

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ERICK VERISSIMO NASCIMENTO

LETÍCIA GABRIELA DE SOUSA SILVA

**CRIAÇÃO DE SOFTWARE PARA CÁLCULO DE SISTEMA
DE COMBATE AO INCÊNDIO EM EDÍFICIOS
RESIDENCIAIS PARA REGIÃO DE GOIÁS**

ANÁPOLIS / GO

2017

**ERICK VERISSIMO NASCIMENTO
LETÍCIA GABRIELA DE SOUSA SILVA**

**CRIAÇÃO DE SOFTWARE PARA CÁLCULO DE SISTEMA
DE COMBATE AO INCÊNDIO EM EDÍFÍCIOS
RESIDENCIAIS PARA REGIÃO DE GOIÁS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

ORIENTADOR: AGNALDO ANTONIO TEODORO DA SILVA

ANÁPOLIS / GO: 2017

FICHA CATALOGRÁFICA

NASCIMENTO, ERICK VERISSIMO/ SILVA, LETÍCIA GABRIELA DE SOUSA

Criação de Software para cálculo de sistema de combate ao Incêndio em edifícios residenciais para região de Goiás

186P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2017).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

1. Incêndio	2. Fogo
3. Normas de prevenção e combate a incêndio	4. Combate e Prevenção de Incêndio
I. ENC/UNI	II. Título (Série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

NASCIMENTO, Erick Verissimo; SILVA, Leticia Gabriela. Criação de Software para cálculo de sistema de combate ao Incêndio em edifícios residenciais para o estado de Goiás. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 186p. 2017.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Erick Verissimo Nascimento

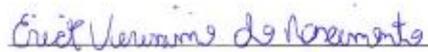
Leticia Gabriela de Sousa Silva

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Criação de Software para cálculo de sistema de combate ao Incêndio em edifícios residenciais para o estado de Goiás

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

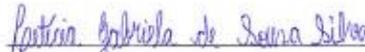
ANO: 2017

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Erick Verissimo Nascimento

E-mail: erick.gps@hotmail.com



Leticia Gabriela de Sousa Silva

E-mail: leticiagabi12@gmail.com

ERICK VERISSIMO NASCIMENTO
LETÍCIA GABRIELA DE SOUSA SILVA

**CRIAÇÃO DE SOFTWARE PARA CÁLCULO DE SISTEMA
DE COMBATE AO INCÊNDIO EM EDÍFICIOS
RESIDENCIAIS PARA REGIÃO DE GOIÁS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL

APROVADO POR:



AGNALDO ANTONIO TEODORO DA SILVA, Especialista (UniEvangélica)
(ORIENTADOR)



ANNA PAULA BECHEPECHE, Doutora (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)



JOÃO SILVEIRA BELÉM JÚNIOR, Mestre (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)

DATA: ANÁPOLIS/GO, 29 de novembro de 2017.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, porque sei que sem sua graça não teria chegado a este tão sonhado momento e nada disso seria possível.

Aos meus pais e minha irmã por terem estado ao meu lado, me provendo apoio e suporte por toda esta caminhada, e por ter me aguentado todos esses anos.

A Marcella Arantes e Wanessa Hayssa que contribuíram de certa forma para que este momento fosse possível, e também a todos meus outros amigos que me ajudaram, desde conselhos a críticas, que sem vocês não estaria aqui.

A Leticia Gabriela, minha parceira de trabalho que teve de total paciência, companheirismo e dedicação durante todo este período, E também para o nosso orientador Agnaldo Antônio, por toda atenção, paciência e tempo, para que chegássemos este tão esperado momento.

Erick Verissimo Nascimento

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado força, paciência e por nunca me fazer desistir dos desafios e por sempre me atender a todos momentos de dificuldades até aqui.

Agradeço ao meus queridos pais que sem eles não estaria aqui, por todo amor, apoio, paciência e compreensão.

Agradeço ao meu amigo Worllon Gabriel que me ajudou e apoiou neste momento da minha vida, Karla Lorraine, Tathyanne de Oliveira e Mariny Kelly pela compreensão da minha ausência, a minha amiga Juliana Louzeiro que sempre me escutou e teve paciência em todos os momentos, a minha parceira de moradia Nayara Cristina por sempre ter me aguentado em toda esta etapa e aos meus amigos universitários Cláudio Rabelo e Rafaela Larissa por todos os momentos até aqui e todas as palavras amigas e todos aqueles que de alguma forma colaboram por esta etapa.

Agradeço ao meu companheiro de trabalho Erick Veríssimo pela paciência e dedicação durante este período e ao nosso querido orientador Agnaldo Antônio por todas as orientações, pela paciência e tempo para finalização deste projeto.

Letícia Gabriela de Sousa Silva

RESUMO

Tendo como foco o dimensionamento na área de incêndio com a utilização das normas do estado de Goiás, devido à falta de bibliografias sobre o assunto por ser escasso e como a engenharia civil encontra-se sempre em evolução, principalmente na área da tecnologia e de computação, desenvolveu-se um programa escrito na linguagem de Java, para o dimensionamento de incêndio em diversas estruturas conforme as normas do estado de Goiás. O principal objetivo do mesmo é facilitar e agilizar o processo do dimensionamento de sistema de combate incêndio, e para que possa ser utilizada como uma ferramenta desenvolvida como referência no dimensionamentos e uma maneira mais simples de se dimensionar com os elementos necessários para um projeto de hidrantes e chuveiros automáticos. Para a criação do *Software*, implantou-se todas normas do estado de Goiás assimilada com as normas nacionais, para um dimensionamento preciso e satisfatório, todo o processo e dimensionamento foi verificado e comparado para a obtenção de resultados confiáveis, foram feitos dois dimensionamentos utilizando o *Software*, o primeiro e de um galpão industrial em que é feito o dimensionamento de chuveiros automáticos e neles foram obtidos resultados satisfatórios e todos de acordo com as normas vigentes do estado de Goiás, já o segundo dimensionamento é utilizado um Prédio residencial de 4 pavimentos e nele é feito o dimensionamento de um sistema de hidrantes com o abastecimento no reservatório superior, em ambos os casos os resultados obtidos ao final foram todos satisfatórios e dentro dos parâmetros determinados pelas Normas do estado de Goiás.

PALAVRAS-CHAVE:

Incêndio. Prevenção e combate a Incêndio. Normas do Corpo de Bombeiro de Goiás. Fogo. Segurança.

ABSTRACT

Focusing on the dimensioning of the fire area with the use of Goiás fire department standards, and due to the lack of bibliographies on the subject and the ever-evolving civil engineering, especially in the technology and computing areas, the program are written in Java language for fire projects in various structures according with the fire department of Goiás standards. The main objective is to help on the fire dimensioning, and use the developed tool as a reference when it comes to make fire project and a simple way of scaling the necessary elements for a hydrant and sprinkler projects. For the creation of the software were implemented all the standards of the state of Goiás assimilated with the existing national standards, for precise and satisfactory sizing. The entire process was verified and its results are reliable, and to prove such results were made two sizing to demonstrate how was executed the hydraulic calculation to reach the results. The first sizing was an Industrial shed and a sprinkler sizing, the second was used a residential building that contain four floors, a hydrant sizing using the software for the upper fire tanks, in both cases the final results were according to the parameters and standards of the state of Goiás.

KEYWORDS:

Fire. Fire prevention and Control. Fire department regulation. Safety.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tetraedro do Fogo.....	24
Figura 2 - Sistema 1.....	30
Figura 3 - Sistema tipo 2 – Hidrante duplo com mangueira semirrígida acoplada.	30
Figura 4 - Chuveiros automáticos.....	32
Figura 5– Sistema tipo grelha.....	33
Figura 6 - Sistema de distribuição	36
Figura 7 - Dispositivo de recalque tipo coluna.....	45
Figura 8 - Mangotinho enrolado em forma de oito e em carretel.....	46
Figura 9 - Suporte para mangueira tipo “rack”	47
Figura 10 - Condição positiva de sucção da bomba de incêndio	49
Figura 11 - Tipo de Esguicho	50
Figura 12 – Tubulação de incêndio	51
Figura 13 - Sistema hidráulico de combate a incêndio.....	52
Figura 14- Rede de chuveiros automáticos.	64
Figura 15 - Rede aberta e fechada	64
Figura 16 – Curva de densidade e área.....	72
Figura 17 – Rede hidráulica de distribuição aberta	80
Figura 18 - Menu Principal.....	88
Figura 19 - Dimensionamento do Chuveiro Automático	89
Figura 20- Permissão para o dimensionamento.....	90
Figura 21 - Permissão negada para o dimensionamento	90
Figura 22 – Substituição para compartimentação horizontal	90
Figura 23 - Substituição para compartimentação vertical	91
Figura 24 - Classificação do risco	91
Figura 25 - Dimensões.....	92
Figura 26 - Escolha de área de operação	92
Figura 27 - Quantidade de chuveiros automáticos	93
Figura 28 - Pressão mínima	94
Figura 29- Cálculo dos chuveiros automáticos do lado maior de operação	94
Figura 30 - Cálculo para sub-ramais, sucção e recalque	94
Figura 31 - Peças na canalização entre o primeiro sub -ramal e o ramal	95

Figura 32 - Peças de canalização entre o último sub - ramal de aplicação e o seu sub - ramal anterior.....	95
Figura 33 – Sub - ramais	96
Figura 34 - Peças de Recalque.....	96
Figura 35 - Recalque do chuveiro automático.....	97
Figura 36 - Peças de Sucção	97
Figura 37 - Sucção do chuveiro automático	98
Figura 38 - Dados da Bomba.....	98
Figura 39 - Ponto de Trabalho do chuveiro automático	99
Figura 40 - Bomba de pressurização do chuveiro automático.....	100
Figura 41 - Dimensionamento do Hidrante	101
Figura 42 - Dimensionamento do hidrante permitido	101
Figura 43 - Dimensionamento do hidrante negado	102
Figura 44 - Reservatório	103
Figura 45 - Canalização do ramal.....	103
Figura 46 - Dados da Norma	104
Figura 47 - Verificação.....	105
Figura 48 - Canalização de recalque do reservatório	105
Figura 49 - Dados de sucção para reservatório inferior.....	106
Figura 50 - Peças de canalização de sucção no reservatório inferior	106
Figura 51 - Peças na canalização entre os primeiros hidrantes no reservatório inferior	107
Figura 52 - Perda de cargas e da velocidade de sucção.....	108
Figura 53 - Reserva de incêndio no reservatório inferior.....	108
Figura 54 - Bomba para hidrante do reservatório inferior.....	109
Figura 55 - Ponto de trabalho da bomba no reservatório inferior	110
Figura 56 - Bomba de pressurização do hidrante no reservatório inferior	110
Figura 57 - Reservatório Superior	111
Figura 58 - Canalização do reservatório até o hidrante do último andar.....	112
Figura 59 - Bomba de Reforço para o Reservatório Superior	113
Figura 60 - Ponto de Trabalho para Bomba de Reforço.....	114
Figura 61 - Dados para o Reservatório Superior	115
Figura 62 - Canalização no ramal para a mangueira de incêndio e no esguicho do hidrante do último pavimento.....	115
Figura 63 - Reserva de incêndio para o Reservatório Superior.....	116

