade e área. A NFPA 13 (2007) estabelece ainda um terceiro método de dimensionamento: método da pressão mínima no bico.

3.1.3.1 Método da tabela

Esse método só pode ser usado em novas instalações com área máxima de 465 m², ou em ampliações ou modificações de sistemas existentes calculados por tabela. Pode ser usado em sistemas de área superior a 465 m², caso a vazão exigida na Tabela 5 estiver disponível na base da coluna principal a uma pressão residual mínima de 340 kPa, acrescida da pressão correspondente a diferença de altura monométrica, desde a base da coluna principal até o chuveiro mais elevado do sistema. A Tabela 5, deve ser usada para determinação da: quantidade mínima de água exigida para cada tipo de ocupação, pressão residual mínima exigida e duração do funcionamento.

Tabela 5 - Pressão, vazão e duração para sistemas calculados por tabela

Tipo de ocupação	Pressão residual mínima exigida (kPa)	Vazão na base da coluna principal do sistema (incluindo demanda de hidrantes) (L/min)	Duração (min)
Risco leve	100	2850	60
Risco ordinário	140	5650	90

Fonte: Adaptado de (ABNT, 2014). NBR 10897

As pressões residuais indicadas na Tabela 5 devem ser atingidas no chuveiro mais desfavorável em relação a coluna principal do sistema, o de menor pressão residual. Caso seja usado válvula de retenção, a perda de carga devido as válvulas devem ser consideradas ao determinar a pressão residual aceitável no nível mais alto dos chuveiros.

3.1.3.2 Método hidráulico densidade e área

Consiste na determinação dos diâmetros nominais das tubulações por meio do cálculo de perda de carga, de modo a garantir uma densidade preestabelecida e distribuída,

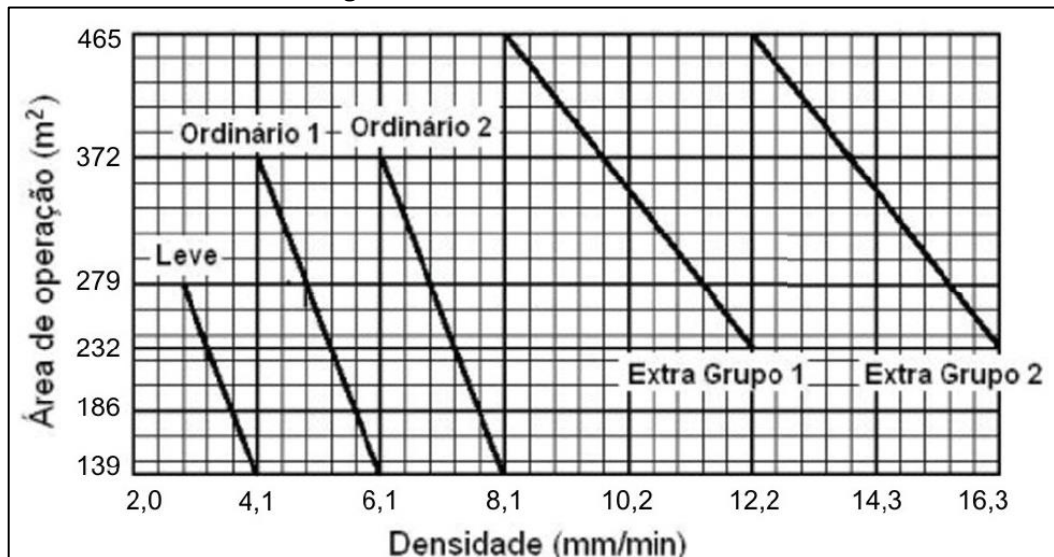
com certa uniformidade, sobre uma área de aplicação de chuveiros operando simultaneamente e de maneira a atender às características de pressão e vazão (GUIMARÃES et al. 2017).

Para o dimensionamento são necessárias as seguintes informações: densidade, área de operação, área de cobertura por chuveiro, espaçamento entre os chuveiros e fator de descarga. Com essas informações é possível determinar a quantidade de chuveiros na área de operação, bem como a vazão e pressão em cada um deles.

3.1.3.2.1 Determinação da densidade e da área de operação

Para encontrar a densidade e a área de operação basta consultar a Figura 6, e utilizar a reta correspondente ao risco da edificação, sendo geralmente utilizados os valores mais altos de densidade e valores menores para área de operação. A densidade representa a velocidade de descarga de água pelo chuveiro hidráulicamente mais desfavorável. A localização da área de operação dos sprinklers corresponde a área mais desfavorável do sistema, do ponto de vista hidráulico, sendo, portanto, a área mais distante da VGA, pois terá a maior perda de carga.

Figura 6 - Curva de densidade e área



Fonte: Adaptada de (ABNT, 2014). NBR 10897

Por exemplo, para uma edificação de risco leve pode ser usado o valor de 4,1 mm/min para densidade e 135 m² para a área de operação. Ou poderia também ser usado uma densidade de 2,84 mm/min e uma área de operação de 279 m². Os dois pontos atendem bem a reta de risco leve.

3.1.3.2.2 Quantidade de chuveiros na área de aplicação

O número de chuveiros na área de aplicação é obtido através da Equação 2, de posse dele deve-se corrigir o valor da área de operação com a Equação 3.

$$N = A/As \quad (2)$$

$$A_{corrigida} = N \times As \quad (3)$$

Onde:

N é o número de chuveiros da área de aplicação (arredondado para o inteiro superior);

A é a área de operação em m^2 ;

As é a área de cobertura, adotada, por chuveiro, em m^2 ;

$A_{corrigida}$ é a área de operação corrigida em m^2 .

A área de operação deve ser estabelecida utilizando a região do sistema hidraulicamente mais desfavorável em relação à VGA. É necessário que essa área seja retangular de forma que a dimensão do maior lado do retângulo, paralelo aos ramais, seja igual a 1,2 vezes a raiz quadrada da área de operação corrigida, conforme a Equação 4. Após calcular o maior lado do retângulo, encontra-se o menor lado que é dado pela Equação 5. Por fim, encontra-se o número de chuveiros no maior lado da área de aplicação, conforme Equação 6, sempre arredondando para o primeiro inteiro superior.

$$Lr = 1,2 \times \sqrt{A_{corrigida}} \quad (4)$$

$$Lr' = A_{corrigida}/Lr \quad (5)$$

$$N' = Lr/S \quad (6)$$

Onde:

Lr é o maior lado do retângulo em m;

Lr' é o menor lado do retângulo em m;

N' é o número de chuveiros no maior lado da área de aplicação;

S é o espaçamento adotado entre os chuveiros, em m.

3.1.3.2.3 Cálculo da vazão e pressão no chuveiro automático 1]

A vazão mínima requerida em um sprinkler é determinada para o chuveiro mais desfavorável, através do produto entre a densidade (obtida no gráfico da figura 6) e a área de cobertura de um chuveiro, como mostra a Equação 7. Sabendo o valor da vazão acha-se o valor da pressão no mesmo ponto do chuveiro, conforme a Equação 8. Sendo 50 kPa, a pressão mínima permitida no chuveiro.

$$Q_1 = Q' = d \times As \quad (7)$$

$$P_1 = (Q'/K)^2 \quad (8)$$

Onde:

Q_1 é a vazão requerida no chuveiro 1 em L/min;

Q' é a vazão mínima requerida no chuveiro em L/min;

d é a densidade mínima de água em mm/min;

P_1 é a pressão no chuveiro automático 1, em bar. Sendo 1 bar = 10 m.c.a. = 100 kPa;

K é o coeficiente de descarga dos chuveiros, em L/min/bar^{1/2}.

3.1.3.2.4 Cálculo da vazão e pressão no chuveiro automático 2

A vazão Q_{2-1} no segmento 2-1 (segmento do chuveiro 2 ao chuveiro 1) será a vazão do chuveiro 1, pois esse segmento alimenta apenas este chuveiro, como mostra a Equação 9. O diâmetro teórico do segmento 2-1 que atende a vazão Q' pode ser encontrado através da fórmula de Forchheimer, representada pela Equação 10:

$$Q_{2-1} = Q_1 = Q' \quad (9)$$

$$d_{2-1} = 1,3 \times \sqrt{Q_{2-1}} \times \sqrt[4]{x} \quad (10)$$

Onde:

d_{2-1} é o diâmetro teórico do segmento 2-1 em m;

Q_{2-1} é a vazão do segmento 2-1 em m³/s.

E $x = T/24$, onde T é o número de horas de funcionamento da bomba num período de 24 horas, sendo geralmente $T=1$.

A velocidade da água no segmento 2-1 é dada pela Equação 11.

$$V_{2-1} = Q_{2-1} / A_{2-1} \quad (11)$$

Onde:

V_{2-1} é a velocidade da água no segmento 2-1 em m/s;

Q_{2-1} é a vazão do segmento 2-1 em m³/s;

A_{2-1} é a área da seção transversal do segmento 2-1 em m².

A perda de carga no trecho 2-1, que corresponde ao segmento entre o primeiro e o segundo chuveiro mais desfavorável é dada pela fórmula de Hazen-Williams, representada pela Equação 12.

$$hf = \frac{10,64 \times Q^{1,85} \times L}{C^{1,85} \times D^{4,87}} \quad (12)$$

Onde:

hf é a perda de carga no segmento entre os chuveiros 2 e 1, dado em m;

Q é a vazão caudal no segmento em m³/s;

L é o comprimento do segmento em m;

D é o diâmetro interno da canalização em m;

C é o coeficiente de atrito adimensional, sendo igual a 120 para aço preto (sistema de tubo molhado) como mostra a tabela 24 da ABNT NBR 10897 1990.

A pressão no chuveiro automático 2 é calculada somando-se a perda de carga com a pressão no chuveiro automático 1, como mostra a Equação 13. E a vazão do chuveiro automático 2 é obtida pela Equação 14.

$$P_2 = P_1 + hf_{21} \quad (13)$$

$$Q_2 = K \times \sqrt{P_2 / 10} \quad (14)$$

Onde:

P_2 é a pressão no chuveiro automático 2, em m.c.a;

P_1 é a pressão no chuveiro automático 1, em m.c.a;

hf_{21} é a perda de carga no segmento entre os chuveiros 2 e 1, em m;

K é o coeficiente de descarga, em L/min/bar^{1/2}.

Para o cálculo dos demais chuveiros automáticos do sub-ramal 1 e dos pontos de conexão dos sub-ramais, da área de aplicação, com o ramal, segue-se o mesmo roteiro de cálculo apresentado para o chuveiro automático 2.

3.1.3.3 Método de dimensionamento hidráulico por pressão mínima no bico

Consiste em um método bastante parecido com o método de densidade e área. No método hidráulico de dimensionamento por pressão mínima no bico, deve-se garantir uma pressão mínima, preestabelecida pela NFPA 13, no bico do chuveiro. Com ela, é possível determinar a vazão mínima requerida no bico do sprinkler, através da Equação 15. E por último, determina-se o diâmetro nominal da tubulação, por meio de cálculo de perda de carga, utilizando a equação de Hazen-Williams.

$$Q_x = K \times \sqrt{P_x} \quad (15)$$

Onde:

Q_x é a vazão requerida no chuveiro x, em L/min;

P_x é a pressão requerida no chuveiro x, em bar;

K é o coeficiente de descarga dos chuveiros, em L/min/bar^{1/2}.

3.1.4 Dimensionamento da bomba

A bomba deve ser dimensionada de modo a atender a vazão e a pressão do ponto hidráulicamente mais desfavorável. Sendo a vazão da bomba igual a vazão dos sprinklers presente na área de operação somada com a demanda dos hidrantes. E a pressão da bomba deve ser igual a soma da pressão no bico de todos os sprinklers, presente na área de operação, somada com a perda de carga da área de operação até o ponto da bomba. A potência da bomba é determinada de acordo com a Equação 16.

$$P = \frac{\gamma_{\text{água}} \times Q \times H}{\eta} \quad (16)$$

Onde:

P é a potência em kW;

γ é o peso específico da água, que é igual a 10 kN/m³;

Q é a vazão caudal em m³/s;

H é a altura monométrica em m.c.a;

η é o rendimento da bomba.