Figura 64 - Galpão Industrial.....	118
Figura 65 - Área de aplicação dos chuveiros automático	119
Figura 66 - Área de aplicação dos chuveiros automáticos	120
Figura 67 - Dimensionamento por Software	121
Figura 68 - Dimensionamento da vazão dos chuveiros automáticos	122
Figura 69 - Figura X1 – Dimensionamento da vazão dos sub - ramais, sucção e recalque ...	122
Figura 70 - Dimensionamento da bomba de incêndio.....	122
Figura 71 - Ponto de trabalho do Sprinkler	123
Figura 72 – Bomba de pressurização.....	124
Figura 73 – Pavimento Tipo	125
Figura 74 - Isométrico do sistema de hidrantes	126
Figura 75 - Dimensionamento para o Reservatório Superior	127
Figura 76 - Resultado dos Cálculos	128
Figura 77 - Hidrantes para bomba de reforço.....	129
Figura 78 - Dimensionamento da Bomba de Esforço	130
Figura 79 - Ponto de Trabalho para a Bomba de Esforço	130
Figura 80- Cálculos e dados adicionais	131
Figura 81 - Bomba de Incêndio	133
Figura 82 - Sprinkler (Hydros).....	135
Figura 83 - Peças na canalização no ramal do hidrante em análise.....	141
Figura 84 - Peças na canalização de sucção do hidrante em análise	141
Figura 85 - Canalização do reservatório até o ultimo do hidrante análise	142
Figura 86 - Peças na Mangueira de hidrante e no esguicho do último pavimento	142
Figura 87 - Peças na canalização entre o primeiro sub-ramal e o ramal do sprinkler	143
Figura 88 - Peças na canalização entre o último sub-ramal e o sub-ramal anterior do sprinkler	143
Figura 89 - Peças na canalização de recalque do sprinkler	144
Figura 90 - Peças na canalização de sucção do sprinkler	144
Figura 91 - Bomba de Incêndio para o Sprinkler	181
Figura 92 - Bomba de Reforço para o Hidrante	182

LISTA DE QUADROS

Quadro 1– Tipos de risco	58
Quadro 2 - Classificação do edifício em relação a habitação ou uso	146
Quadro 3 - Classificação dos edifícios em relação a altura.....	151
Quadro 4 - Edifícios do grupo “A” e “B” com área maior que 750 m ² ou altura maior que 12 m.....	152
Quadro 5 - Edificações do grupo “C”, “D” e “F” com área maior que 750m ² ou altura maior que 12,00 m	153
Quadro 6 - Edificações do grupo “F” (F-1 e F-2) com área maior que 750m ² ou altura maior que 12,00 m	154
Quadro 7 - Edificações do grupo “F” (F-3, F-4, F-5, F-6, F-8 e F-9) com área maior que 750m ² ou altura maior que 12,00 m.....	155
Quadro 8 - Edificações do grupo “F” (F-7 e F-10) com área maior que 750m ² ou altura maior que 12,00m	156
Quadro 9- Edificações do grupo “G” (G-1, G-2, G-3 e G-4) com área maior que 750m ² ou altura maior que 12,00 m.....	157
Quadro 10 - Edificações do grupo “G” (G-4, G-5 e G-6) com área maior que 750m ² ou altura maior que 12,00 m.....	158
Quadro 11 - Edificações do grupo “H” (H-1, H-2, H-3 e H-4) com área maior que 750m ² ou altura maior que 12,00 m.....	159
Quadro 12 - Edificações do grupo “H” (H-5 e H-6) com área maior que 750m ² ou altura maior que 12,00	160
Quadro 13 - Edificações do grupo “I” (I-1, I-2 e I-3) com área maior que 750m ² ou altura maior que 12,00 m.....	162
Quadro 14 - Edificações do grupo “I” (J-1, J-2 e J-3) com área maior que 750m ² ou altura maior que 12,00 m.....	163
Quadro 15 - Quadro 14 - Edificações do grupo “M” (M-1) com área maior que 750m ² ou altura maior que 12,00 m.....	164
Quadro 16 - Edificações do grupo “M” (M-2) com área maior que 750m ² ou altura maior que 12,00 m.....	165
Quadro 17 - Edificações do grupo “M” (M-3) com área maior que 750m ² ou altura maior que 12,00 m.....	165

Quadro 18 - Edificações do grupo “M” (M-4, M-5 e M-7) com área maior que 750m ² ou altura maior que 12,00 m.....	166
Quadro 19 - Edificações do grupo “M” (M-4, M-5 e M-7) com área maior que 750m ² ou altura maior que 12,00 m.....	166
Quadro 20 - Edificações do grupo “N” (N-2) com área maior que 750m ² ou altura maior que 12,00 m.....	166
Quadro 21 - Exigências adicionais para ocupações em subsolos diferentes de estacionamento	168
Quadro 22 - Exemplo de classificação de ocupação	171

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Tipos de sistemas de proteção por hidrante ou mangotinho	42
Tabela 2 - Aplicabilidade dos tipos de sistemas e volume de reserva de incêndio mínima (m ³)	43
Tabela 3 - Componentes para cada hidrante ou mangotinho.....	46
Tabela 4 - Fator “C” de Hazen - Williams	54
Tabela 5 - Vazões, pressões, durações e volumes mínimos da reserva de incêndio para sistema de chuveiros automáticos dimensionados pelo método de tabela (NFPA 13:2013 e NBR 10897/2014)	59
Tabela 6 - Áreas máximas de cobertura e espaçamento máximo entre o no cálculo por tabelas para chuveiros automáticos pendentes ou em pé, de acordo com o tipo de teto e o risco da edificação NBR 10897(ABNT, 2014) e a NFPA 13(2013)	61
Tabela 7 - Áreas máximas de cobertura de chuveiros automáticos laterais, de acordo com o tipo de teto e o risco da edificação (NBR 10897(ABNT, 2014) e a NFPA 13(2013).....	62
Tabela 8 - Espaçamento máximo entre chuveiros automáticos laterais, de acordo com o tipo de teto e o risco da edificação (NBR 10897(ABNT, 2014) e a NFPA 13(2013)	62
Tabela 9 - Número máximo de chuveiro automático todos abaixo OU todo acima - e acima e abaixo do teto ou forro falso que cada diâmetro de canalização pode para classe de risco Leve NBR 10897(ABNT, 2014) e a NFPA 13(2013)	66
Tabela 10 - Número máximo de chuveiro automático que cada diâmetro nominal de ramal/sub-ramal pode atender para a classe de risco Ordinário NBR 10897(ABNT, 2014) e a NFPA 13(2013)	67
Tabela 11 - Número máximo de chuveiro automático que cada diâmetro nominal de ramal/sub-ramal pode atender quando instalados todos acima ou abaixo de teto/forro falso para a classe de risco Extraordinário NBR 10897(ABNT, 2014) e a NFPA 13(2013).....	68
Tabela 12 - Valores de áreas de aplicação e densidade de água.....	73
Tabela 13 - Vazão de hidrantes e duração de abastecimento de água para sistemas projetados por cálculo hidráulico	74
Tabela 14 - Diâmetro nominal mínimo das tubulações para o conjunto de chuveiros automáticos.....	75
Tabela 15 - Equivalência em metros da canalização reta das perdas de carga localizada em conexões e bocais	76
Tabela 16 - Peças Especiais.....	77

Tabela 17 - Identificação das características de descarga dos chuveiros automáticos.....	81
Tabela 18 - Comparação dos resultados do Hidrante	133
Tabela 19 - Comparação do Sprinkler.....	134
Tabela 20 - Memorial de Cálculo do Hidrante	145
Tabela 21 - Memorial de Cálculo do Sprinkler	145
Tabela 22 - Área de Cobertura Máxima para cálculo hidráulico para chuveiros automáticos em pé ou pendente	173
Tabela 23 - Espaçamento Máximo entre os chuveiros para cálculo hidráulico para chuveiros automáticos em pé ou pendente.....	175
Tabela 24 - Espaçamento Mínimo entre os chuveiros para cálculo hidráulico para chuveiros automáticos em pé ou pendente.....	176
Tabela 25 - Área máxima de cobertura para os chuveiros automáticos laterais para cálculo hidráulico.....	176
Tabela 26 - Espaçamento máxima entre os chuveiros automáticos para tetos lisos para cálculo hidráulico.....	176
Tabela 27 - Hidrantes Analisados.....	178
Tabela 28 – Trechos	178
Tabela 29 - Pressões	178
Tabela 30 - Materiais.....	178
Tabela 31 - Bomba de incêndio (Cobertura)	179
Tabela 32 - Trecho de Recalque	179
Tabela 33 - Trecho de Sucção	179
Tabela 34 - Altura manométrica.....	179
Tabela 35 - Peças de Recalque	180
Tabela 36 - Peças de Sucção.....	180

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BNH	Banco Nacional da Habitação
CBMGO	Corpo de Bombeiro Militar do Estado de Goiás
CE	Cobertura Estendida
CPVC	Cloreto de Polivinila Clorado
CPD	Central de Processamento de Dados
DN	Diâmetro Nominal
DN	Diâmetro Nominal
EAD	<i>Integrated Drive Electronics</i>
JDK	<i>Java Development Kit</i>
NBR	Norma Brasileira
NPSH	<i>Net Positive Suction Head</i>
NT	Norma Técnica
RTI	Reserva Técnica de Incêndio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
1.1 JUSTIFICATIVA	19
1.2.1 Objetivo geral	19
1.2.2 Objetivos específicos	19
1.3 METODOLOGIA.....	20
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	20
2 DEFINIÇÕES BÁSICAS DO INCÊNDIO.....	22
2.1 HISTORIA DO FOGO	22
2.2 PARTES CONSTITUINTES DO FOGO.....	23
2.2.1 Propagação de calor.....	24
2.2.2 Classes de incêndio.....	25
2.2.2.1 Método de Extinção.....	26
2.2.3 Agentes Extintores.....	26
2.2.3.1 Extintor de incêndio.....	26
2.2.3.2 Água.....	27
2.2.3.3 Gases Inertes.....	27
2.2.3.4 Espuma aquosa.....	28
2.2.3.5 Pó Químico.....	28
2.3 CONJUNTO DE COMBATE AO SINISTRO	28
2.3.1 Sistema de Hidrantes e Mangotinhos	28
2.3.1.1 Tipos de sistemas.....	30
2.3.2 Chuveiros Automáticos	31
2.3.2.1 Classificação do sistema de chuveiros automáticos.....	32
2.3.2.1.1 Calculado por tabela.....	32
2.3.2.1.2 Projetado por calculo hidráulico.....	33
2.3.2.1.3 Tipo grelha.....	33
2.3.2.1.4 Anel fechado.....	33
2.3.2.1.5 Ação prévia.....	34
2.3.2.1.6 Tubo molhado.....	34
2.3.2.1.7 Dilúvio.....	34
2.3.2.2 Tipos de chuveiros automáticos.....	34

2.3.2.3 Formas de Direção do Chuveiro Automático.....	35
2.3.2.4 Sistema de chuveiros automáticos.....	35
3 NORMAS.....	37
3.1 NT – NORMA TÉCNICA 23/2014 – SISTEMAS DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS	
.....	40
3.2 NT – 22/2014 – SISTEMAS DE HIDRANTES E DE MANGOTINHOS PARA COMBATE A INCÊNDIO	42
3.2.1 Critérios básicos de projeto	43
3.2.1.1 Abrigo.....	45
3.2.1.2 Dispositivo de recalque	45
3.2.2 Requisitos específicos.....	47
3.2.2.1 Distribuição dos hidrantes e ou mangotinhos.....	47
3.2.2.2 Reservatório e reserva técnica de incêndio.....	47
3.2.2.3 Bombas de incêndio.....	48
3.2.3 Componentes das instalações	50
3.2.3.1 Esguichos.....	50
3.2.3.2 Mangueira de incêndio.....	50
3.2.3.3 Tubulações e conexões.....	51
4 DIMENSIONAMENTO.....	53
4.1 DIMENSIONAMENTO DE HIDRANTE E MANGOTINHO	53
4.2 DIMENSIONAMENTO DO CHUVEIRO AUTOMÁTICO	57
4.2.1 Dimensionamento por tabelas	58
4.2.1.1 Roteiro do dimensionamento por tabela.....	60
4.2.2 Dimensionamento pelo Método de Cálculo	70
4.2.2.1 Bases do método de cálculo.....	70
4.2.2.2 Retas densidades/área.....	71
4.2.2.3 Método de cálculo por recinto.....	73
4.2.2.3 Mínima Demanda de fluído em sistemas combinados.....	74
4.2.2.5 Espaçamentos, tubulação e estrutura de fixação.....	75
4.2.2.6 Comprimentos respectivos de conexões e válvulas.....	75
4.2.2.7 Perdas de cargas.....	77

4.2.2.8	Junção hidráulica.....	78
4.2.2.9	Pressão mínima e máxima de funcionamento de um chuveiro automático.....	78
4.2.2.10	Procedimentos de cálculos.....	78
4.3	Programa.....	87
4.3.1	Menu Principal	88
5	ESTUDO DE CASO	117
5.1	DIMENSIONAMENTO DO GALPÃO INDUSTRIAL.....	117
5.2	DIMENSIONAMENTO DO PREDIO RESIDENCIAL.....	122
5.3	VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS.....	130
5.3.1	Resultados do Hidrante.....	132
5.3.2	Resultados do Chuveiro Automático	134
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	136
6.1	RECOMENDAÇÕES FUTURAS.....	137
	REFERÊNCIAS	138
	APÊNDICE A – Canalizações utilizadas no software para o dimensionamento do Hidrante.....	141
	APÊNDICE B – Canalizações utilizadas no software para o dimensionamento do sprinkler	143
	APÊNDICE C – Memorial de cálculo do software para o dimensionamento do sprinkler e do Hidrante.....	145
	ANEXO A – Normas	146
	ANEXO B – regulamentações para sprinkler.....	173
	ANEXO C – Resultados das Análises do hidrante executado no Hydros	178
	ANEXO D – Bomba de Incêndio utilizadas no Dimensionamento para o Sprinkler e para o Hidrante.....	181
	ANEXO E – Projeto do Hidrante.....	183
	ANEXO F – Projeto do Chuveiro Automático	185

1 INTRODUÇÃO

No decorrer dos anos, foram vistos vários incêndios de diversas categorias de destruição no Brasil. Estes acidentes são resultados de confrontos, da utilização exagerada de materiais de construção inflamáveis e a ausência de prevenção para combate ao fogo. Muitos incêndios marcaram a história, pela sua grande extensão e pela importância no contexto histórico, como Lojas Renner (RS) – 1976 com 41 pessoas mortas, Edifício Joelma (SP) – 1974, 25 andares e 180 mortes, a Boate Kiss, em Santa Maria (RS) – 2013 considerado o maior incêndio em 50 anos e o segundo maior do Brasil em vítimas letais, totalizando 242 mortes.

Pela inexistência de registros de um grande incêndio e grande números de mortes nas décadas passadas não era intensificada a preocupação com a segurança, elaboração de prevenção a combate a incêndios e a necessidade de um planejamento de uma lei preventiva adequada, esse transtorno era restrito exclusivamente a ação do Corpo de Bombeiros, as normas existentes eram insuficientes, não filtrava informações internacionais e nem respectiva aos Códigos de Obras de cada cidade, a ABNT só se comprometia com a fiscalização na criação dos extintores. Não existia regulamentações sobre iluminação, escadas de incêndio, rotas de fugas, chuveiros automáticos, hidrantes e sinalização.

Entretanto ao transcorrer das décadas com o crescimento das cidades e o progresso das indústrias, as edificações se revolucionaram, as alturas se elevaram, o índice do uso de vidro se tornou abundante em fachadas, intensificou a utilização de material combustíveis na cobertura interna, mas sem prevenções arquitetônicas eficientes para o incêndio e a carência de conhecimento das pessoas em relação ao risco de incêndio foram uma das justificativas que acarretaram esses acidentes e ocasionaram perdas materiais imensas, centenas de perdas de vida que é algo inestimável. Lamentavelmente a partir destas diversas tragédias que os órgãos públicos perceberam a sua incapacidade para enfrentar esses riscos, assim foram criadas legislações, comissões, decretos e otimização dos conjuntos presentes, sendo São Paulo o precursor desta ação.

As normas brasileiras de prevenção de incêndios são de diversas quantidades, muitas novas tanto na categoria federal, estadual e municipal sobre distintas diversas edificações, que especificam equipamentos essenciais, operações durante o incêndio, manutenção, cautelas no planejamento de projetos e construção, algumas normas são incompletas e desatualizadas, que causam uma complicação, pois não possuindo revisão periódica não assegura uma atualização

estável. A ABNT discute frequentemente a ausência de fundos financeiros para gerar, renovar e incrementar as normas brasileiras, e mais um dos grandes problemas é a descentralização dos membros do comitê que não são muito representativos, pois a maioria são dos estados de São Paulo e estados próximos que se deve a facilidade do caminho e além de grande participação da indústrias pelo seu interesse e financiamento, porém a ABNT busca criar normas que se conciliem com o cotidiano de todos.

Uma contribuição para a prevenção do incêndio seria o aperfeiçoamento da formação dos Arquitetos e Engenheiros como a inserção de uma matéria específica às instalações de incêndios para direcionar os projetos das edificações com segurança, é perceptível como esse assunto é pouco estudado nas Instituições resultando desta forma uma ausência de pesquisa no meio de ensino e entre os acadêmicos.

Na elaboração do projeto a prevenção de combate ao Incêndio quando é declarado a responsabilidade da sua preparação é que começa a colaboração do profissional para a sociedade, ou seja, que é diminuir os riscos de perdas de materiais e humanas, impedir qualquer acidente. Mas a prevenção de incêndios não é dever somente os profissionais no campo, mas também a todos, como divulgar informações primordiais, como os risco, e capacitação de manuseio adequado dos equipamentos.

No campo local, as imposições requeridas para novas edificações são em geral distintas em cada cidade, ou Estado geram normas para adequar as edificações presentes para adquirir as exigências mínimas de segurança contra o incêndio. Seria bem significativo o planejamento de normas que sejam aplicadas por todos Estados e cidades do Brasil, impedindo essa grande distinção de regras que complicam o planejamento e a aplicação de projetos, até mesmo, o exercício do profissional em todo o país.

A prevenção de incêndio inovou significativamente recentemente, em condições de detecção automática, conjunto de proteção passiva, conjunto de extinção fixa ou automática, monitorização de manutenção de instrumentos e máquinas, anúncio, tirada de fumaça, treinamento da população para utilização dos instrumentos e afastamento do imóvel em perigo, essas operações devem ser realizadas com controle diminuindo riscos da equipe de bombeiros e colaborando também com a comunidade com uma operação mais ágil e redução de números de mortes.

O objetivo do presente trabalho é apresentar as normas pertinentes para o dimensionamento de prédios residenciais no que diz respeito a combate a incêndio, exigidas

nacionalmente e as particularidades exigidas nas regulamentações no estado de Goiás. A grande quantidade de normas, a ausência de bibliografia mais ampla, visível e direta quando se trata deste assunto, acarreta uma carência de conhecimento, ocasionando instalações mal projetadas e mal executadas. Com o intuito de auxiliar no contexto literário o trabalho também pretende criar um software em Java, para calcular as instalações hidráulicas de combate a incêndio.

1.1 JUSTIFICATIVA

Em vista de um alto número de reclamações dos profissionais ligado a essa área em relação a dificuldades de vincular as normas da ABNT a cidade ou estado, devido à enorme diversidade de normas e em virtude também de ausência de bibliografia para orientação, deste forma este trabalho terá como alvo os especialistas como arquitetos, engenheiros que criam, examinam, autorizam e concretizam os projetos, técnicos que realizam e fiscalizam as instalações, estudantes dos cursos de engenharia e arquitetura para atender os critérios requeridos na criação de um Projeto de Prevenção e Combate ao incêndio corretamente e com segurança ao fogo no estado de Goiás.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O propósito do trabalho consiste na criação de um programa em Java para cálculo de dimensionamento de instalação hidráulica de combate a incêndio utilizando as normas de Prevenção e Combate a Incêndio do Corpo de Bombeiros do Estado de Goiás, artigos, livros, mostrando exemplos para análises de caso, como apoio, buscando facilidade para os profissionais desta área, de forma que qualquer engenheiro, arquiteto e urbanista tenha ampla condições de utilizar o programa.

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar revisão bibliográfica sobre o tema;
- Estudar e apresentar as normas vigentes;

- Criar o programa em Java;
- Executar um projeto de cada modelo de forma detalhada;
- Comparação com o Alto QI – Hydros para validação dos resultados.

1.3 METODOLOGIA

Como suporte para base teórica deste trabalho serão usados livros, artigos, monografias e consulta na internet no campo de prevenção ao combate em edifício na construção civil, além das normas técnicas da ABNT e do Corpo de Bombeiros do Estado de Goiás, principalmente a NT 22 e NT 23.

Para a criação do software serão usados conhecimentos aplicados nas disciplinas Informática I e II, como também pesquisas, instruções por apostilas, sites, vídeos aulas para aperfeiçoamento em programação.

Para verificação dos resultados o programa será aplicado no dimensionamento para um prédio de porte médio e comparação de seus resultados com o programa AltoQI Hydros ® (software para projeto hidráulico).

O cronograma, conforme as disciplinas empregadas para a criação do trabalho serão:

- a) TCC I – Unir e estabelecer dados bibliográficos para a construção parcial do referencial teórico, e aplicar estudos para a programação em Java.
- b) TCC II – Finalizar referencial teórico; criar o software para o dimensionamento de chuveiro automático e hidrante para combate ao incêndio, realizar e verificar os dados alcançados; e enfim, exibir o trabalho à banca avaliadora.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho é composto por 6 capítulos, sendo o primeiro a introdução abordando exibindo o conteúdo estudado, justificativa e finalidades..

No capítulo 2 refere-se a concepções do meios de combate ao incêndio, tipos de combate, chuveiro automático, hidrante e mangotinhos, tais como a definição, classificação, e exemplos de cada um..

No capítulo 3 aborda as normas de Goiás para o dimensionamento do chuveiro automático, hidrante e mangotinho, como orientação para o seu dimensionamento.

No capítulo 4 foi aplicado os métodos para a elaboração do dimensionamento no programa, ou seja os passos para o dimensionamento e a exibição e um sucinto manual de aplicação do programa.

O capítulo 5 traz o emprego de um dimensionamento no programa criado pelos autores do chuveiro automático em um galpão e do hidrante em um residencial, exibindo os resultados e comparando com o altoQI Hydros ® para a validade da confiabilidade do trabalho.

Por último, o capítulo 6 representa as considerações finais adquiridas no desfecho, mostrando e expressando a colaboração dos estudos para os desenvolvedores do projeto e recomendações para trabalhos futuros.