Para fins de dimensionamento da bomba e da reserva de água, a demanda do sistema de hidrantes deve atender a tabela 6, assim como o tempo de funcionamento do sistema de chuveiros.

Tabela 6 - Demanda de hidrantes e duração do abastecimento de água

Tipo de ocupação	Demanda de hidrantes (L/min)	Duração (min)
Risco leve	380	30
Risco ordinário	950	60
Risco extra	1900	90
Armazenamento	Consultar ABNT NBR 13792	

Fonte: Adaptado de ABNT (2014). NBR 10897

3.1.5 Dimensionamento do reservatório

Todo sistema de chuveiros automáticos deve possuir um sistema de abastecimento de água exclusivo e de operação automática. Sendo a capacidade efetiva do reservatório calculada em função da soma das demandas (dos hidrantes e do sistema de chuveiros automáticos) multiplicadas pelo tempo mínimo de funcionamento do sistema, conforme mostra a Equação 17.

$$V_{RES} = (Q_{VGA} + Q_H) \times T \quad (17)$$

Onde:

V_{RES} é o volume do reservatório em m^3 ;

Q_{VGA} é a vazão de água na VGA em m^3/min ;

Q_H é a vazão de água demandada para o sistema de hidrantes em m^3/min , obtida na tabela 6;

T é o tempo de duração do abastecimento de água em minutos, obtido na tabela 6.

4 ESTUDO DE CASO

O projeto a analisar no âmbito deste trabalho consiste no galpão de estruturas do Departamento de Engenharia Civil da UFPE, destinado a uso misto no qual funcionam atividades administrativas como sala de professores e secretarias, além das atividades de pesquisa desenvolvidas nos diversos laboratórios que o compõe.

4.1 DEFINIÇÃO DO ESTUDO DE CASO

O galpão é constituído por um pavimento térreo e um mezanino, tendo pé direito total de aproximadamente 6 m e uma área de ocupação de aproximadamente 1055 m². O pavimento térreo possui uma área de 1055 m², onde se encontra: uma área destinada a estocagem de matérias e equipamentos de construção (cimento, tijolos, pórtico metálico, betoneira, prensa hidráulica e etc); e várias salas (coordenação, secretaria, salas de professores, banheiros e etc). O pavimento mezanino tem uma área construída de aproximadamente 457 m², onde se encontra: sala de professores, banheiros, sala de aula e etc. A Figura 7 mostra, a planta do pavimento térreo e do pavimento superior (mezanino).

Por se tratar de um local onde não há risco algum de congelamento, será previsto o sistema de tubo molhado, com chuveiros automáticos ligados aos ramais de uma rede de tubulação contendo água sob pressão, esse método apresenta um custo mais baixo comparado aos demais, além de ser eficiente para a edificação em questão. Nesse sistema a água somente é descarregada pelos chuveiros ativados pela ação do fogo.

Por se tratar de um laboratório onde há presença de teto falso em algumas áreas, serão previstos *sprinklers* na posição pendente tanto nas áreas onde há presença de teto falso, quanto nas áreas onde não há teto falso, ficando assim padronizado com a utilização de um mesmo sprinkler em todos os ambientes, sempre respeitando a distância mínima de 100 mm entre o sprinkler e a parede. Foi escolhido o sprinkler do tipo Spray de cobertura padrão, no qual toda a sua descarga de água é projetada para baixo do defletor de forma esférica e dirigida para o foco do incêndio. O conjunto de chuveiros deverá cobrir toda a área do galpão, de modo que qualquer princípio de incêndio seja percebido e combatido pelos chuveiros ativados com a ação do fogo.

Sabendo também que o galpão tem uma elevada incidência solar e que sua cobertura não dispõe de tratamento térmico, além de apresentar máquinas que emitem calor e espaços

construção, alguns equipamentos pesados e etc). Com posse disso e analisando a norma mencionada, classificamos essas áreas como risco leve e risco ordinário do grupo 2, respectivamente.

Outro ponto a ser definido é a velocidade de operação do sistema de *sprinklers*, que depende da classe de risco da ocupação, não sendo permitido utilizar os dois tipos de velocidade dentro de um mesmo teto. Logo optaremos pelos sprinklers de resposta rápida, com tempo de resposta menor que $50 \text{ m/s}^{0,5}$, respeitando as duas classes de risco existentes.

4.2 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

Para o dimensionamento deste sistema será seguido uma sequência de 22 etapas, sempre respeitando os critérios estabelecidos pela norma NBR 10897 (ABNT, 2014) e pelo Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico (COSCIP) do corpo de bombeiros de Pernambuco. O método de cálculo hidráulico utilizado é o de densidade e área.

- a) Etapa 1: determinação da área máxima de cobertura por um chuveiro para classe de risco ordinário do grupo 2, sendo ela igual a $12,1 \text{ m}^2$;
- b) Etapa 2: determinação do espaçamento máximo entre os chuveiros para a mesma classe de risco, que corresponde a $4,6 \text{ m}$;
- c) Etapa 3: determinação do espaçamento dos chuveiros no projeto. No qual, após análise da arquitetura do laboratório, optamos por um espaçamento de $3,0 \text{ m}$ entre os chuveiros do mesmo ramal (S) e $3,1 \text{ m}$ entre os ramais (L'), conforme mostra a figura 8;
- d) Etapa 4: determinação da área de cobertura de um chuveiro no projeto de acordo com a Equação 1:

$$A_s = 3,0 \times 3,1 = 9,3 \text{ m}^2.$$

A área de cobertura de um chuveiro está sendo ilustrada na figura 8. Caso necessite mover algum chuveiro para que ele se afaste da parede, visto que a distância mínima permitida é de 100 mm , pode-se mover um ramal em até 93 cm dessa distância calculada (podendo variar entre $2,17 \text{ m}$ e $4,03 \text{ m}$) ou pode-se mover os chuveiros de um ramal em até 90 cm . Ainda assim, estará de acordo com a norma, pois a área de operação máxima para o chuveiro é de $12,1 \text{ m}^2$. A figura 8 mostra ramais com distâncias diferentes de $3,1 \text{ m}$ e

chuveiros com distancias diferentes de 3,0 m, eles foram movidos para que a distância mínima de 100 mm, em relação a parede, seja respeitada.

- d) Etapa 5: determinação da área de operação e densidade. Ao analisar a reta correspondente ao risco ordinário do grupo 2, na figura 6, optamos pelo ponto correspondente a área mais baixa da reta. Assim, obtemos área de operação (A) igual a 140 m² e densidade (d) igual a 8,1 L/min/m². A escolha de pontos mais baixos torna o projeto mais econômico.
- e) Etapa 6: determinação do número de chuveiros dentro da área de aplicação de acordo com a Equação 2:

$$N = A / A_s = 140 / 9,3 = 15,05$$

Sempre devemos arredondar para cima, logo serão necessários 16 chuveiros, sendo eles representados na figura 8. O sistema é dimensionado de modo que esses 16 chuveiros sejam suficientes para combater qualquer princípio de incêndio, para isso o sistema deve atender hidraulicamente bem esses chuveiros dentro da área de aplicação, sendo eles os mais desfavoráveis hidraulicamente. De acordo com Becker (2005), apesar desse número de chuveiros na área de aplicação ser restrito, ele está de acordo com a norma e está estatisticamente provado que, se os chuveiros da área de aplicação são atendidos bem, então os chuveiros restantes também serão atendidos bem.

- f) Etapa 7: determinação da área de aplicação corrigida de acordo com a Equação 3:

$$i. A_{\text{corrigida}} = 16 \times 9,3 = 148,8 \text{ m}^2$$

- g) Etapa 8: determinação do maior e menor lado do retângulo correspondente a área de operação de acordo com as Equações 4 e 5 respectivamente:

$$a) L_r = 1,2 \times \sqrt{148,8} = 14,64 \text{ m}$$

$$b) L_r' = 148,8 / 14,64 = 10,16 \text{ m}$$

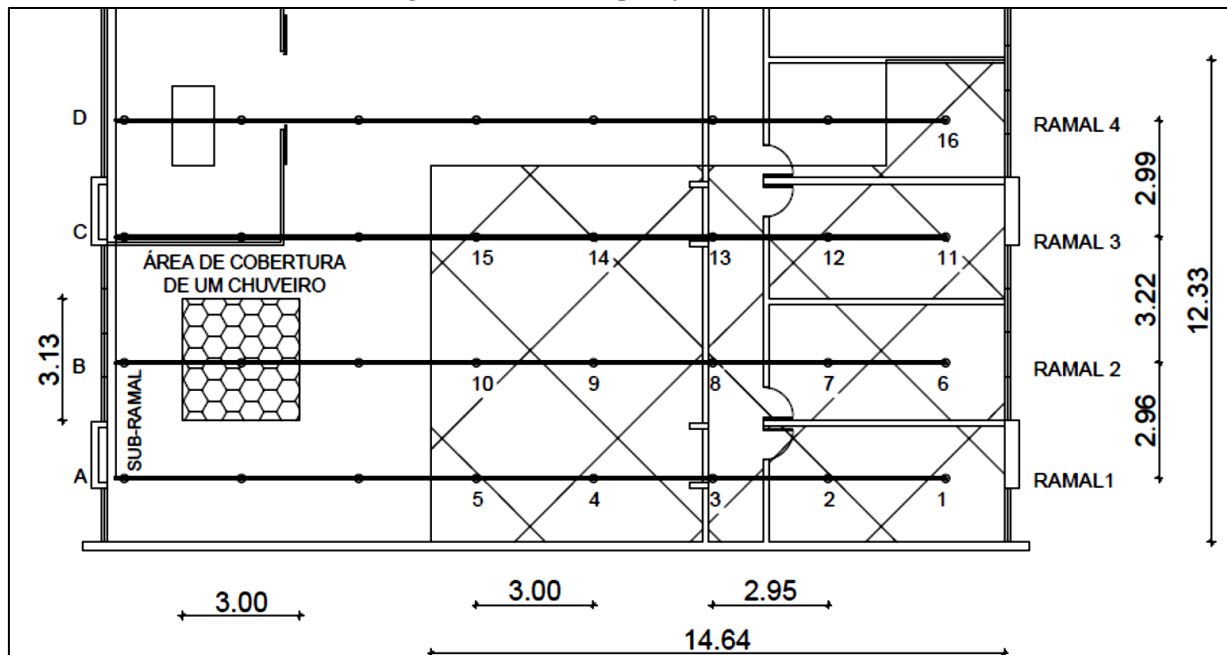
- c) Porém, para que a área de operação possa abranger a quantidade de chuveiros calculados, ela pode sofrer alterações em seu formato, como mostra a figura 8.

- h) Etapa 9: determinação do número de chuveiros no maior lado do retângulo correspondente a área de aplicação, sendo este lado paralelo aos ramais:

$$N_c = 14,64 / 3 = 4,88$$

Logo serão 5 chuveiros no maior lado do retângulo correspondente a área de aplicação, como mostra a figura 8.

Figura 8 - Área de operação



Fonte: O Autor (2020).

- i) Etapa 10: determinação da vazão e pressão do chuveiro 1, o mais desfavorável hidráulicamente, utilizando as Equações 7 e 8 respectivamente, e adotando o fator K igual a 80, teremos:

$$Q_1 = 8,1 \text{ mm/min} \times 9,3 \text{ m}^2 = 75,33 \text{ L/min}$$

$$P_1 = (75,33 / 80)^2 = 0,887 \text{ bar} = 8,87 \text{ m.c.a}$$

- j) Etapa 11: determinação da pressão e vazão do segundo chuveiro mais desfavorável hidráulicamente, bem como do diâmetro do segmento entre os chuveiros 2 e 1.

- Determinação da vazão (Q_{2-1}), do diâmetro (D_{2-1}) e da perda de carga no segmento 2-1, utilizando as Equações 9,10 e 12 respectivamente:

$$Q_{2-1} = Q_1 = 75,33 \text{ L/min}$$

$$D_{2-1} \text{ calculado} = 20,73 \text{ mm}$$

$$D_{2-1} \text{ adotado} = 32 \text{ mm}$$

$$H_{f_{2-1}} = 0,37 \text{ m.c.a}$$

- Determinação da pressão e vazão no chuveiro 2, utilizando as Equações 13 e 14 respectivamente:

$$P_2 = 9,24 \text{ m.c.a}$$

$$Q_2 = 76,89 \text{ L/min}$$

Para os cálculos dos demais chuveiros, serão utilizadas essas mesmas equações que foram usadas nesta etapa.

- k) Etapa 12: determinação da pressão e vazão do terceiro chuveiro mais desfavorável hidráulicamente, bem como do diâmetro do segmento entre os chuveiros 3 e 2.

- Determinação da vazão (Q_{3-2}), diâmetro (D_{3-2}) e perda de carga no segmento 3-2:

$$Q_{3-2} = Q_2 + Q_1 = 75,33 + 76,89 = 152,22 \text{ L/min}$$

$$D_{3-2} \text{ calculado} = 29,47 \text{ mm}$$

$$D_{3-2} \text{ adotado} = 32 \text{ mm}$$

$$H_{f_{3-2}} = 1,37 \text{ m.c.a}$$

- Determinação da pressão e vazão no chuveiro 3:

$$P_3 = 10,61 \text{ m.c.a}$$

$$Q_3 = 82,39 \text{ L/min}$$

- l) Etapa 13: determinação da pressão e vazão no 4º chuveiro mais desfavorável hidráulicamente, bem como do diâmetro do segmento entre os chuveiros 4 e 3.

- Determinação da vazão (Q_{4-3}), diâmetro (D_{4-3}) e da perda de carga no segmento 4-3:

$$Q_{4-3} = Q_3 + Q_{3-2} = 82,39 + 152,22 = 234,61 \text{ L/min}$$

$$D_{4-3} \text{ calculado} = 36,58 \text{ mm}$$

$$D_{4-3} \text{ adotado} = 40 \text{ mm}$$

$$H_{f_{4-3}} = 1,03 \text{ m.c.a}$$

- Determinação da pressão e vazão no chuveiro 4:

$$P_4 = 11,63 \text{ m.c.a}$$

$$Q_4 = 86,29 \text{ L/min}$$

- m) Etapa 14: determinação da pressão e vazão do 5º chuveiro mais desfavorável hidráulicamente, bem como do diâmetro do segmento entre os chuveiros 5 e 4.

- Determinação da vazão (Q_{5-4}), diâmetro (D_{5-4}) e perda de carga no segmento 5-4:

$$Q_{5-4} = Q_4 + Q_{4-3} = 86,29 + 234,61 = 320,90 \text{ L/min}$$

$$D_{5-4} \text{ calculado} = 42,78 \text{ mm}$$

$$D_{5-4} \text{ adotado} = 50 \text{ mm}$$

$$H_{f5-4} = 0,62 \text{ m.c.a}$$

- Pressão e vazão no chuveiro 5:

$$P_5 = 12,25 \text{ m.c.a}$$

$$Q_5 = 88,55 \text{ L/min}$$

- n) Etapa 15: determinação da vazão e pressão no ponto A, bem como do diâmetro do segmento entre o ponto A e o chuveiro 5.

- Determinação da vazão no ponto A (Q_A):

$$Q_A = Q_5 + Q_{5-4} = 88,55 + 320,90 = 409,45 \text{ L/min}$$

- Determinação do diâmetro (D_{A-5}) e perda de carga no segmento A-5:

$$D_{A-5} \text{ calculado} = 48,33 \text{ mm}$$

$$D_{A-5} \text{ adotado} = 50 \text{ mm}$$

$$H_{fA-5} = 2,98 \text{ m}$$

- Determinação da pressão no ponto A (P_A):

$$P_A = P_5 + H_{fA-5} = 15,23 \text{ m.c.a}$$

- o) Etapa 16: determinação dos coeficientes de descarga K.

- i. Para o prosseguimento do dimensionamento, é necessário calcular o coeficiente de descarga para o ponto A, com a simulação de uma fictícia existência de um chuveiro neste ponto com vazão equivalente a vazão acumulada no respectivo ramal. Esse coeficiente de descarga será usado para encontrar as vazões e pressões nos chuveiros dos ramaís B e C.

$$K_A = Q_A / \sqrt{P_A} = 104,90 \text{ L/min}/\sqrt{\text{m.c.a}}$$

- ii. Também calcularemos um coeficiente de descarga para o ponto D, que possui apenas um chuveiro automático na área de operação.

$$K_{A2} = Q_1 / \sqrt{P_1} = 25,30 \text{ L/min}/\sqrt{\text{m.c.a}}$$

- p) Etapa 17: determinação da vazão e da pressão que alimenta os chuveiros do ramal do ponto B.

- Determinação da vazão (Q_{B-A}), diâmetro (D_{B-A}) e da perda de carga no segmento B-A:

$$Q_{B-A} = Q_A = 409,45 \text{ L/min}$$

$$D_{B-A} \text{ calculado} = 48,33 \text{ mm}$$

$$D_{B-A} \text{ adotado} = 50 \text{ mm}$$

$$H_{f_{B-A}} = 1,00 \text{ m.c.a}$$

- Determinação da pressão e vazão no ponto B:

$$P_B = 16,24 \text{ m.c.a}$$

$$Q_B = 422,71 \text{ L/min}$$

- q) Etapa 18: determinação da vazão e da pressão que alimenta os chuveiros do ramal do ponto C.

- Determinação da vazão (Q_{C-B}), diâmetro (D_{C-B}) e da perda de carga no segmento C-B:

$$Q_{C-B} = Q_A + Q_B = 832,16 \text{ L/min}$$

$$D_{C-B} \text{ calculado} = 68,89 \text{ mm}$$

$$D_{C-B} \text{ adotado} = 75 \text{ mm}$$

$$H_{f_{C-B}} = 0,52 \text{ m.c.a}$$

- Determinação da pressão e vazão no ponto C:

$$P_C = 16,75 \text{ m.c.a}$$

$$Q_C = 429,39 \text{ L/min}$$

- r) Etapa 19: determinação da vazão e da pressão que alimenta os chuveiros do ramal do ponto D.

- Determinação da vazão (Q_{D-C}), diâmetro (D_{D-C}) e da perda de carga no segmento D-C:

$$Q_{D-C} = Q_C + Q_{C-B} = 1261,55 \text{ L/min}$$

$$D_{D-C} \text{ calculado} = 84,83 \text{ mm}$$

$$D_{D-C} \text{ adotado} = 100 \text{ mm}$$

$$H_{f_{D-C}} = 0,27 \text{ m.c.a}$$

- Determinação da pressão e vazão no ponto D:

$$P_D = 17,03 \text{ m.c.a}$$

$$Q_D = 104,40 \text{ L/min}$$

s) Etapa 20: determinação da pressão requerida na válvula de governo e alarme.

- Determinação da vazão (Q_{D-VGA}) e do diâmetro (D_{D-VGA}):

$$Q_{VGA} = Q_D + Q_{D-C} = 1368,95 \text{ L/min}$$

$$D_{D-VGA} \text{ calculado} = 88,27 \text{ mm}$$

$$D_{D-VGA} \text{ adotado} = 100 \text{ mm}$$

Segundo Becker (2005), quando é feito o cálculo ao longo de uma tubulação de recalque ou coluna de incêndio, são consideradas somente as perdas de cargas relativas as conexões e dispositivos pertencentes a área de aplicação, com exceção das mudanças de direções e dispositivos de controle ao longo do trajeto. E, para a tubulação de sucção, quando a bomba estiver afogada, despreza-se a o cálculo da sua perda de carga, sendo, usualmente, utilizado um diâmetro superior ao de recalque. Neste caso, deverá ser igual a 150 mm.

- Determinação da perda de carga no sub-ramal D-VGA (trecho do ponto D até a VGA):

$$\text{- Comprimento da tubulação} = \text{retilíneo} + \text{desnível} = 24 + 4 = 28 \text{ m}$$

$$\text{- Comprimento equivalente de 1 Tê (100 mm)} = 4,3 \text{ m}$$

$$\text{- } H_{fC-VGA} = 3,32 \text{ m.c.a}$$

- Determinação da pressão na VGA:

$$P_{VGA} = P_D + H_{fVGA} + \text{desnível} = 17,03 + 3,32 + 4,00 = 24,35 \text{ m.c.a}$$

t) Etapa 21: determinação das bombas.

- Determinação da pressão requerida na bomba principal (P_{MB}):

$$P_{MB} = P_{VGA} + H_{fVGA-MB} = 24,35 + 10 = 34,35 \text{ m.c.a}$$

Onde, $H_{fVGA-MB}$ representa uma possível perda de carga no trecho entre a bomba e a VGA, sendo essa perda de carga superestimada em 10m.

- Determinação da vazão requerida na bomba principal (Q_{MB}). A vazão da bomba deve ser igual a vazão requerida para os sprinklers somada com a vazão requerida para os hidrantes (Q_H), que é fornecida na tabela 6.

$$Q_{MB} = Q_{VGA} + Q_H = 1368,95 + 950 = 2318,95 \text{ L/min}$$

- Determinação da potência hidráulica requerida pelo sistema (Pot.h):

$$\text{Pot.h} = Q_{MB} \times P_{MB} \times \gamma$$

$$\text{Pot.h} = (0,03865 \text{ m}^3/\text{s} \times 34,35 \text{ m} \times 1000 \text{ Kg/m}^3) / 75 = 17,70 \text{ cv}$$

A escolha da bomba comercial deve atender a pressão, a vazão e a potência hidráulica requerida no sistema. A potência comercial do conjunto motor-bomba depende também do seu rendimento, que varia em função do modelo, altura manométrica e vazão. Sendo necessário consultar as tabelas e gráficos do fabricante para escolher uma bomba que atenda às necessidades em questão.

Além da bomba principal, também é necessária uma bomba Jockey (de pressurização), que serve para compensar pequenos e eventuais vazamentos na tubulação e para garantir a pressão hidráulica de supervisão no sistema de distribuição. Para isso, é necessária uma bomba com altura manométrica superior a P_{MB} e com vazão de 20 L/min, sendo suficiente para compensar pequenos vazamentos.

u) Etapa 22: determinação da capacidade do reservatório.

De acordo a NBR 10897 (ABNT, 2014), o volume do reservatório deve ser calculado através do produto entre a vazão do sistema e o período de 60 minutos, que é o tempo de funcionamento mínimo para o risco ordinário, conforme a equação 17:

$$V_{RES} = Q_{MB} \text{ (m}^3\text{/min)} \times T \text{ (min)}$$

$$V_{RES} = 2,318\text{m}^3\text{/min} \times 60\text{min} = 139,1 \text{ m}^3$$

Poderíamos adotar, por exemplo, um reservatório com 2m de profundidade e uma lâmina de 11,6m x 6m, com uma folga de 20cm em sua profundidade.

4.3 RESULTADOS

Para realização do estudo de implantação do sistema de chuveiros automáticos (sprinklers), foi observado as recomendações das normas ABNT NBR 10897 2014, NFPA 13 e o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico (COSCIP) do corpo de bombeiros de Pernambuco. As tabelas 7, 8 e 9 mostram a planilha automática, feita para ajudar no dimensionamento do sistema de chuveiros automáticos deste trabalho.