2 DEFINIÇÕES BÁSICAS DO INCÊNDIO

O fogo foi uma grande influência para a evolução do homem, trazendo grandes benefícios, mas no momento em que o homem perde o domínio sobre ele, ou seja, provocando um incêndio destruindo tudo em sua volta, ocasionando muitos prejuízos às pessoas, além do transtorno realizado pela ofuscação da visão, existe também a ação orgânica nas pessoas devido aos componentes da fumaça, sendo um dos principais o monóxido de carbono (CO) e o dióxido de carbono (CO₂), grande perda material e até mesmo levando a morte vital, por isso é primordial ter pessoas e equipamentos especializados para sua extinção.

Dados da Comissão Tripartite Permanente de Negociações do Setor Elétrico no Estado de São Paulo (2004-2005 p. 231- 235) relatam que a proteção contra incêndio é um assunto muito mais complexo do que parece. À primeira vista, imagina-se que esse assunto aborda equipamentos de combate a incêndios fixados nas edificações, porém esta é apenas uma parte de um sistema, e necessário o conhecimento e o treinamento dos ocupantes da edificação. Estes deverão identificar e operar corretamente os equipamentos de combate a incêndio, bem como agir com calma e racionalidade sempre que houver início de fogo, extinguindo-o e/ou solicitando ajuda ao Corpo de Bombeiros. (BEZERRA, 2014).

Com o intuito de começar o assunto de prevenção e combate ao incêndio, é primordial o conhecimento em relação ao fogo e seus princípios, incêndio e procedimentos de extinção, propagação do calor, deste modo buscando um melhor entendimento e progresso do trabalho e do tema. Em seguida inicia-se o assunto, aprofundando as classes de incêndio, materiais para o combate ao incêndio, suas precauções e conservação.

2.1 HISTORIA DO FOGO

Desde a pré-história, a presença do fogo tem sido considerada como uma força tanto benéfica quanto destruidora. A raça humana tem utilizado o fogo de variáveis formas. Inicialmente o homem foi apresentado ao fogo a partir de formas naturais, através de incêndios em florestas devido a descargas atmosféricas, após a sua obtenção através da natureza, ele o utilizou para iluminar, aquecer e também para proteger de animais (OLIVEIRA, 2005).

O fogo foi a primeira fonte de energia descoberta e conscientemente controlada e utilizada pelo homem. A relação do homem com o fogo passou por três estágios distintos: a produção pelo homem, a manutenção mediante o uso de fogueiras, e a utilização de resinas, para que este não apagassem tão facilmente quando as tochas acesas eram carregadas. Arqueólogos israelenses descobriram o indício mais antigo de uma fogueira produzida há 790 mil anos, às margens do rio Jordão, entre Israel e a Jordânia. (MUSITANO, 2015).

Atualmente o homem não precisa mais fugir, o ser humano desenvolveu conhecimento suficiente para reconhecer o fogo como uma reação química e o incêndio o alvo a ser combatido removendo um dos elementos que torna essa reação química possível. A fuga como primeira atitude do ser humano deixa de ocorrer, o conhecimento tornou possível o combate e extinção das chamas, antes que adquira vulto e provoque grandes destruições, tornando-se um incêndio gigantesco (GOMES, 2009).

Com o desenvolvimento da sociedade, e a crescente demanda da construção civil, é necessário revisar certos conceitos estabelecidos quando se trata de segurança com o fogo. Esse manual visa apresentar informações que possibilite identificar riscos potenciais de incêndios e aplicação de medidas de prevenção e combate aos princípios de incêndios.

2.2 PARTES CONSTITUINTES DO FOGO

Um eficiente domínio e fim de um incêndio necessita de uma compreensão do ambiente físico, químico do fogo, conhecimento do motivo e seus efeitos. Que engloba as características do calor, constituição e peculiaridades dos combustíveis e as circunstâncias essenciais para a combustão.

Quando se trata de prevenção de incêndios é necessário se entender primeiramente o que é fogo, Dreher (2004) conceitua o fogo sendo uma reação química que é denominada de combustão que libera luz e calor. E para que essa reação possa ser realizada é necessária quatro elementos: combustível, calor, oxigênio e reação em cadeia.

O chamado Tetraedro do fogo (Figura 1) que é constituído por quatro elementos fundamentais segundo Araujo (2007) são:

- O combustível, qualquer elemento que queima e que pode ser suscetível, podendo chegar em combustão com muita ou pouca facilidade Não importando seu estado

físico sendo ele sólido, líquido ou gasoso, como madeira, gasolina, carvão, metano e etc.

Figura 1 - Tetraedro do Fogo



Fonte: NT 02 (CBMGO, 2014)

- O comburente, normalmente o oxigênio do ar, sendo ele o agente químico que gera a ativação e conservação da combustão combinando-se com os gases ou vapores presentes no combustível, assim gerando a mistura que é inflamável. O ar atmosférico tem na sua formação cerca de 20% de oxigênio, sendo um dos comburentes mais importantes presentes.
- O Calor, sendo ele o elemento que inicia a reação, mantém e estimula a disseminação do fogo. Basicamente o calor é a causa da reação química de mistura inflamável, procedente da combinação de gases ou vapores do combustível ou comburente.
- A reação em cadeia, sendo simplesmente a transferência de calor de uma molécula do material que se encontra em combustão para molécula próxima, que irá se aquecer, e também entrará em processo de combustão, assim sucessivamente até todo material entrar em combustão.

2.2.1 Propagação de calor

Quando se trata de focos de incêndios, há infinitas combinações que podem resultar em uma possível proliferação do calor, sendo estes fatores possuindo diferentes definições, mas quando se trata de incêndios de grande porte, segundo a NT 02 do Corpo de Bombeiros do Estado de Goiás(2014) os fatores que gera uma contribuição maior para o início desta reação: quantidade, volume e espaçamento dos materiais combustíveis no local, tamanho e situação das

fontes de combustão, área e localização das janelas, velocidade e direção do vento, a forma e as dimensões do local .

O fogo é um elemento que tem um comportamento incompreensível e sua propagação, as vezes, pode ser inesperada. A sua transmissão pode ocorrer de três maneiras primordiais:

- Condução: através de um material sólido de uma área de temperatura alta em sentido a outra área de pequena temperatura;
- Convecção: através de um gás ou líquido, que esteja ao meio de dois corpos submersos, ou entre um fluido e um corpo;
- Radiação: pela radiação através de um gás ou do vácuo, no formato de energia radiante.

Podem ser tomados vários cuidados no momento em que se é iniciado o projeto de uma obra., pensando em situações em que o fogo possa ser alastrado, devem ser escolhidas medidas que possam modificar o modo que o edifício é projetado, e tomar alguns cuidados extras, como levando em conta a proximidade entre edifícios que é um dos fatores que pode acarretar um incêndios com todos os três modos de propagação de calor citados, e este e apenas um de muitos cuidados necessários. A partir disto e possível analisar que a propagação do fogo deve ser considerada quando é feito um plano de proteção contra incêndios.

2.2.2 Classes de incêndio

Materiais combustíveis possuem características distintas umas das outras, sendo sua queima a primeira delas. Mas quando se trata de incêndio, quão importante como se identificar as causas, e souber os motivos que levaram o início do incêndio, podendo ser dividido em cinco classes: A, B, C, D e K.

- Classe A, o fogo em materiais ordinárias, como papel, madeira, tecidos, plásticos, etc. Tais materias quando são queimados em superfície e profundidade, deixando resíduos.
- Classe B, o fogo envolvendo gases inflamáveis, líquidos, combustíveis, etc. Nestes ocorre a queima somente em superfície. A extinção neste caso ocorre através de inibição em cadeia ou por isolamento quando caso seja gases.
- Classe C, o fogo que se propaga em equipamentos e instalações elétricas energizadas, como computador, máquinas elétricas.

- Classe D, o fogo em metais alcalinos como magnésio, titânio, alumínio, sódio e potássio e etc.
- Classe K, o fogo em óleo e gordura em cozinhas que normalmente acontecem em instrumentos como grelhas, fritadeiras, etc.

2.2.2.1 Método de Extinção

- a) Resfriamento – redução de temperatura do combustível até o local para romper seu estado de desprendimento de gases ou vapores quentes, onde um dos agentes deste método mais válido é a água.
- b) Abafamento – redução de classes de oxigenação da combustão, onde com redução de oxigênio da atmosfera em 15%, é extinguido o fogo.
- c) Isolamento – Redução do elemento combustível para impedir a propagação do fogo em outros territórios.

2.2.3 Agentes Extintores

Segundo Ferrari(2009) os agentes extintores são variados, tendo atuações diferentes para a combustão, e possível o uso de mais de um método simultaneamente para a extinção de incêndios. Sendo necessária uma análise criteriosa sobre a utilização e a classe de incêndio.

De acordo com Brentano(2007), no processo para se extinguir o fogo é fundamental a eliminação de um dos elementos formadores do fogo. Geralmente se usando água ou algum agente extintor que é composto de variadas substâncias químicas, que possui uma atuação direta sobre algum desses elementos. Devido às variadas formas que cada material possui suas características de combustão, são necessários variadas formas para se combater diferentes características, de forma rápida e eficaz evitando maiores danos a propriedades e vidas.

2.2.3.1 Extintor de incêndio

Segundo Pereira (2007), os surgimentos dos extintores aconteceram por volta do século XV, sendo rudimentares com sua forma inicial sendo uma seringa metálica com cabo de

madeira. Com o passar dos anos, eles foram evoluindo e tomando formas mais eficientes para o combate de incêndios.

O sistema básico de segurança de edificações tem entre suas medidas o uso de extintores portáteis, que tem como principal objetivo o combate do início do incêndio e têm em suas principais características a mobilidade e sua operação. Os extintores são regulamentados pelo Corpo de Bombeiros em todo território nacional, desta forma é necessário treinamento para seu manuseamento.

2.2.3.2 Água

A água é o mais completo dos agentes extintores. A sua importância é reconhecida, pois mesmo que não leve a extinção completa do incêndio auxilia no isolamento de riscos e facilita a aproximação dos bombeiros ao fogo para o emprego de outros agentes extintores. (GONÇALVES, O., GUIMARÃES, A., OLIVEIRA, L, 2008, p. 233)

Há diversas razões para qual a água é utilizada como agente extintor, em vista da abundância dela no meio ambiente e seus preços estão entre as principais características para o seu uso, também como sua grande capacidade na absorção do calor e por ser uma forma segura e que não possui agentes tóxicos na sua composição.

Ela age por resfriamento sobre o fogo, assim absorvendo o calor até ela entrar em estado de gasoso, que irá abafar assim reduzindo a taxa de oxigênio, desta maneira reduzindo sua capacidade inflamável. Logo se assume que a ação da água sobre o fogo em seu estado líquido e de resfriamento e abafamento.

2.2.3.3 Gases Inertes

Os gases mais usados nas composições são o argônio, dióxido de carbono entre outros. Dentro os que são mais comumente usados, o mais efetivo e barato e o próprio dióxido de carbono.

Normalmente são usados no combate a incêndios em equipamentos eletricamente energizados, bibliotecas, arquivos e etc., e também usado na maioria dos materiais combustíveis.

2.2.3.4 Espuma aquosa

A espuma aquosa tem em sua composição bolhas de gás, formada por uma solução aquosa de um agente concentrado líquido formado por espuma. A agitação da mistura de água com o extrato (espuma) em determinadas proporções com aspiração simultânea do ar atmosférico produz esta substância. Devido ao fato da espuma flutuar sobre o combustível líquido o fogo é extinto por resfriamento e abafamento.

2.2.3.5 Pó Químico

Os pós-químicos possui como principais bases químicas o bicarbonato de potássio, bicarbonato de sódio, cloreto de potássio, monofosfato de amônio entre outros, quando misturados com aditivos dão estabilidade ao pó frente a umidade e aglutinação.

Sendo eficientes para a extinção de fogos líquidos inflamáveis, sendo necessário cuidado com seu uso em determinados equipamentos eletrônicos devido ao fato do pó químico em contato com a umidade do ar pode corroer placas de circuitos atingidas, a extinção é dada por abafamento, resfriamento e pelo rompimento da cadeia de reação química.

2.3 CONJUNTO DE COMBATE AO SINISTRO

Para se extinguir o fogo na edificação é necessário a utilização de equipamento próprios para sua extinção, conforme a forma do material combustível que se pretende preservar e o tipo de risco da edificação, que podem ser classificados em conjunto móveis, os extintores e conjunto fixos que são realizados sob comando, o hidrante ou mangotinhos ou automaticamente como chuveiros automáticos e água vaporizada.

2.3.1 Sistema de Hidrantes e Mangotinhos

Hidrantes e mangotinhos são considerados sistemas sob comando, segundo Brentano (2007), sistemas sob comando podem ser definidos como, sistemas formados por uma rede de canalização e abrigos ou caixas de incêndio que contem tomadas de incêndio com uma ou duas saídas de água, válvulas de bloqueio, mangueiras de incêndio, esguichos e outros equipamentos, instalados em pontos estratégicos da edificação, a partir dos quais seus ocupantes fazem

manualmente o combate ao foco do incêndio. É um sistema composto principalmente por hidrantes e mangotinhos, acessórios e registro de recalque, bombas de recalque, rede de tubulação. que possibilita armazenar, carregar e jogar o agente extintor, que é a água sobre os elementos incendiados.

Podem ser colocados em edificações implantados em abrigos ou caixas de incêndio alimentados em ponto de tomadas com conexões de engate rápido e registros, esguichos, mangueiras e fluxo de chave em que está conectado ao reservatório de água, ou, em passeios públicos conectado as canalizações de incêndio concedendo a alimentação em fonte externas, designado de hidrante de recalque.

Este sistema é de grande relevância para segurança, em evento de um incêndio. Cada vez mais o número de sua implantação cresce, na qual deve-se ter em função do projetista, autoridades públicos e executores, a responsabilidade da manutenção e instalação do projeto corretamente, para que a atividade do mesmo seja eficiente

De acordo com Piolli (2003), os sistemas de hidrantes possuem a função de extinguir o incêndio em seu estágio inicial, é considerado um sistema fixo, gerenciado, que permite um jato de água que dispõe de uma vazão calculada e conciliável ao risco da ocupação, deste modo pretendendo conter ou exterminar o fogo no período inicial, quando a inflamação generalizado não tiver ocorrido e haver condições necessárias para o combate efetivo do incêndio com segurança, deste modo propicia o início do combate pelo próprios habitantes do edifício antes do surgimento do Corpos de Bombeiro.

É de suma importância que os habitantes da edificação tenha um treinamento específico com o equipamento, para que se evite um incidente grave, caso ocorra um incêndio.

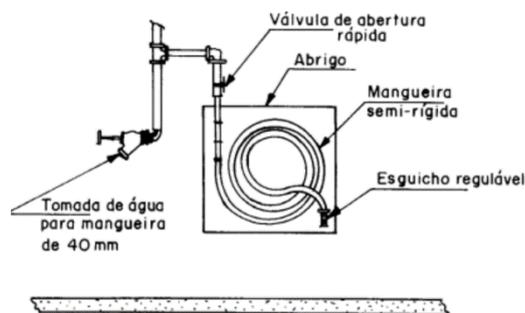
Os sistema é classificado segundo o tipo de esguicho: regulável ou compacto, tamanho e diâmetro da mangueira, quantidade de saída e vazão no sistema menos desvantajoso, onde é empregado em relação da habitação e o uso do edifício. E ainda podem ser distinguidos quanto ao tipo de reserva em que será empregado e suas peculiaridades, fonte de energia , perfil do conjunto de comando, perfil da bomba, tipo de material da canalização, peculiaridades do conjunto de distribuição. Estes fatores serão mais aprofundados no capítulo seguinte, em análises dos requisitos da norma técnica NT – 22 – Sistema de Hidrantes e Mangotinho(CBMGO,2014).

2.3.1.1 Tipos de sistemas

a) Mangotinho (Figura 2)

Conjunto formado por tomadas de incêndio, na qual possui uma saída simples para o agente extintor, incluindo válvula de abertura rápida efetiva ligada em uma mangueira semi-rígida, que tenha diâmetro nominal de 25 ou 32 mm, e que seu extremo tenha um esguicho regulável.

Figura 2 - Sistema 1

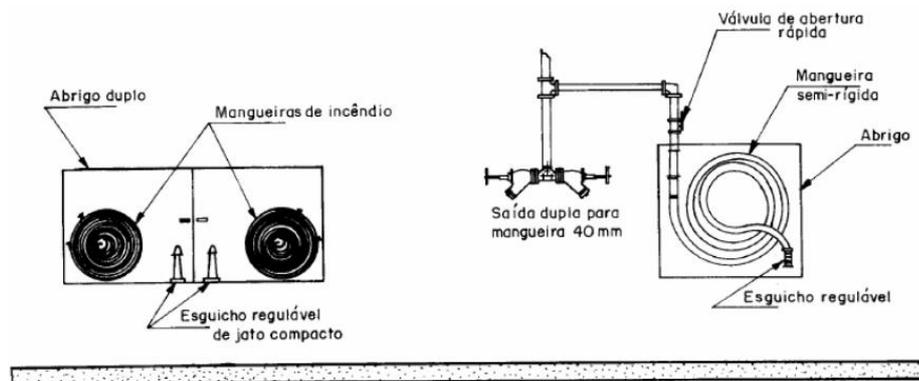


Fonte: NBR 13714 (ABNT, 2000).

b) Hidrantes (Figura 3)

Conjunto formado por pontos de tomadas de incêndio, que poderá ter uma ou duas saídas de agente extintor, incluindo válvulas angulares de diâmetro nominal de 65 ou 40 mm, conforme o diâmetro da mangueira de hidrante, onde tenha seus referentes tampões, adaptadores e outras peças.

Figura 3 - Sistema tipo 2 – Hidrante duplo com mangueira semirrígida acoplada.



Fonte: NBR 13714(ABNT, 2000)

2.3.2 Chuveiros Automáticos

São sistemas automatizados, ou seja, tem sua ativação por meio automático sem a necessidade de qualquer intervenção humana e que tem sua ativação por calor ou fumaça, assim detectando o incêndio e extinguindo o princípio de incêndio, sendo sprinkler o nome do sistema automático mais conhecido.

São constituídos por uma rede de dispositivos uniformemente distribuídos nos ambientes que devem ser protegidos e que fazem a aspersão da água sobre o foco de incêndio, com determinada densidade e área e cobertura em função da pressão, do tipo de dispositivo e do orifício de passagem da água. (BRENTANO, 2007)

Segundo Uminski (2003) é um sistema que é formado por reservatório de água ligado a uma rede de instalações fixas onde são instalados os chuveiros automáticos com seu devido espaçamento, que em caso de incêndio, o sistema irá de forma automática ativar assim fazendo combate ao princípio de incêndio e fazendo a ativação do alarme.

A eficiência do sistema de sprinklers (Figura 4) é reconhecida devido ao fato da sua rápida ação para o combate e controle do foco de incêndio em seus estágios iniciais Segundo Gonçalves, Guimarães e Oliveira(2008), uma das grandes vantagens deste sistema e o fato de ser evitado danos em locais não atingidos pelo fogo, pelo fato de entrar em funcionamento apenas os chuveiros automáticos próximo ao local do foco de incêndio.

De acordo com Brentano(2010) a composição dos chuveiros automáticos e dada basicamente por:

- Defletor: é um disco de variados formatos, preso a estrutura do chuveiro, na qual se incide um jato sólido de água depois de removido o obturador, assim formando um cone de aspersão sobre a área de proteção.
- Obturador: disco de vedação metálico que atua sobre o orifício da descarga de água do chuveiro em condições normais de temperatura do local ambiente de sua instalação.
- Corpo: é o componente que serve de suporte para os demais componentes, sendo sua composição de rosca para fixação da canalização de água, braços e orifícios de descarga.
- Elemento Termo Sensível: componente responsável por liberar o obturador e após este passo liberar a passagem de água quando for atingida a temperatura de ativação do chuveiro automático.
-

Figura 4 - Chuveiros automáticos



Fonte: OSWALDO,2015

Todos os sistemas de chuveiros automáticos devem conter abastecimento de água com operação automática, um sistema de tubulações com objetivo de levar a água da cota mais baixa para a mais alta, necessitando de bomba de recalque exclusiva e com um sistema automatizado para sua ativação.

Este sistema é provido de elementos termo sensíveis que são calibrados para se romper em temperaturas predeterminadas devido ao princípio de incêndio. Em caso de início de incêndio o calor percorre por todo ambiente até alcançar o teto onde são instalados os chuveiros automáticos. Quando o ar atinge determinada temperatura em volta do chuveiro automático, o rompimento do elemento termo sensível que irá gerar reações nos itens de composição do sistema assim gerando aspersão com determinado raio.

2.3.2.1 Classificação do sistema de chuveiros automáticos

Segundo a NBR 10897(ABNT, 2014) o sistema de chuveiros automáticos é classificado em conjuntos calculados por tabela; projetado por Calculo Hidráulico, Tipo Grelha, Anel Fechado; ação Prévia, Tubo molhado e Diluvio.

2.3.2.1.1 Calculado por tabela

São conjuntos de chuveiros automáticos que os diâmetros das canalizações são obtidos em tabelas elaboradas conforme a classificação de habitação e no qual certo número de chuveiros automáticos pode ser abastecido por diâmetros específicos de tubulação.

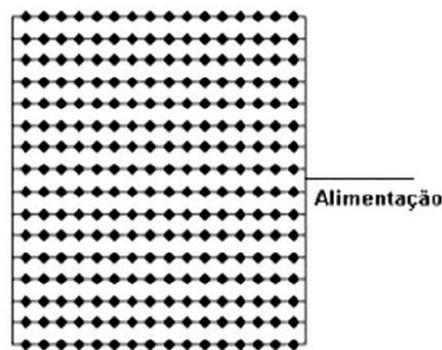
2.3.2.1.2 *Projetado por calculo hidráulico*

Um sistema de chuveiros automáticos no qual os diâmetros de tubulação são selecionados com base na perda de carga, de tal modo que irá fornecer a densidade de descarga de água necessária, em milímetros por minuto, ou a pressão mínima de descarga ou vazão por chuveiro automático exigida, distribuída com um grau razoável de uniformidade sobre uma área específica.

2.3.2.1.3 *Tipo grelha*

Conjunto de chuveiros em que as canalizações dos ramais são ligados a diversos ramais. De modo que um chuveiro em funcionamento adquira água pelos dois lados do ramal, e os demais ramais assessoram o carregamento da água entre as canalizações dos ramais, como mostrado na Figura 5.

Figura 5– Sistema tipo grelha



Fonte: NBR 10897(ABNT,2007)

2.3.2.1.4 *Anel fechado*

Sistema de chuveiros no qual as canalizações de vários subgerais são ligados, possibilitando deste modo que a água atenda mais do que uma direção de escoamento até entrar a um chuveiro em funcionamento

2.3.2.1.5 Ação prévia

Sistema formado por tubulação seca, que possui ar estando ou não sob pressão, quando ocorre o incêndio, um sistema de detecção ativa automaticamente a abertura de um válvula implantada na entrada da rede de tubulação. O sistema de detecção é implantado na mesma área assegurada pelos chuveiros automáticos, este conjunto irá soar o alarme de incêndio automaticamente antes da abertura de qualquer chuveiro. A grande diferença entre o conjunto de ação prévia e o de canalização seca é que a válvula de suprimento funcionará sem dependência da abertura dos chuveiros.