Tabela 7 - Planilha para dimensionamento, parte 1

DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE SPRINKLERS:			
ITEM	VALOR	UNIDADE	REFERÊNCIA
Demanda de hidrantes =	950	L/min	Tab. 6
Duração do abastecimento de água =	60	min	Tab. 6
Área de aplicação =	140	m ²	Fig. 6
Densidade =	8,1	L/min/m ²	Fig. 6
Área de cobertura do chuveiro =	9,3	m ²	Eq. 1
Espaçamento entre os chuveiros =	3	m	-
Fator k =	80	L/min/bar ^{1/2}	ABNT NBR 10897 2014
Pressão mínima no bico =	5	m.c.a	ABNT NBR 10897 2014
ÁREA DE APLICAÇÃO:			
Número de chuveiros na área de aplicação=	16	Unid.	Eq. 2
Área de aplicação corrigida =	148,8	m ²	Eq. 3
Lado maior do retângulo de aplicação =	14,63803	m	Eq. 4
Lado menor do retângulo de aplicação =	10,1653	m	Eq. 5
Número de chuveiros no lado maior=	5	unid.	Eq. 6
Chuveiro 1:			
Vazão no 1° chuveiro =	75,33	L/min	Eq. 7
Pressão no 1° chuveiro =	8,866576	m.c.a	Eq. 8
Chuveiro 2:			
Vazão segmento 2-1 =	0,001256	m ³ /s	Eq. 9
Diâmetro segmento 2-1 =	20,72833	mm	Eq. 10
Diâmetro adotado (mm) =	32	mm	-
Comprimento do segmento 2-1 =	3	m	-
Velocidade segmento 2-1 =	1,561086	m/s	Eq. 11
Perda de carga segmento 2-1 =	0,372148	m	Eq. 12
Pressão no 2° chuveiro =	9,238725	m.c.a	Eq. 13
Vazão no 2° chuveiro =	76,89463	L/min	Eq. 14
Chuveiro 3:			
Vazão segmento 3-2 =	0,002537	m ³ /s	-
Diâmetro segmento 3-2 =	29,4661	mm	Eq. 10
Diâmetro adotado (mm) =	32	mm	-
Comprimento do segmento 3-2 =	3	m	-
Velocidade segmento 3-2 =	3,154597	m/s	Eq. 11
Perda de carga segmento 3-2 =	1,367485	m	Eq. 12
Pressão no 3° chuveiro =	10,60621	m.c.a	Eq. 13
Vazão no 3° chuveiro =	82,38916	L/min	Eq. 14

Fonte: O Autor (2020).

Tabela 8 - Planilha para dimensionamento, parte 2

Chuveiro 4:			
Vazão segmento 4-3 =	0,00391	m³/s	-
Diâmetro segmento 4-3 =	36,58112	mm	Eq. 10
Diâmetro adotado (mm) =	40	mm	-
Comprimento do segmento 4-3 =	3	m	-
Velocidade segmento 4-3 =	3,111662	m/s	Eq. 11
Perda de carga segmento 4-3 =	1,026899	m	Eq. 12
Pressão no 4° chuveiro =	11,63311	m.c.a	Eq. 13
Vazão no 4° chuveiro =	86,28551	L/min	Eq. 14
Chuveiro 5:			
Vazão segmento 5-4 =	0,005348	m³/s	-
Diâmetro segmento 5-4 =	42,78235	mm	Eq. 10
Diâmetro adotado (mm) =	50	mm	-
Comprimento do segmento 5-4 =	3	m	-
Velocidade segmento 5-4 =	2,723878	m/s	Eq. 11
Perda de carga segmento 5-4 =	0,618307	m	Eq. 12
Pressão no 5° chuveiro =	12,25141	m.c.a	Eq. 13
Vazão no 5° chuveiro =	88,54889	L/min	Eq. 14
Ponto A:			
Vazão no ponto A =	0,006824	m³/s	-
Diâmetro segmento A-5 =	48,32587	mm	Eq. 10
Diâmetro adotado =	50	mm	-
Comprimento do segmento A-5 =	9,22	m	-
Velocidade segmento 5-4 =	3,475504	m/s	Eq. 11
Perda de carga segmento 5-4 =	2,982631	m	Eq. 12
Pressão no ponto A =	15,23405	m.c.a	Eq. 13
Fator KA =	104,9038	L/min/ $\sqrt{\text{m.c.a}}$	
Fator KA2 =	25,29822	L/min/ $\sqrt{\text{m.c.a}}$	
Ponto B:			
Vazão segmento B-A =	0,006824	m³/s	-
Diâmetro segmento B-A =	48,32587	mm	Eq. 10
Diâmetro adotado =	50	mm	-
Comprimento do segmento B-A =	3,1	m	-
Velocidade segmento B-A =	3,475504	m/s	Eq. 11
Perda de carga segmento B-A =	1,002837	m	Eq. 12
Pressão no ponto B =	16,23688	m.c.a	Eq. 13
Vazão no ponto B =	422,7101	L/min	Eq. 14
Ponto C:			
Vazão segmento C-B =	0,013869	m³/s	-
Diâmetro segmento C-B =	68,89429	mm	Eq. 10
Diâmetro adotado =	75	mm	-
Comprimento do segmento C-B =	3,1	m	-
Velocidade segmento C-B =	3,139369	m/s	Eq. 11
Perda de carga segmento C-B =	0,516986	m	Eq. 12
Pressão no ponto C =	16,75387	m.c.a	Eq. 13
Vazão no ponto C =	429,387	L/min	Eq. 14

Fonte: O Autor (2020).

Tabela 9 - Planilha para dimensionamento, parte 3

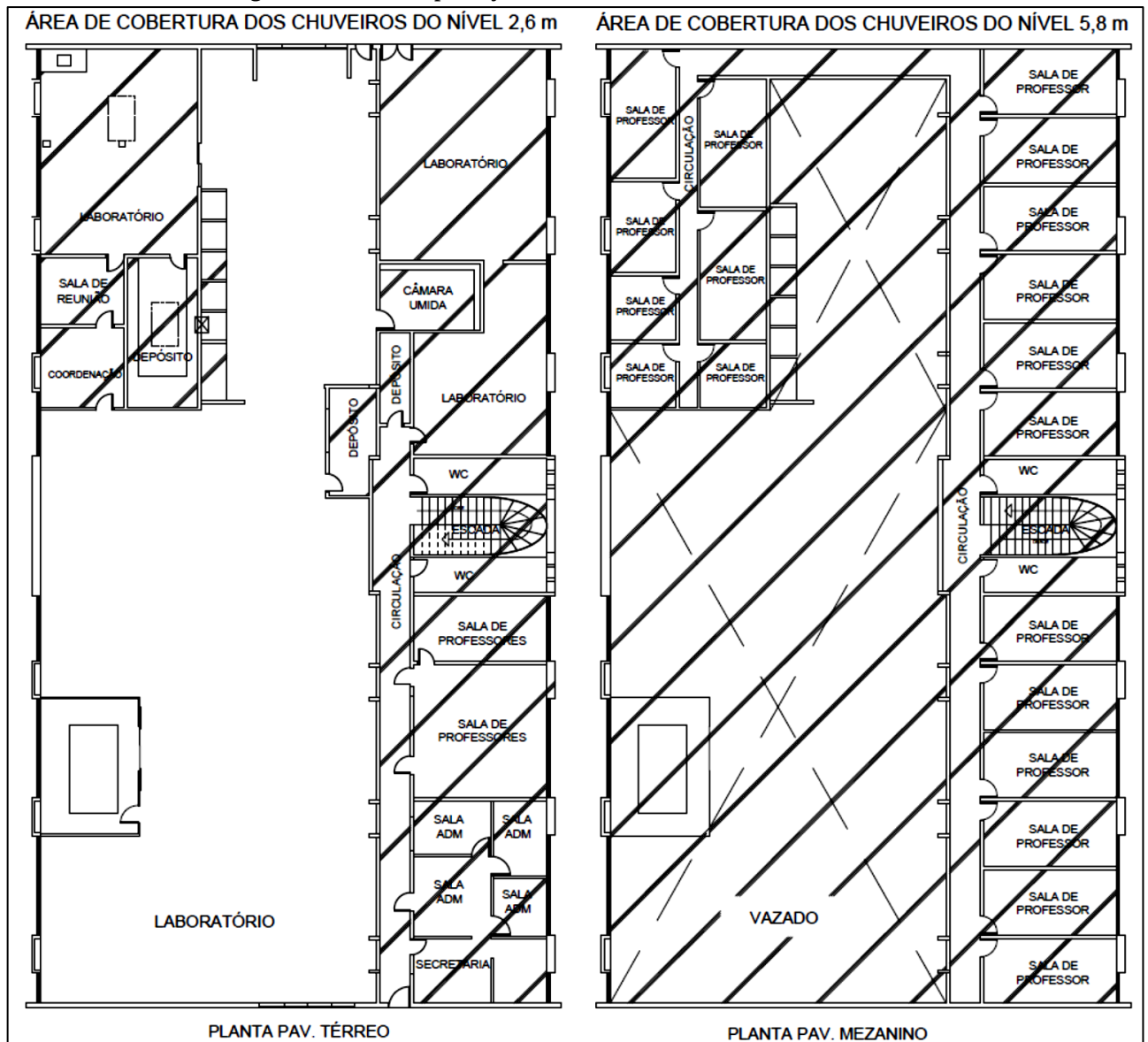
Ponto D:			
Vazão segmento D-C =	0,021026	m ³ /s	-
Diâmetro segmento D-C =	84,82652	mm	Eq. 10
Diâmetro adotado =	100	mm	-
Comprimento do segmento D-C =	3,1	m	-
Velocidade segmento D-C =	2,677082	m/s	Eq. 11
Perda de carga segmento D-C =	0,27499	m	Eq. 12
Pressão no ponto D =	17,02886	m.c.a	Eq. 13
Vazão no ponto D =	104,3957	L/min	Eq. 14
Ponto VGA:			
Vazão segmento D-VGA =	0,022766	m ³ /s	-
Diâmetro segmento D-VGA =	88,26656	mm	Eq. 10
Diâmetro adotado =	100	mm	-
Comprimento do segmento D-VGA =	32,3	m	-
Velocidade segmento D-VGA =	2,898617	m/s	Eq. 11
Perda de carga segmento D-VGA =	3,319221	m	Eq. 12
Desnível entre VGA e ponto D =	4	m	-
Pressão no ponto VGA =	24,34808	m.c.a	Eq. 13
Vazão no ponto VGA =	1365,941	L/min	Eq. 14

Fonte: O Autor (2020).

Essa planilha foi desenvolvida exclusivamente para este trabalho. Com ela, consegue-se realizar, automaticamente, boa parte dos cálculos do dimensionamento, facilitando a escolha do melhor diâmetro para cada segmento da canalização.

As Figuras 10 e 11 representam o *layout* das instalações do sistema de chuveiros automáticos nos pavimentos térreo e mezanino, sendo apresentadas as instalações de chuveiros no nível 5,8m e 2,6m respectivamente. Onde os chuveiros do nível 2,6m são os responsáveis pela proteção das áreas do pavimento térreo, que são cobertas pela laje do mezanino. Já os chuveiros do nível 5,8m são os responsáveis pela proteção das demais áreas, sendo elas: as áreas do mezanino e as áreas descobertas pelo mezanino (como a área de depósito de matérias, onde fica a prensa, o pórtico metálico e etc), conforme ilustra as hachuras da figura 9, tanto para o nível 2,6m quanto para o nível 5,8m. Além do layout em vista horizontal (figuras 10 e 11), há também uma representação esquemática dos chuveiros em vista vertical, mostrado na figura 12, onde é apresentado os ramais 10 e 4, respectivamente, do sistema de chuveiros automáticos.

Figura 9 - Áreas de proteção dos chuveiros nos níveis 2,6m e 5,8m



Fonte: O Autor (2020).

Na determinação do traçado do *layout*, procurou-se uma forma de distribuir os chuveiros uniformemente pelo laboratório, de modo que nenhuma área ficasse desprotegida pelos chuveiros. Tendo em vista que a área a ser protegida no laboratório (pavimento térreo mais mezanino) é de aproximadamente 1512 m², e que a área de cobertura máxima do chuveiro, para o dimensionamento em questão, é de 12,1 m², teoricamente, seriam necessários 125 chuveiros. Entretanto, para que todas as salas fossem protegidas foram utilizados 173 chuveiros distribuídos uniformemente, sendo, 9,3 m², a área de cobertura adotada por chuveiro. Além disso, alguns chuveiros tiveram que ficar muito próximos de paredes e pilares, sendo respeitado a distância mínima de 100 mm entre o chuveiro e a parede, e de 1,8 m entre chuveiros.

Na tabela 10, está presente um resumo dos resultados gerais do dimensionamento do sistema de chuveiros automáticos. Ela contém informações a respeito das bombas necessárias, dos critérios do sistema de abastecimento de água e dos equipamentos necessários.

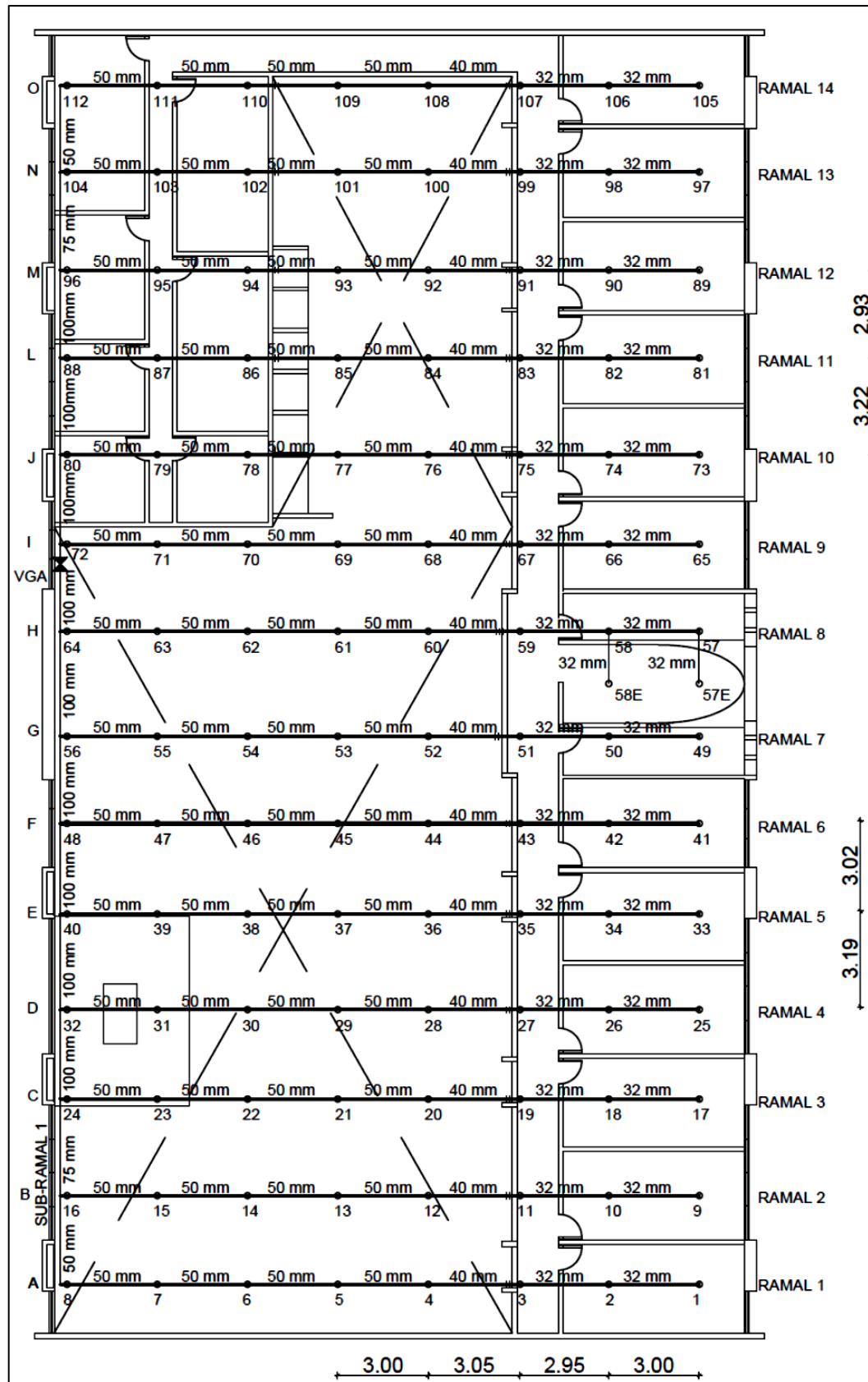
Para escolha das bombas foi utilizado um catalogo técnico do fabricante Bombas King. Através das tabelas e gráficos presentes, foi possível escolher como bomba principal o modelo IRR 125-100-330 5x4-APX, que possui 40 cv e é capaz de fornecer 152 m³/h a uma altura manométrica de 36 m. E como bomba de pressurização foi escolhido a bomba do modelo C7 x N7, que possui 3 cv e é capaz de fornecer 10,1 m³/h a uma altura manométrica de 35 m.

Tabela 10 - Resultados do dimensionamento do sistema de chuveiros automáticos

RESULTADOS		
Sistema de abastecimento	Chuveiros automáticos:	Canalização
Bomba principal:	Chuveiros automáticos:	Canalização:
Pressão requerida = 34,35 m.c.a	Tipo: spray de cobertura padrão	Material: Aço carbono
Vazão requerida = 2318,95 L/min	Velocidade de operação: resposta rápida	Conexões: Aço carbono
Potência adotada = 40cv	Vazão mínima = 75,33 L/min	Ø canal de sucção: 150 mm
Acionamento: Pressostato	Pressão mínima = 8,87 m.c.a	Ø coluna de incêndio: 100 mm
Desligamento: Manual	Fator de vazão = 80	Ø sub-ramal no trecho A-B: 50 mm
Bomba Jockey:	Tempo de operação = 60 min.	Ø sub-ramal no trecho B-C: 75 mm
Pressão requerida = 35 m.c.a	Área de operação = 140 m ²	Ø sub-ramal no trecho C-VGA: 100 mm
Vazão requerida = 20 L/min	Densidade de água = 8,1 L/min/m ²	Ø sub-ramal no trecho N-O: 50 mm
Potência adotada = 3cv	Nº de chuveiros na área de operação= 16	Ø sub-ramal no trecho M-N: 75 mm
Acionamento: Pressostato	Nº de chuveiros em todo o sistema = 173	Ø sub-ramal no trecho M-VGA: 100 mm
Desligamento: Pressostato	Orientação: Pendente	Ø ramal no trecho 1-2: 32 mm
Reservatório:	Acionador: Ampola de vidro	Ø ramal no trecho 2-3: 32 mm
Tipo: Subterrâneo	Líquida da ampola: Amarelo	Ø ramal no trecho 3-4: 40 mm
Capacidade = 139,1 m ³	Temperatura nominal de atuação: 79°C	Ø ramal no trecho 4-8: 50 mm
Profundidade = 2 m	Diâmetro nominal: 13 mm	Altura do piso aos ramais: 2,6 m
Dimensões: 6m x 11,6m	Área de cobertura: 9,3 m ²	Altura do térreo ao sub-ramal: 5,8 m
Folga d'água = 20 cm	Espaçamento: 3,1m x 3,0m	Válvulas de governo e alarme: 1 unid.

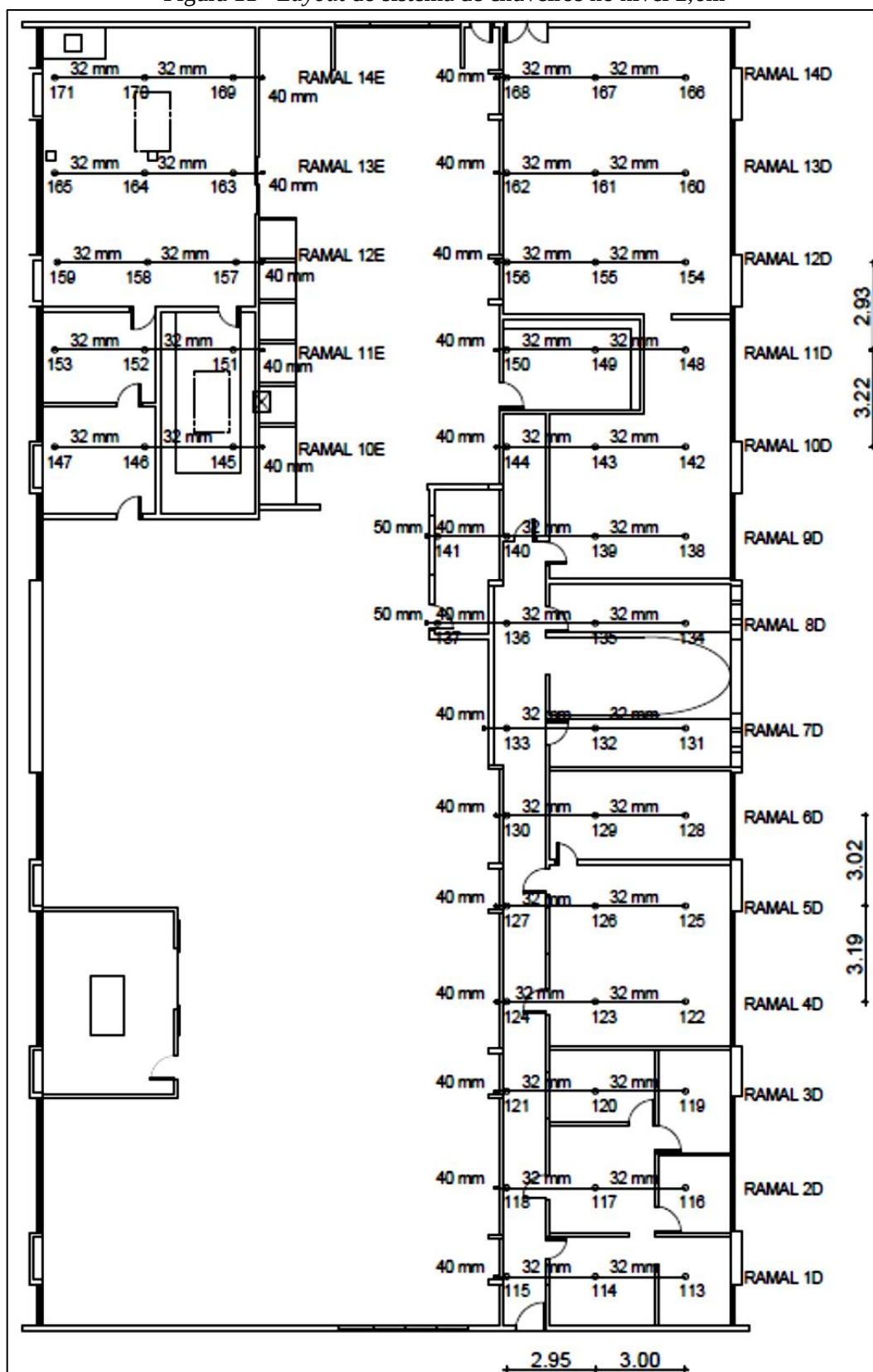
Fonte: O Autor (2020).