2.3.2.1.6 Tubo molhado

Sistema de chuveiros em que a rede de tubulação fixa é conectados aos ramais, seu ingresso é manipulada por uma válvula de alarme que irá soar quando ocorrer a ativação de um ou mais chuveiros automáticos. Neste conjunto a água só é lançada pelos chuveiros acionados pela atuação do fogo.

2.3.2.1.7 Dilúvio

Sistema que utiliza chuveiros abertos fixados a uma tubulação conectada a uma fonte de abastecimento de água por uma válvula que é aberta pelo funcionamento de um conjunto de detecção implantado na mesma região dos chuveiros. Quando se abre a válvula, a água circula por meio da canalização e é lançada em todos os chuveiros.

2.3.2.2 Tipos de chuveiros automáticos

Segundo a NBR 10987(ABNT, 2014), os tipos de chuveiros automáticos são:

- Chuveiro automático: aquele que é acionado pela sensibilidade, que é interrompido quando certa temperatura for adquirida
- Chuveiro aberto: aquele que não tem nenhum acionamento termo sensível.
- Chuveiro tipo spray: chuveiro que o seu defletor direciona a água para baixo.

- Chuveiro de cobertura extensiva: aquele que é produzido para proteger uma região maior.
- Chuveiro automático de resposta rápida: chuveiro automático com RTI com 50 (m/s)^{1/2} ou menos.
- Chuveiro automático de resposta imediata: chuveiro automático de resposta rápido produzido para proteger uma região de cobertura grande em relação aos chuveiros padrões.

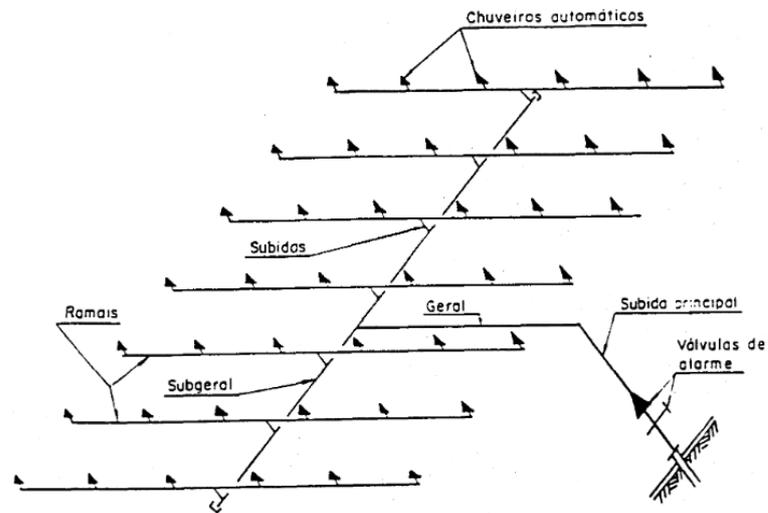
2.3.2.3 Formas de Direção do Chuveiro Automático

Enquanto a sua orientação, os chuveiros automáticos pode ser classificado como: Oculto (protegido por uma placa que é apresentada antes da operação do chuveiro), Flush (é implantado acima do ponto inferior do forro, no seu acionamento o defletor se estende para baixo do teto), Pendente (implantado de modo que seu jato seja dirigido para baixo, em oposição ao defletor), Embutido (decorativo, todo ou parte dele é implantado em um invólucro embutido.), Lateral (defletor especial com o propósito de lançar água para paredes próximas) e em Pé(implantado em um sentido que o seu jato seja dirigido para cima, em oposição ao defletor).

2.3.2.4 Sistema de chuveiros automáticos

O sistema de chuveiros automáticos (Figura 6) possui componentes que são divididos em quatro subsistemas:

Figura 6 - Sistema de distribuição



Fonte: (TT/PCC/19, 1998)

Abastecimento de água: Deve possuir um sistema de abastecimento de água exclusivo e automático.

Válvula de controle de alarme:

Rede de distribuição: São as tubulações que forma os chuveiros automáticos que são demonstradas na Figura 8 e são divididas em:

- Ramais: São ramificações que são instaladas diretamente ou utilizando-se de tubos horizontais com 60 cm de comprimento máximo.
- Tubulação subgeral: São tubulações destinadas a alimentar os ramais.
- Tubulação geral: São tubulações que interligam a geral ao ramal, ou seja alimentam os ramais.
- Tubulação de Subida: São tubulações verticais de subida ou descida, conforme o sentido de circulação da água. Fazem as ligações entre as redes de chuveiros de variados níveis, ou de chuveiros individuais com ramais quando a subida excede 30 cm de comprimento.
- Subida principal: Liga a rede de suprimento do abastecimento de água com as tubulações gerais, e nela que e instalada a válvula de governo e alarme que controla a operação do sistema

3 NORMAS

Os métodos de precaução ao incêndio devem surgir desde que se elabora um projeto de arquitetura e se produz as determinações dos equipamentos de construções, como exemplo o controle do peso, previsão de rotas de urgências, vedação abertura entre andares vizinhos, dimensionamento das escadas, instalações elétricas corretas sem abundância de peso e com aparelhos de proteção essenciais, entre outros.

As normas técnicas são criadas pelas Delegações Brasileiras da Junção Brasileira de regulamentações técnicas, que apenas se torna lei se tiver sua inserção em uma legislação. O processo de proteção contra o incêndio é delimitada aos membros do corpo de bombeiro, e não surgiu ainda nos cursos de engenharia e arquitetura, as categorias científicas e pedagógicas não dão o valor necessário para esta área.

As normas estaduais de proteção contra o mesmo em edificação é realizada pelo corpo de bombeiro, junto ou não com a parcela da população, que se distinguem nos 26 estados e no distrito federal do país. Já as leis municipais em relação a este assunto em edificações estão presentes nas regulamentações municipais, porém nem todos municípios leva-o em consideração.

As instalações de Prevenção e Combate a Incêndios Prediais no Brasil é algo abstruso, que decorre de uma classificação regrada em relação ao perigo de incêndio.

Conforme a reformulação da NBR 15575-1 (ABNT, 2012) as Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 1, exige os seguintes quesitos em relação à proteção contra o incêndio.

- Salvaguarda da vida dos habitantes da edificação e lugar de risco, porventura de incêndio;
- Obstaculizar a transmissão de calor no incêndio, diminuindo prejuízo aos materiais e ao ambiente;
- Possibilitar uma forma de domínio e extinção do fogo;
- Facilitar a entrada para a ação da equipe do Corpo de Bombeiro.

Os distintos dirigentes do país que cuidam das regulamentações de segurança em prevenção ao incêndio produzem leis e determinações para satisfazer a população. Em vista das normas serem complexas e ausência de bibliografia, seria didático reescrever totalmente

algumas partes das Regulamentações do Corpo de Bombeiro de cada Estado, facilitaria o entendimento.

Desta forma, assim como Carvalho Junior (2013) observou, que além de seguir as normas de ABNT, alguns regulamentos e procedimentos de órgãos oficiais eficientes que direciona o território que será realizado a obra, os métodos de segurança em prevenção ao incêndio e lugares de perigo deverão ser analisadas pelo corpo de bombeiro, que em consequência disso, os profissionais precisarão ter o conhecimentos de todos os requisitos e normas pertinentes.

As Normas Técnicas do Corpo de Bombeiro da Polícia Militar do Estado de Goiás são formadas por algumas leis, regulamentações e procedimentos de órgãos oficiais eficientes para complemento e por 43 instruções que são as seguintes:

- NT-01/2014 – Procedimentos administrativos, com anexos A a L;
- NT-02/2014 – Conceitos básicos de segurança contra incêndio;
- NT-03/2014 – Terminologia de segurança contra incêndio;
- NT-04/2014 – Símbolos gráficos;
- NT-05/2014 – Segurança contra Incêndio – Urbanística;
- NT-06/2014 – Acesso de viaturas na edificação e áreas de risco;
- NT-07/2014 – Separação entre edificações;
- NT-08/2014 – Resistência ao fogo dos elementos de construção;
- NT-09/2014 – Compartimentação horizontal e compartimentação vertical;
- NT-10/2014 – Controle de materiais de acabamento e revestimento;
- NT-11/2014 – Saídas de emergência;
- NT-12/2014 – Centros esportivos e de exibição;
- NT-13/2014 – Pressurização de escada de segurança;
- NT-14/2014 – Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco;
- NT-15/2014 – Controle de fumaça (8 partes);
- NT-16/2014 – Segurança em áreas de piscinas e emprego de guarda-vidas;
- NT-17/2014 – Brigada de incêndio;
- NT-18/2014 – Iluminação de emergência;
- NT-19/2014 – Sistemas de detecção e alarme de incêndio;
- NT-20/2014 – Sinalização de emergência;

- NT-21/2014 – Sistema de proteção por extintores de incêndio;
- NT-22/2014 – Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio;
- NT-23/2014 – Sistema de chuveiros automáticos (2 partes);
- NT-24/2014 – Armazenamento em silos;
- NT-25/2014 – Segurança contra incêndio para líquidos combustíveis e inflamáveis (4 partes);
- NT-26/2014 – Sistema fixo de gases para combate a incêndio;
- NT-27/2014 – Edificações históricas museus e instituições culturais com acervos museológicos;
- NT-28/2014 – Gás liquefeito de petróleo (2 partes);
- NT-29/2014 – Comercialização, distribuição e utilização de gás natural;
- NT-30/2014 – Fogos de artifício e espetáculos pirotécnicos;
- NT-31/2014 – Heliponto e heliporto;
- NT-32/2014 – Produtos perigosos em edificações de armazenamento e manejo;
- NT-33/2014 – Cobertura de sapé, piaçava e similares;
- NT-34/2014 – Hidrante urbano;
- NT-35/2014 – Túnel rodoviário;
- NT-36/2014 – Pátio de contêiner;
- NT-37/2014 – Subestação elétrica;
- NT-38/2014 – Segurança contra incêndio em cozinha profissional;
- NT-39/2014 – Credenciamento de empresas;
- NT-40/2014 – Sistema de proteção contra descargas atmosféricas;
- NT-41/2014 – Edificações existentes;
- NT-42/2014 – Atuação, com anexos A a O;
- NT-43/2014 – Estabelecimentos com restrição de liberdade.

A edificação é classificada em relação ao riscos, principalmente em vista de três peculiaridades: altura, volume de incêndio e padrão de ocupação. Os requisitos do conjunto de seguridade são realizados em consideração da especificação de cada imóvel. Inicia-se com o padrão da ocupação que depende do tipo de atividade ao qual se aplica o projeto (ocupações de moradia, industrial, comercial, etc.), que desta forma estabelece os procedimentos e instrumento a consistirem na obra, para isso devem ser consultado as normas impostas pelos municípios

para o atendimento dos requisitos locais e também as regulamentações técnicas brasileiras burocráticas para o auxílio do relacionado decreto.