Figura 10 - Layout do sistema de chuveiros no nível 5,8m



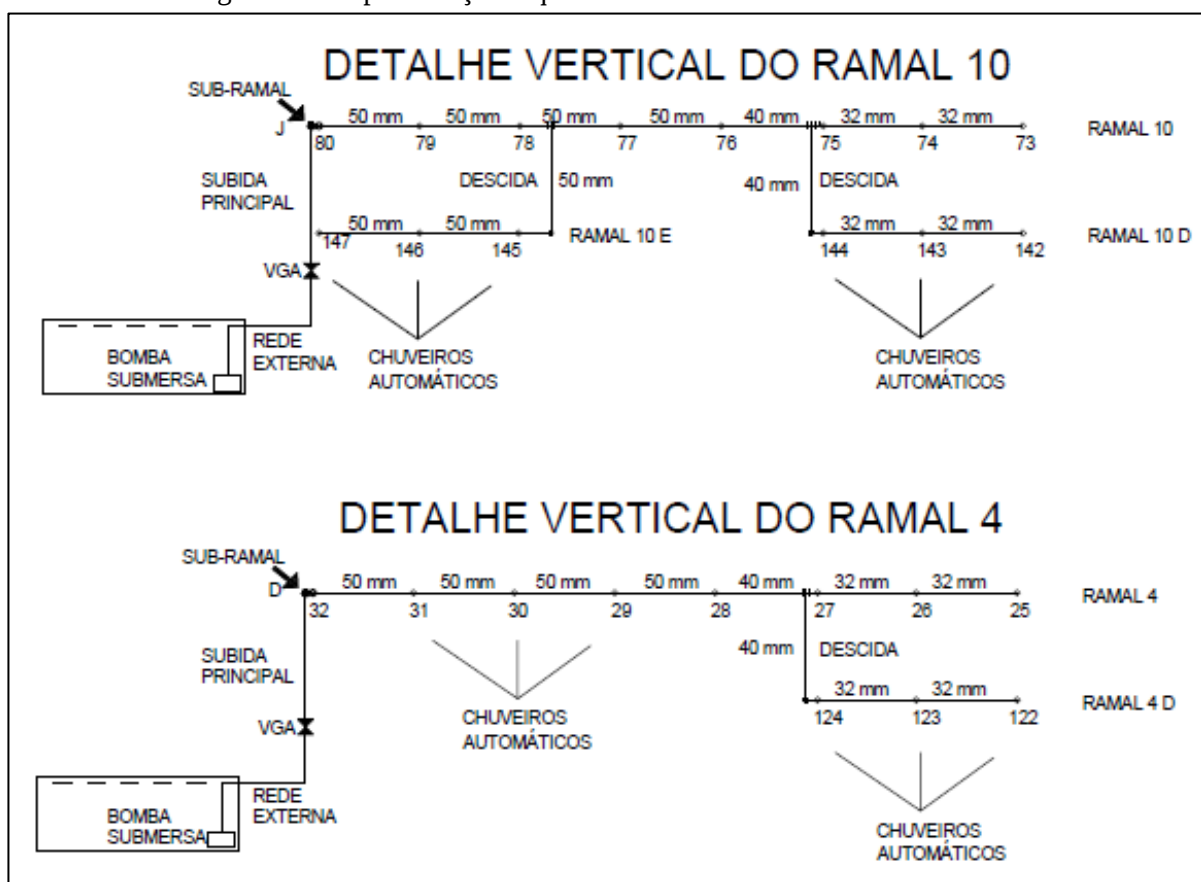
Fonte: O Autor (2020).

Figura 11 - Layout do sistema de chuveiros no nível 2,6m



Fonte: O Autor (2020).

Figura 12 - Representação esquemática dos chuveiros em vista vertical



Fonte: O Autor (2020).

5 CONCLUSÕES

O uso de chuveiros automáticos no Brasil vem aumentando ultimamente, entretanto, há ainda falta de conhecimento em boa parte dos profissionais que atuam no mercado. E, há essa ausência, até nos cursos de formação de engenheiros civis, onde, em grande parte deles, os assuntos relacionados a incêndio são pouco tratados.

O objetivo principal deste trabalho foi mostrar a importância dos sistemas de combate a incêndio, principalmente por meio dos chuveiros automáticos (sprinklers), que consistem em um meio de extinção bastante eficaz por atuar rapidamente no foco de incêndio, impedindo sua propagação. Além disso, esse tipo de sistema possui capacidade de atender bem a qualquer tipo de edificação. Neste trabalho, procurou-se, também, apresentar, de forma clara e objetiva, o procedimento de dimensionamento de um sistema de sprinklers, através de cálculos hidráulicos, demonstrando todo o procedimento de cálculo em um sequencia simples de etapas, além de aplicar esse procedimento em caso real, dimensionando um sistema de chuveiros automáticos para o galpão de estruturas do Departamento de Engenharia Civil da UFPE, destinado a uso misto no qual funcionam atividades administrativas como sala dos professores e secretarias, além das atividades de pesquisa desenvolvidas nos diversos laboratórios que o compõe.

O sistema de sprinklers utilizado consiste em uma rede de chuveiros automáticos, com ramais laterais e alimentação central, distribuídos por toda edificação uniformemente, ativados pelo calor do fogo, fazendo com que seja lançada água sobre o foco de incêndio, com vazões, pressões e distanciamentos de acordo com o grau de risco determinado por norma, alimentados por uma rede de canalização aérea com diâmetros apropriados, a partir de um sistema de bombas de incêndio e de uma reserva de água exclusiva.

Espera-se que este trabalho seja útil e enriquecedor para os profissionais do ramo, bem como para os estudantes que estiverem interessados no assunto. E, através dele, deseja-se contribuir para o entendimento do assunto de forma prática e didática. Sendo apresentado também um projeto básico para um sistema de proteção ativa contra incêndios através de chuveiros automáticos para o laboratório de estruturas do Departamento de Engenharia Civil da UFPE.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10897**: sistemas de proteção contra incêndios por chuveiros automáticos-requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2014. p. 130.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13792**: proteção contra incêndio, por sistema de chuveiro automático, para áreas de armazenamento em geral-procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1997. p. 29.

BATISTA, Liz. **Joelma e Andraus**: fogo e tragédia em SP. Disponível em: <http://m.acervo.estadao.com.br/noticias/acervo,joelma-e-andraus-fogo-e-tragedia-em-sp,70002290695,0.htm>. Acesso em: 26 out. 2019.

BECKER, Sabrina Crivellaro. **Dimensionamento de sistemas hidráulicos de combate a incêndio**. 2005. Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2005. 121 p.

CORRÊA, Cristiano. Mapeamento de Incêndios em edificações: um estudo de caso na cidade do Recife. **Revista de Engenharia Civil IMED**, v. 2, n. 3, p. 15-34, 2015.

DEL CARLO, U. A segurança contra incêndio no Brasil. In: SEITO, A. I.; GIL, A. A.; PANNONI, F. D.; ONO, R.; SILVA, S. B.; DEL CARLO, U.; SILVA, V. P. **A Segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 9-17.

DEL CARLO, U. A segurança contra incêndio no mundo. In: SEITO, A. I.; GIL, A. A.; PANNONI, F. D.; ONO, R.; SILVA, S. B.; DEL CARLO, U.; SILVA, V. P. **A Segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 1-7.

FOGO e morte outra vez. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/blog/reveja/fogo-e-morte-outra-vez-estampava-a-cap-a-de-veja-em-1974/>. Acesso em: 26 out. 2019.

GUIMARÃES, Mariele Ribeiro; RIZZATTE, Raquel Aline Andrade; SOUSA, Thaís Cássia de Oliveira; LEÃO, Thaisa Soares. **Instalação e dimensionamento de Sprinklers**: um roteiro para a análise de projetos. São Paulo: Instituto Sprinkler Brasil, 2017. (Publicações do Prêmio Instituto Sprinkler Brasil, p.113).

INCÊNDIO de desabamento do prédio no Largo do Paissandu completam um ano; veja o que se sabe sobre o caso. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2019/05/01/incendio-e-desabamento-do-predio-no-largo-do-paissandu-completa-um-ano-veja-o-que-se-sabe-sobre-o-caso.ghtml>. Acesso em: 26 de outubro de 2019.

INMETRO. **Sprinkler** (Chuveiro automático para extinção de incêndio).

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 13**: standard for the installation of sprinkler systems. NFPA, 2013.

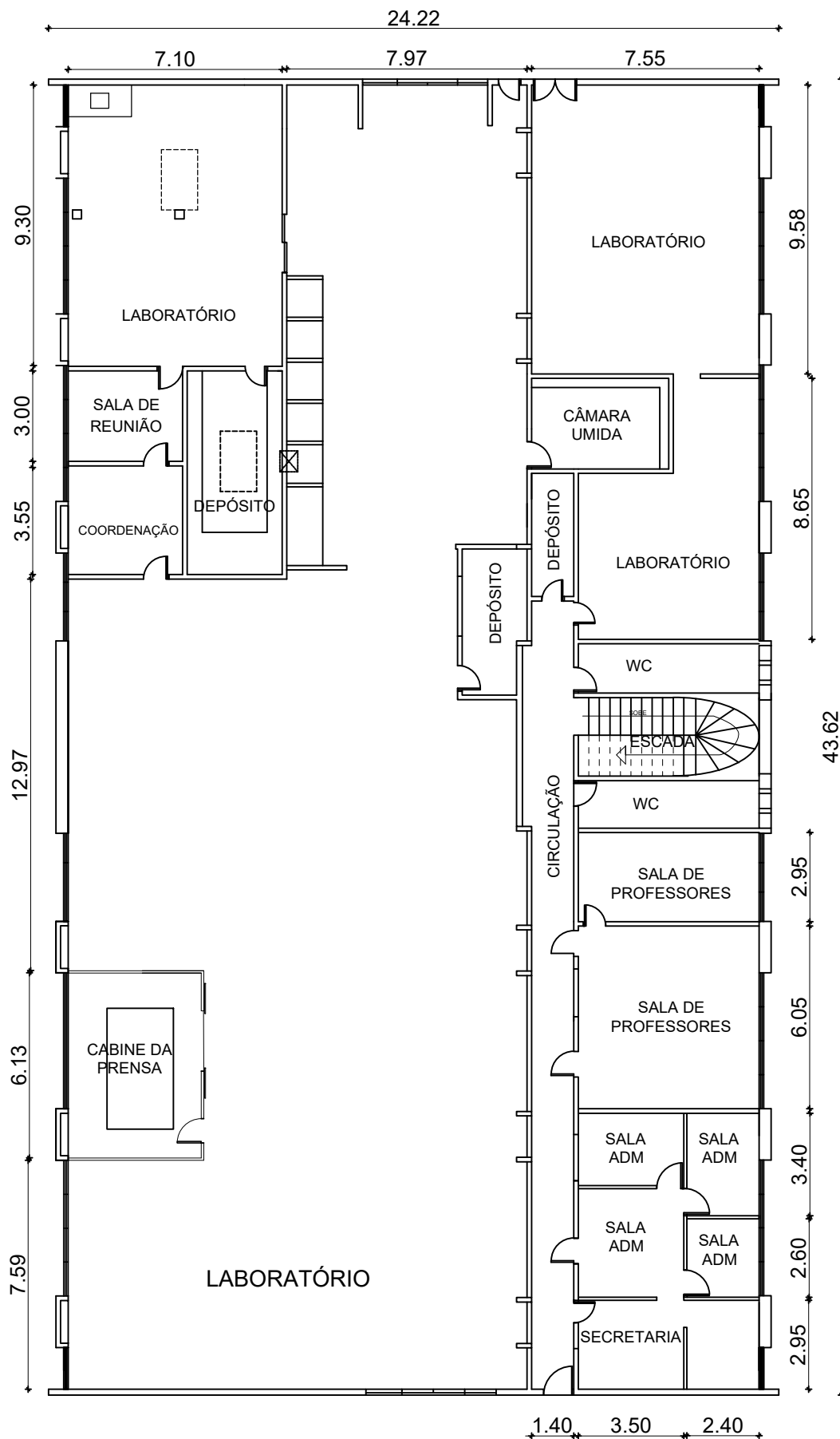
O QUE sabe sobre o incêndio no Museu Nacional, no Rio. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2018/09/04/o-que-se-sabe-sobre-o-incendio-no-museu-nacional-no-rio.ghtml>. Acesso em: 26 out. 2019.

O QUE se sabe sobre o incêndio no CT do Flamengo. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/brasil/o-que-se-sabe-sobre-o-incendio-no-ct-do-flamengo/>. Acesso em: 7 de maio de 2020.

PERNAMBUCO. Governo do Estado. **Código de segurança contra incêndio e pânico para o Estado de Pernambuco**. Recife, 1997. p. 109.

SILVA, R. J. V. **Dimensionamento de redes de Sprinklers**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto-PT, 2012. 94 p.

TRAGÉDIA em boate no RS: o que já se sabe e as perguntas a responder. Disponível em: <http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2013/01/tragedia-em-santa-maria-o-que-ja-se-sabe-e-perguntas-responder.html>. Acesso em: 26 out. 2019.