A altura e a limitação de área estão intrinsecamente ligadas ao combate ao fogo. Quanto maior a altura, mais difícil a saída das pessoas e o acesso das equipes de combate, portanto, maiores são as exigências quanto aos sistemas de segurança. A compartimentação dificulta, ou até mesmo evita, a propagação do incêndio, tanto horizontal como verticalmente. (CARVALHO JUNIOR, 2013, p.121)

3.1 NT – NORMA TÉCNICA 23/2014 – SISTEMAS DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS

A NT - 23/2014 - Sistemas de Chuveiros Automáticos de Goiás tem o intuito de empregar as exigências mínimas para o dimensionamento e instalação do chuveiro automático, designadas pelo Corpo de Bombeiro, de modo que esta conduta técnica seja utilizada em todos os edifícios onde seja determinada a instalação dos chuveiros automáticos.

Os sistemas de segurança por chuveiros automáticos devem ser projetados, conforme o estabelecido nas leis técnicas brasileiras, sendo também aceita a norma NFPA 13 da *National Fire Protection Association*, caso a questão não seja resolvida. A categoria de risco, tabelas, zona de análise, e outros fatores devem obedecer as imposições estabelecida na norma técnica.

Restringe ao projetista a escolha da inclusão da residência do zelador quando encontrada na cobertura, onde seja solicitada a instalação do chuveiro automático, pois se devem satisfazer todos os lugares da edificação.

Em lugares existentes, na qual as instalações dos chuveiros automáticos não sejam requisitadas, ou seja, recomendado apenas como resolução técnica optativa, a instalação parcial pode ser usada, obedecendo as demais premissas das normas técnicas oficiais.

Em análise do projetista a instalação dos chuveiros automáticos pode ser trocada em casa de bombas de incêndio, casa de máquinas, sala de gerador, subestações e semelhantes onde tenha especificamente ferramentas elétricas pela instalação de detectores relacionados ao conjunto do alarme do edifício ou dos chuveiros automáticos, de forma que só ocorra a troca prevista se o limite das repartições for no máximo 200m². Usam-se os mesmos critérios para os CPD encontrados internamente no empreendimento, de modo que o limite das repartições seja de até 40 m² de área, contanto que tenha divisão entre os CPD e os ambientes vizinhos.

Em eventos em que a habitação seja mista no imóvel, necessita-se o dimensionamento da reserva de incêndio em relação a vazão crítica e o período de trabalho do risco preponderante.

A realização do dimensionamento do sistema é feito através de cálculo hidráulico e pelo dimensionamento por tabelas quando se deseja o aumento ou alteração de conjuntos presentes.

Quando a instalação do sistema de chuveiros automáticos e os hidrantes e mangotinhos forem em grupo, deve-se assegurar as pressões e vazões mínimas determinada pela NT – 22(CMBGO, 2014), no qual devem ser somadas os estoques existentes de água para o confronto ao incêndio, obedecendo as exigências técnicas.

Caso o edifício seja alto, com inúmeros pavimentos, as limitações máximas podem ser estabelecidas pela NBR 10897 (ABNT, 2014) para cada válvula de governo e alarme, sendo fundamental, depois da instalação de no mínimo uma para cada demarcação de área solucionada, os outros andares possam ter a inclusão somente das chaves de fluxo secundárias, mantendo o domínio da devida válvula de governo e alarme. Eventualmente se a bomba e a reserva forem elevadas, não precisa estimar a válvula de governo e alarme na prumada principal, conservando as válvulas de gerenciamento secundário nos andares.

Caso a instalação também não precise a instalação de acima de uma válvula de governo e visto que a reserva efetiva seja localizada em cima do andar mais alto, pode – se renunciar a instalação desta válvula de governo, trocando-as pelas válvulas de retenção instituída na chave de fluxo para ligamento do alarme e emissão da bomba, de forma que obedecem as aplicações da válvula de governo e alarme.

Há alternativa de trocar o gongo hidráulico exibido nas válvulas de governo e alarme pelo alarme elétrico, associando-o ao conjunto de alarme principal do imóvel, de maneira que notifique quando a água movimentar no conjunto com o início da atividade a começar de apenas um chuveiro, sendo necessária a fiscalização deste alarme elétrico.

. Caso seja preciso a diminuição de pressão em conjuntos conjugados ou não, requer-se os usos das válvulas redutoras de pressão, reconhecidas para a utilização em instalações de segurança contra incêndios.

Os chuveiros automáticos em lugares com forros combustíveis carecem ser instalados em cima para segurança da região entre – forro e quando forem instalados em forros incombustíveis precisam de segurança do lugar entre – forro, apenas se possuir carga de

incêndio, levando em conta que as eletrocalhas fechadas não representa carga de incêndio para os parâmetros de segurança.

Segundo Roque(2015), caso a pressão não seja necessária para a alimentação de água do reservatório, é utilizado para a rede de chuveiros automáticos, um sistema de bombas, que podem ser movidas a diesel ou a rede elétrica e, sendo que geralmente, o sistema é formado por uma bomba principal, uma bomba reserva, caso necessite e uma bomba jockey, que é encarregada pela pressurização da rede.

3.2 NT – 22/2014 – SISTEMAS DE HIDRANTES E DE MANGOTINHOS PARA COMBATE A INCÊNDIO

A NT -22 – Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio (CBMGO, 2014) adota as determinações precisas requisitadas para o cálculo, manutenção, instalação, permissão e manuseamento, além das peculiaridades, dos elementos do conjunto hidrantes e/ou de mangotinhos para a utilização restrita contra o incêndios nos empreendimentos, sendo utilizadas em edificações que são necessárias a instalação do mesmo contra incêndio.

Os sistemas contra o incêndio são divididos em sistema perfil 1 – mangotinho, sistema perfil 2, 3, 4 e 5 – hidrantes, de acordo com o estabelecido na Tabela 1.

Tabela 1 - Tipos de sistemas de proteção por hidrante ou mangotinho

Tipo	Esguicho Regulável (DN)	Mangueiras de incêndio		Número de Expedições	Vazão mínima na válvula de hidrante mais desfavorável (L/min)	Pressão mínima no hidrante mais desfavorável (mca)
		DN (mm)	Comprimento(m)			
1	25	25	30	Simples	100	1
2	40	40	30	Simples	150	2
3	40	40	30	Simples	200	3
4	40	40	30	Simples	300	4
	65	65	30	Simples	300	
5	65	65	30	Duplo	60	5

Notas:

- 1) As vazões consideradas são as necessárias para o funcionamento dos esguichos reguláveis com jato pleno ou neblina 30°, de forma que um brigadista possa dar o primeiro combate a um incêndio de forma segura, considerando o alcance do jato previsto pela norma.

Fonte: NT 22 (CBMGO, 2014)

O conjunto de hidrantes carece ser equipado de sistema alarme ligado pela válvula ou chave de fluxo, fixada na tubulação de incêndio, assim quando ocorrer o movimento da água pela válvula ou chave de fluxo o alarme deverá ser acionado, advertindo o uso do sistema de hidrantes.

3.2.1 Critérios básicos de projeto

O sistema é decidido em função da habitação e do território construído, conforme estabelecido na Tabela 2, de modo que a ocupação é classificada segundo o Quadro 2 do anexo A da NT – 01 – Exigências de Segurança contra Incêndio e Pânico, apresentando a necessidade de combate a incêndio de cada ocupação. O volume estabelecido pelo cálculo hidráulico será sempre um valor maior que o referente ao quadro, pois nele é determinado o volume total mínimo a começar com a vazão mínima no hidrante mais desvantajoso da edificação e já o cálculo refere-se a vazão dos hidrantes mais desvantajoso.

Tabela 2 - Aplicabilidade dos tipos de sistemas e volume de reserva de incêndio mínima (m³)

(continua)

Áreas das edificações de Áreas de riscos	A-2, A-3; C-1; D-1 e D-3 (até 300 MJ/m ²); D-2 e D-4; E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6; F-1 (até 300 MJ/m ²); F-2, F-3, F-4, F-8; G-1, G-2, G-3, G-4; H1, H-2, H-3, H-5, H-6; I-1; J-1, J-2; M-3.		B-1, B-2; C-2 (acima de 300 até 1000 MJ/m ²); C-3; D-1 (acima de 300 MJ/m ²); D-3 (acima de 300 MJ/m ²); F-1 (acima de 300 MJ/m ²); F-5, F-6, F-7, F-9, F-10; H-4; I-2 (acima de 300 até 800MJ/m ²); J-3 (acima de 300 até 800MJ/m ²).		C-2 (acima de 1000 MJ/m ²); I-2 (acima de 800 MJ/m ²); J-3 (acima de 800 MJ/m ²); L-1; M-1 e M-10		G-5, G-6; I-3; J-4; L-2 e L-3.
	Tipo 1 RTI 5 m ³	Tipo 2 RTI 8 m ³	Tipo 3 RTI 12 m ³	Tipo 4 RTI 28 m ³	Tipo 4 RTI 32m ³		
Até 2.500 m ²	Tipo 1 RTI 5 m ³	Tipo 2 RTI 8 m ³	Tipo 3 RTI 12 m ³	Tipo 4 RTI 28 m ³	Tipo 4 RTI 32m ³		
Acima de 2.500 m ² até 5.000 m ²	Tipo 1 RTI 8 m ³	Tipo 2 RTI 12 m ³	Tipo 3 RTI 18 m ³	Tipo 4 RTI 32m ³	Tipo 4 RTI 48 m ³		

Tabela 2 - Aplicabilidade dos tipos de sistemas e volume de reserva de incêndio mínima (m³)

(conclusão)

Áreas das edificações de Áreas de riscos	A-2, A-3; C-1; D-1 e D-3 (até 300 MJ/m ²); D-2 e D-4; E-1, E-2, E-3, E-4, E-5, E-6; F-1 (até 300 MJ/m ²); F-2, F-3, F-4, F-8; G-1, G-2, G-3, G-4; H1, H-2, H-3, H-5, H-6; I-1; J-1, J-2; M-3.		B-1, B-2; C-2 (acima de 300 até 1000 MJ/m ²); C-3; D-1 (acima de 300 MJ/m ²); D-3 (acima de 300 MJ/m ²); F-1 (acima de 300 MJ/m ²); F-5, F-6, F-7, F-9, F-10; H-4; I-2 (acima de 300 até 800MJ/m ²); J-3 (acima de 300 até 800MJ/m ²).		C-2 (acima de 1000 MJ/m ²); I-2 (acima de 800 MJ/m ²); J-3 (acima de 800 MJ/m ²); L-1; M-1 e M-10		G-5, G-6; I-3; J-4; L-2 e L-3.
	Acima de 5.000 m ² até 10.000 m ²	Tipo 1 RTI 12 m ³	Tipo 2 RTI 18 m ³	Tipo 3 RTI 25 m ³	Tipo 4 RTI 48 m ³	Tipo 5 RTI 64 m ³	
	Acima de 10.000 m ² até 20.000 m ²	Tipo 1 RTI 18 m ³	Tipo 2 RTI 25 m ³	Tipo 3 RTI 35 m ³	Tipo 4 RTI 64 m ³	Tipo 5 RTI 96 m ³	
	Acima de 20.000 m ² até 50.000 m ²	Tipo 1 RTI 18 m ³	Tipo 2 RTI 25 m ³	Tipo 3 RTI 35 m ³	Tipo 4 RTI 96 m ³	Tipo 5 RTI 120 m ³	
	Acima de 50.000 m ²	Tipo 1 RTI 35 m ³	Tipo 2 RTI 48 m ³	Tipo 3 RTI 70 m ³	Tipo 4 RTI 120 m ³	Tipo 5 RTI 180 m ³	

Notas:

- 1) As ocupações enquadradas no sistema tipo 5 que possuem a exigência de sistema de chuveiros automáticos, podem aplicar o sistema tipo 4;
- 2) As ocupações enquadradas no sistema tipo 5 e as ocupações enquadradas no sistema tipo 4, que não possuem a exigência de sistema de chuveiros automáticos, mas que, por outras circunstâncias, tal sistema for instalado, podem aplicar, respectivamente, o sistema tipo 4 e o sistema tipo 3, com a RTI de um nível inferior no quadro acima;
- 3) Para o grupo A, a área a ser considerada para determinar a reserva de incêndio deve ser apenas a do maior bloco, desde que respeitada a distância de isolamento entre os blocos (NT-07);
- 4) Para divisão M-2, atender à NT-25 – Segurança contra incêndio para líquidos combustíveis e inflamáveis ou NT-28 – Gás Liquefeito de Petróleo, conforme o caso;
- 5) As divisões: M-4, M-5, M-6, M-7, M-8 e M-9 não tem previsão de sistema de hidrantes e mangotinhos conforme Anexo A da NT-01.