PROJETO DE SPRINKLERS

Trabalho de Conclusão de Curso

ESC.: 1:200

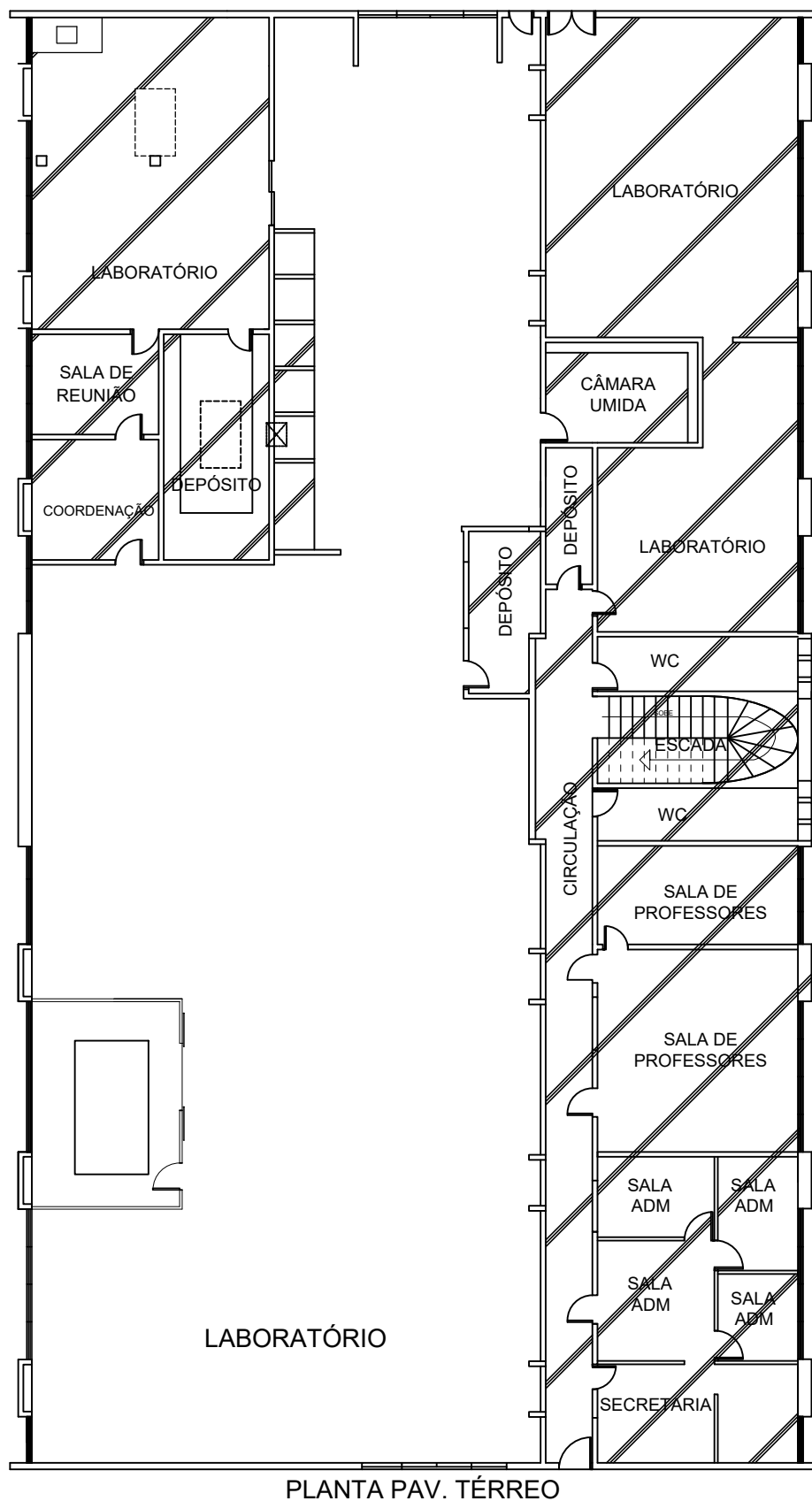
OBRA: Laboratório de estruturas do departamento de Engenharia Civil - CTG -UFPE

PLANTA Nº
01/08

TÍTULO: Planta baixa pav. Térreo

REVISÃO 01

ÁREA DE COBERTURA DOS CHUVEIROS DO NÍVEL 2,6 m



PROJETO DE SPRINKLERS

Trabalho de Conclusão de Curso

ESC.: 1:200

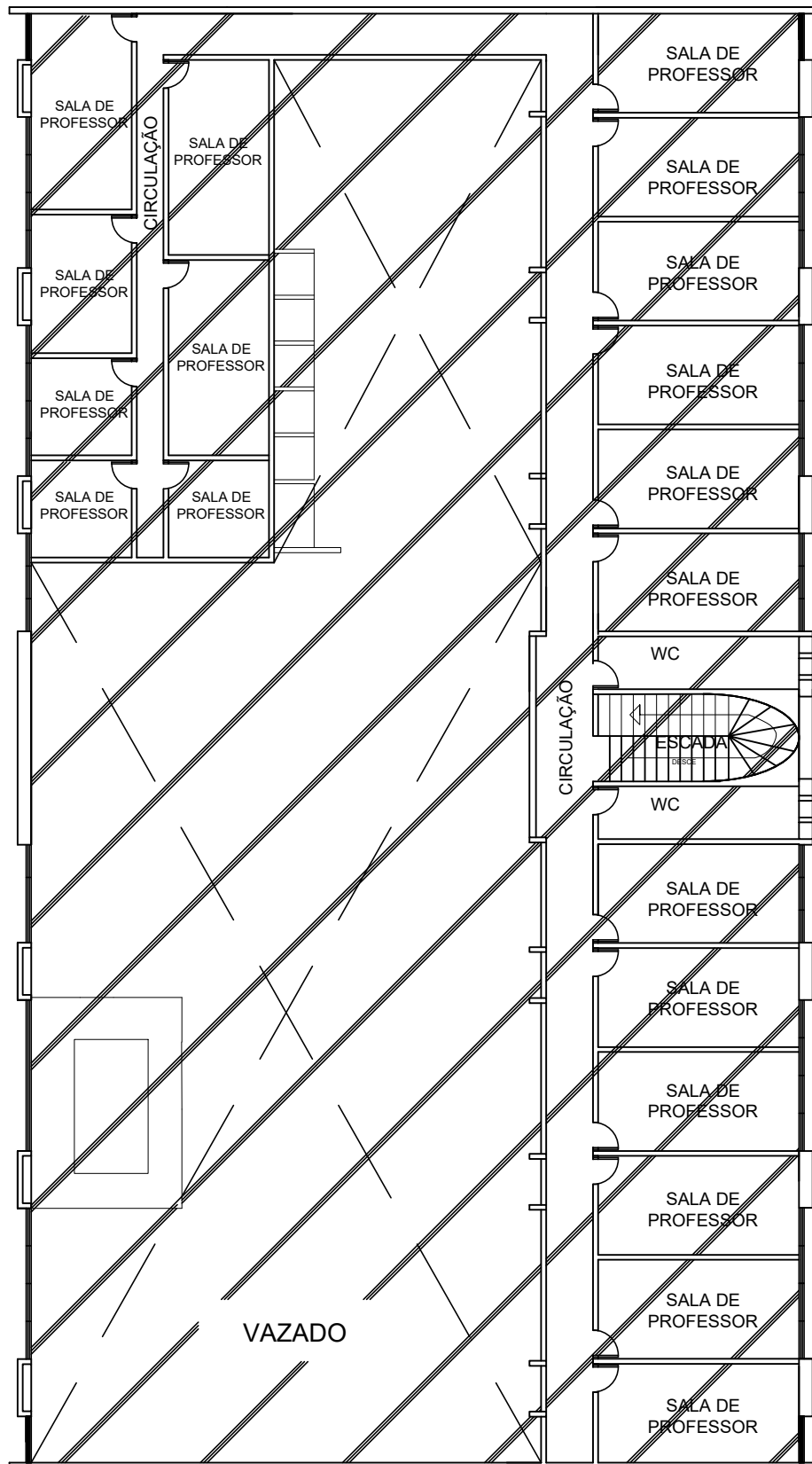
OBRA: Laboratório de estruturas do departamento de Engenharia Civil - CTG -UFPE

PLANTA Nº
03/08

TÍTULO: Área de cobertura dos chuveiros no pav. Térreo

REVISÃO 01

ÁREA DE COBERTURA DOS CHUVEIROS DO NÍVEL 5,8 m



PLANTA PAV. MEZANINO

PROJETO DE SPRINKLERS

Trabalho de Conclusão de Curso

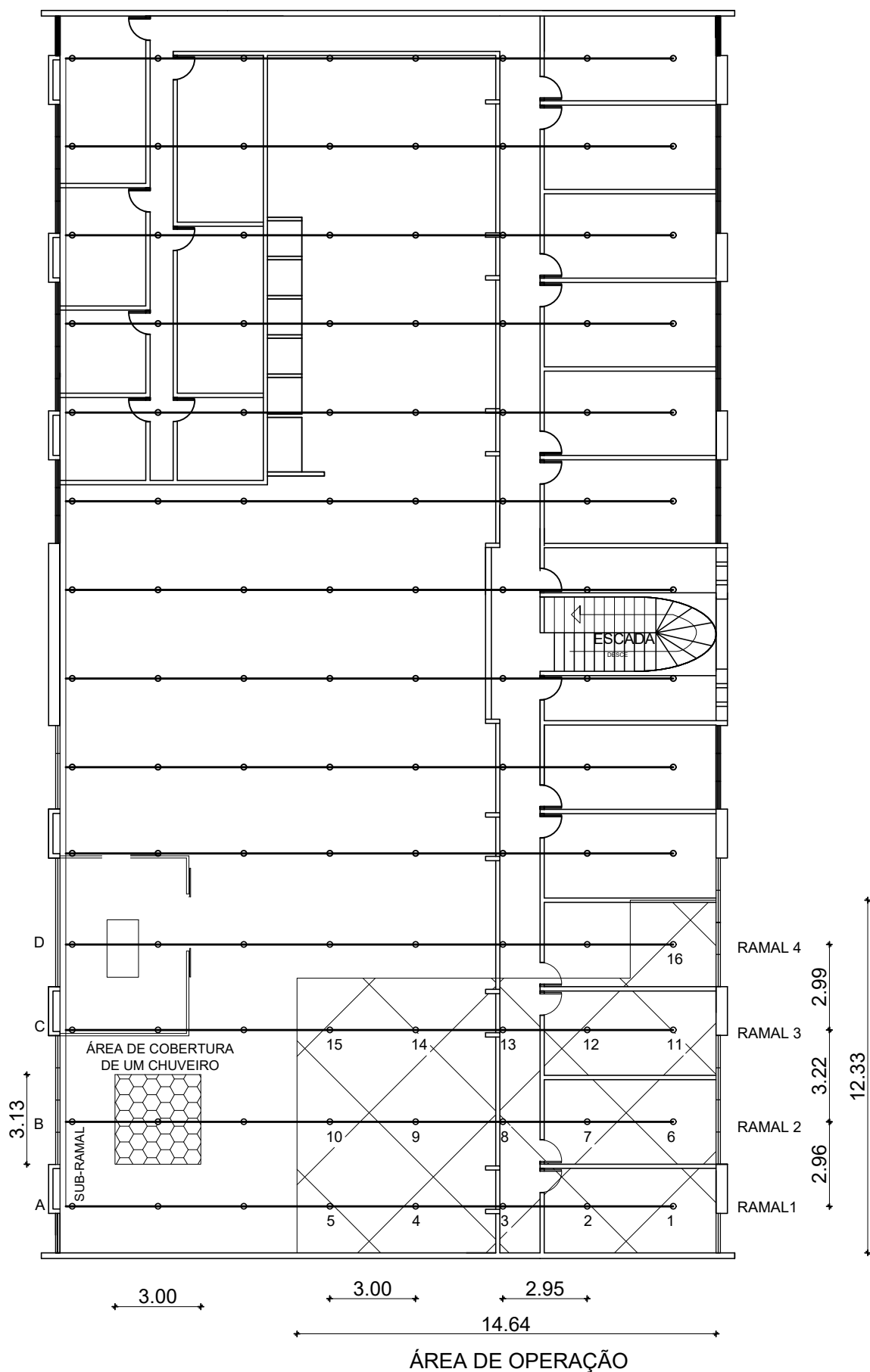
ESC.: 1:200

OBRA: Laboratório de estruturas do
departamento de Engenharia Civil - CTG -UFPE

PLANTA Nº
04/08

TÍTULO: Área de cobertura dos chuveiros no pav. Mezanino

REVISÃO 01



PROJETO DE SPRINKLERS

Trabalho de Conclusão de Curso

ESC.: 1:200

OBRA: Laboratório de estruturas do
departamento de Engenharia Civil - CTG -UFPE

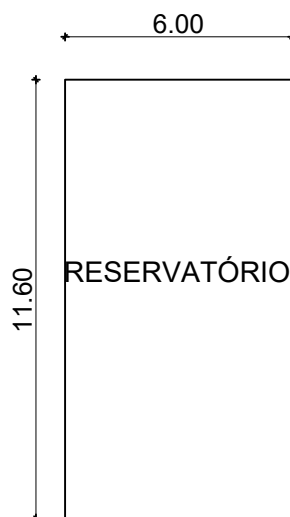
PLANTA Nº
05/08

TÍTULO: Área de operação

REVISÃO 01

Legenda

- Canalização
- ⌵ Válvula de governo e alarme
- III Tê de descida
- Chuveiro automático
- Joelho de 90°



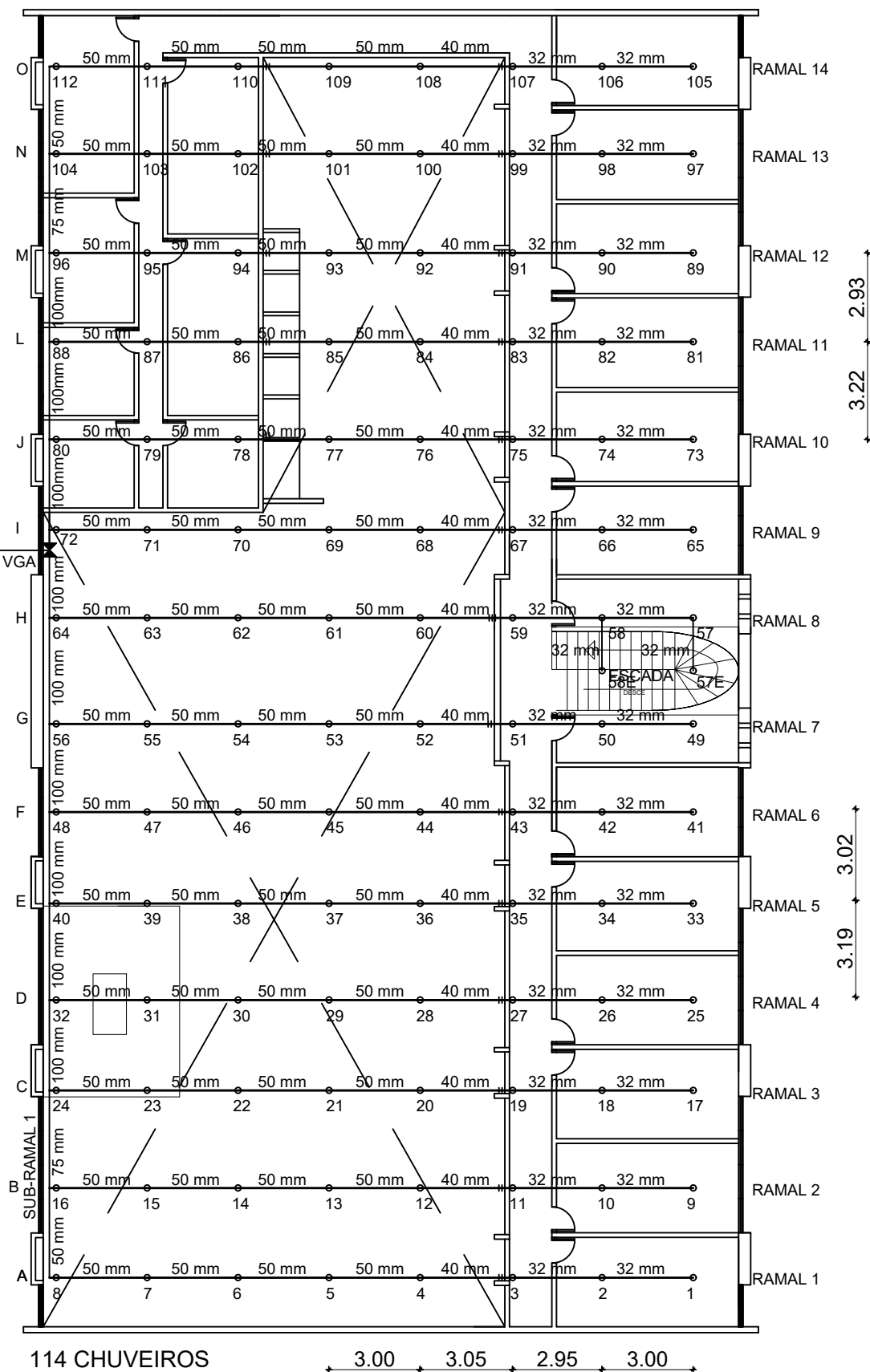
NOTAS:

A distância mínima permitida entre um chuveiro e uma parede é de 100 mm.

Os ramais 7, 8 e 14, foram deslocados 20 cm em relação a posição calculada, ficando cada um com uma distância de 30 cm em relação a parede mais próxima.

Os ramais 1, 3, 5, 10 e 12 foram deslocados de 8 a 15 cm, de modo que a distância entre os ramais e o pilar seja de 10 cm.

Os chuveiros 3, 11, 19, 27, 35, 43, 67, 75, 83, 91, 99 e 107 foram deslocados 5 cm de sua posição calculada, de modo que todos eles fiquem com uma distância mínima de 100 mm em relação a parede mais próxima.



PROJETO DE SPRINKLERS

Trabalho de Conclusão de Curso

ESC.: 1:200

OBRA: Laboratório de estruturas do departamento de Engenharia Civil - CTG -UFPE

PLANTA Nº
06/08

TÍTULO: Layout da instalação no nível 5,8m

REVISÃO 01

Legenda

- Canalização
- ⌵ Válvula de governo e alarme
- III Tê de descida
- Chuveiro automático
- Joelho de 90°

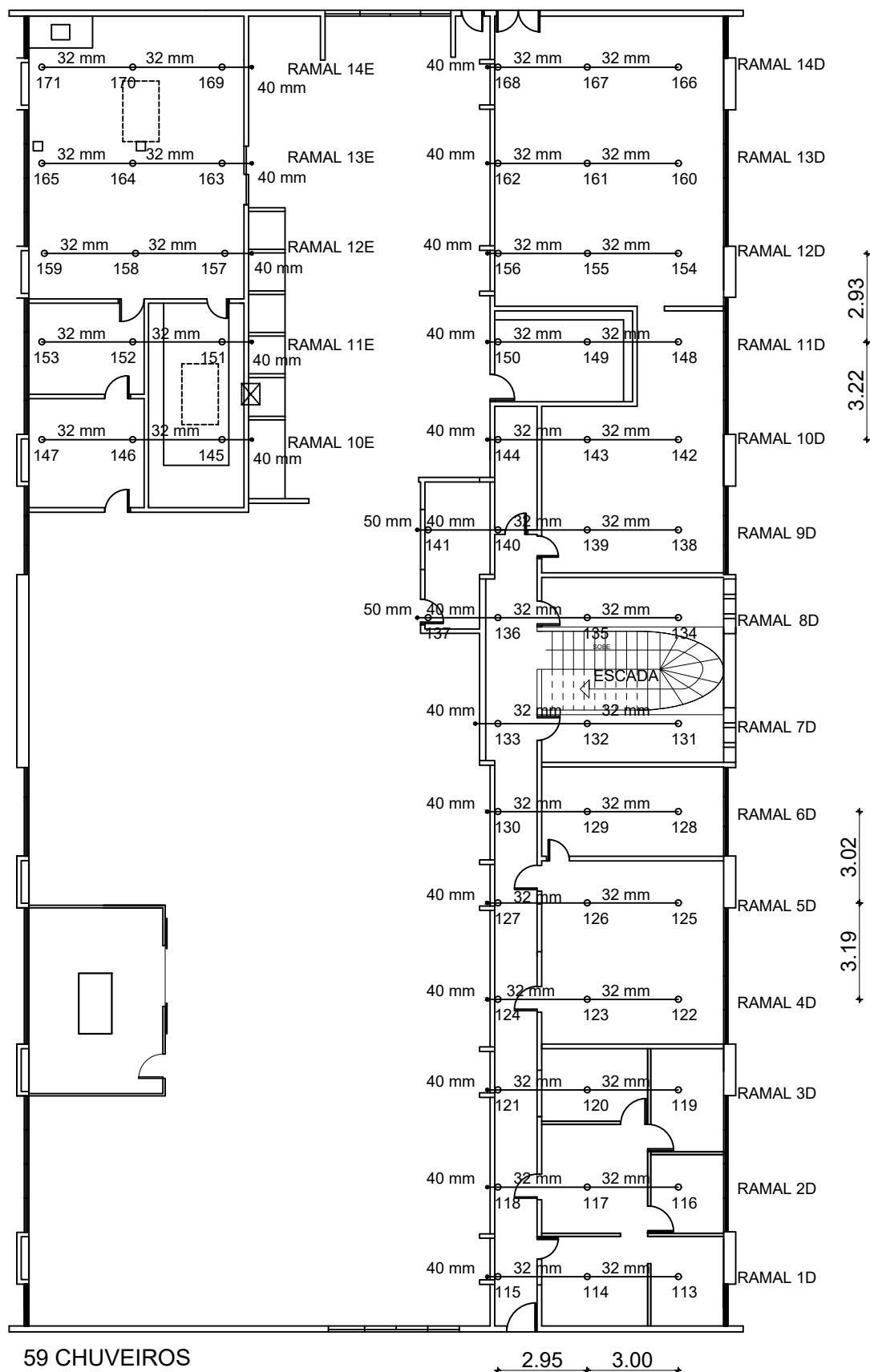
NOTAS:

A distância mínima permitida entre um chuveiro e uma parede é de 100 mm.

Os ramais 7D, 8D, 14D e 14E foram deslocados 20 cm em relação a posição calculada, ficando cada um com uma distância de 30 cm em relação a parede mais próxima.

Os ramais 1D, 3D, 5D, 10D, 10E, 12D e 12E foram deslocados de 8 a 15 cm, de modo que a distância entre os ramais e o pilar seja de 10 cm

Os chuveiros 115, 118, 121, 124, 127, 130, 140, 144, 150, 156, 162 e 168 foram deslocados 5 cm de sua posição calculada, de modo que todos eles fiquem com uma distância mínima de 100 mm em relação a parede mais próxima.



PROJETO DE SPRINKLERS

Trabalho de Conclusão de Curso

ESC.: 1:200

OBRA: Laboratório de estruturas do departamento de Engenharia Civil - CTG -UFPE

PLANTA Nº
07/08

TÍTULO: Layout da instalação no nível 2,6m

REVISÃO 01

Diagrama de layout de rede para o RAL 10. O diagrama mostra a conexão entre a SUBIDA PRINCIPAL e o RAL 10. A SUBIDA PRINCIPAL possui uma conexão para a REDE EXTERNA (RJ45) e um ponto de conexão para o RAL 10 (RJ45). O RAL 10 é dividido em duas partes: RAMAL 10 E e RAMAL 10 D. O RAMAL 10 E possui 5 pontos de conexão (RJ45) e o RAMAL 10 D possui 3 pontos de conexão (RJ45). O diagrama indica a distância entre os pontos de conexão e a largura da sala. A largura da sala é de 3.20m. A distância entre os pontos de conexão é de 2.80m. A distância entre os pontos de conexão é de 6.93m, 7.77m e 6.30m. A distância total entre os pontos de conexão é de 21.22m.

- Canalização
- ⌘ Válvula de governo e alarme
- III Tê de descida
- Chuveiro automático
- Joelho de 90°

Trabalho de Conclusão de Curso	ESC.: 1:200
OBRA: Laboratório de estruturas do departamento de Engenharia Civil - CTG -UFPE	PLANTA Nº 08/08
TÍTULO: Detalhe vertical do sistema	REVISÃO 01