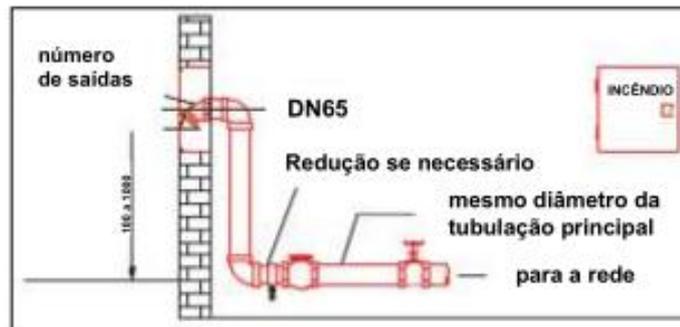
Fonte: NT 22 (CBMGO, 2014)

3.2.1.1 Dispositivo de recalque

Os sistemas necessitam ser constituído de dispositivo de recalque, com um diâmetro mínimo de 65 mm até a entrada do prédio sendo prolongado com o igual diâmetro da tubulação principal, na qual os engates sejam conciliáveis com os utilizados pelo Corpo de Bombeiro. E de preferência o mesmo deve ser de perfil coluna, em casos que a vazão ultrapasse 1000 L/min, o sistema deverá ter dois acessos para o recalque de água, através do transporte contra o incêndio do Corpo de Bombeiro de prioridade com tubo molhado.

O dispositivo de recalque deve ser colocado na fachada substancial do edifício, ou no muro de fronteira com a rua, com a inserção focada para a rua e para baixo em uma inclinação de 45° e de tamanho entre 0,60 m e 1,5m relacionado ao piso do passeio do atributo, é essencial que a instalação seja feito no interior de um abrigo embutido no muro, como visto na Figura 7

Figura 7 - Dispositivo de recalque tipo coluna



Fonte: NT 22 (CBMGO, 2014)

3.2.1.2 Abrigo

O abrigo poderá ser embutido ou aparente em cor vermelha, com porta e com o propósito de conservar as mangueiras, esguichos e outros tipos de instrumentos de combate a incêndio, capacitado para assegurar contra vários danos e intempéries, sendo instalado em uma área de fácil acesso e nítida, com a sinalização adequada, conforme a NBR 13714(ABNT, 2000).

Independente da tubulação que fornece o mangotinho ou hidrante, o abrigo precisa de uma base ou firmiação própria e tamanhos consideráveis para acomodar com simplicidade as

mangueiras e específicos materiais, proporcionando um acesso ágil e uso de todos os acessórios, caso tenha um incêndio.

Na arrumação interna cada abrigo deve adotar no mínimo, os acessos determinados nas Tabelas 1 e 3:

Tabela 3 - Componentes para cada hidrante ou mangotinho

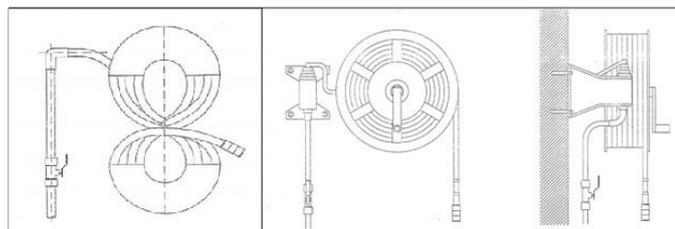
Materiais	Tipos de Sistema				
	1	2	3	4	5
Abrigo(s)	Opcional	Sim	Sim	Sim	Sim
Mangueiras de Incêndio	Não	Tipo 1 (Residencial) ou Tipo 2 (Demais ocupações)	Tipo 2, 3, 4 ou 5	Tipo 2, 3, 4 ou 5	Tipo 2, 3, 4 ou 5
Chavas para hidrantes, engate rápido	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Esguicho(s)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Mangueira	Sim	Não	Não	Não	Não

Fonte: NT 22 (CBMGO, 2014)

Quando o mangotinho for instalado em caixas de incêndios, o abrigo deve obedecer os mesmos critérios determinados para a caixa de hidrantes, e a instalação do mangotinho externo do edifício deve ser em abrigo adequado, corretamente sinalizado.

As mangueiras de incêndio por serem flexíveis devem ser acomodadas, aduchadas ou em ziguezague dentro do abrigo e as semirrígidas (Figura 8) devem ser acomodadas enroladas, com ou sem utilização de carretéis axiais ou em formato de oito, possibilitando seu uso com agilidade e simplicidade.

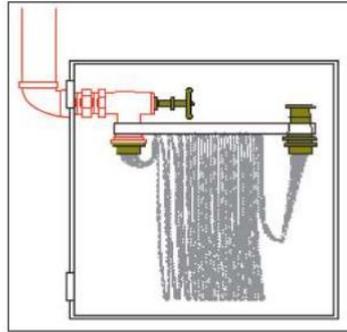
Figura 8 - Mangotinho enrolado em forma de oito e em carretel.



Fonte: BRENTANO(2005)

Já a mangueira de incêndio dos hidrantes internos deve ser acondicionada, alternadas em ziguezague através de uma estrutura de formato “rack” e com acoplamento formato “engate rápido” nas válvulas dos hidrantes, segundo a Figura 9.

Figura 9 - Suporte para mangueira tipo “rack”



Fonte: NT 22 (CBMGO, 2014)

3.2.2 Requisitos específicos

Os perfis de sistemas são mostrados na Tabela 1 e as vazões devem ser determinadas na partida das válvulas globo angulares dos hidrantes mais desvantajoso hidraulicamente. É obrigatório o uso dos materiais especificados na Tabela 3. E onde haja instalação do conjunto do tipo 1 – mangotinho na edificação deve-se dotar no local, tomada de água de engate ágil para mangueira de sinistro com diâmetro 40 mm (1 1/2”).

3.2.2.1 Distribuição dos hidrantes e ou mangotinhos

Devem ser postos os pontos de tomada de água:

- 1) Próximos às portas externas, passagem principal ou escadas a ser cuidado, com no máximo 5m;
- 2) Em pontos centrais do lugar segurado obedecendo necessariamente o item anterior;
- 3) Fora de antecâmaras de fumaça ou escada
- 4) Entre 1,0 e 1,5 do chão.

3.2.2.2 Reservatório e reserva técnica de incêndio

A reserva técnica (RTI) refere-se ao volume de água conservado em um reservatório para combate ao incêndio. É recomendado que toda a instalação tenha duas fontes de alimentação de água independentes. A fonte de alimentação central, ou seja, o reservatório que abastece as primeiras necessidades do fluído contra o sinistro até que entre a interferência de uma fonte secundária, com o corpo de bombeiro recalçando o fluído por meio de hidrante de

recalque com uma autobomba-tanque, podendo ser elevada, semienterradas ou subterrâneas, no nível do solo ou até mesmo através de fontes naturais oriundas de procedências naturais como rio, lagos etc., com a condição que a opção escolhida, cumpra as determinações do Anexo A da NBR 13714 (ABNT, 2000).

Deve-se preservar constantemente a eficiência do reservatório, e o mesmo precisa ser produzido em material que assegura sua resistência mecânica e as peculiaridades do fogo. O reservatório também pode ser uma piscina no empreendimento a ser protegido, contanto que certifique a reserva efetiva constantemente através de um documento do encarregado pela utilização.

Se a opção escolhida for o reservatório superior, a reserva de incêndio deverá ser acrescida à destinada ao consumo, sendo que a capacidade armazenada deve ser suficiente para garantir o funcionamento simultâneo, por gravidade, dos dois hidrantes localizados em condições mais desfavoráveis. Poderá também ser utilizada uma bomba de incêndio, que apresenta como vantagem a execução do reservatório superior em cota independentemente da altura necessária para o atendimento às pressões mínimas exigidas pelo Corpo de Bombeiros, principalmente no último pavimento, onde a pressão é pequena. (CARVALHO JUNIOR, 2013, pag 135 - 136);

Sempre deve ter conexões externas ao empreendimento, como o hidrante de recalque, passeio ou fachada para o recalque do fluido pelos corpo de bombeiro para o conjuntos de hidrantes e mangotinhos, abastecendo a reserva do sinistro caso tenha acabado e o mesmo continuar, ou, caso a pressão não seja suficiente para um combate efetivo. A quantidade de volume do fluido de reserva de incêndio é dado pela Tabela 2, pois o propósito dela é ser suficiente para suprir o combate ao sinistro ou conservar o controle por um período até a chegada do corpo de bombeiro.

3.2.2.3 Bombas de incêndio

A bomba de incêndio deve ser de modelo centrífuga ligada por eletricidade ou por combustão, tem como função o deslocamento da água nas tubulações e entra em funcionamento mediante acionamento automático ou manual. O acionamento automático é dado por chaves de fluxo para reservatórios elevados ou manômetros para reservatórios subterrâneos, e o manual por boteira.

Caso a bomba seja elétrica, a mesma deve ter uma rede autônoma da instalação do prédio, ou se abastecer de maneira que realize sua desativação da instalação geral, sem

atrapalhar seu trabalho. E caso seja a combustão interna para hidrantes, a mesma deve trabalhar, constantemente, o mesmo carregamento, no decorrer de seis horas.

Instala-se uma bomba de pressurização - *JOCKEY*, caso seja preciso a conservação da rede do sistema adequadamente pressurizado em um período determinado para recompensar as perdas de pressão, de modo que esta bomba tenha uma vazão máxima de 20 L/min.

Instala-se uma bomba centrífuga, denominada bomba de reforço, caso seja preciso o abastecimento de água ao sistema mais desvantajoso hidraulicamente, quando não conseguirem serem alimentados pelo reservatório elevado.

Segundo Brentano (2011), as bombas centrífugas puras ou de escoamento radial são as mais indicadas para o combate de incêndio, devido ao fato de serem de fácil manutenção, compactas, seguras e porque podem ser ativadas tanto por motores elétricos como por combustão interna.

As bombas de incêndio, devem ser instaladas de preferência em situação de sucção positiva, ou seja, no momento em que a linha do eixo da bomba se localiza embaixo do nível X do fluido. Adotando que a linha central do eixo da bomba se posicione a 2 m superior ao nível X do fluido ou 1/3 da eficiência efetiva do reservatório, o menor entre eles, acima do que é adotado o critério de sucção negativa, conforme a Figura 10:

Figura 10 - Condição positiva de sucção da bomba de incêndio



Fonte: NT 22 (CBMGO, 2014)

A eficiência das bombas principais, em pressão e vazão, é o bastante para conservar o sistema de mangotinhos e hidrantes, de modo que não é indicado instalar a bomba de incêndios com pressões maiores a 100 mca.

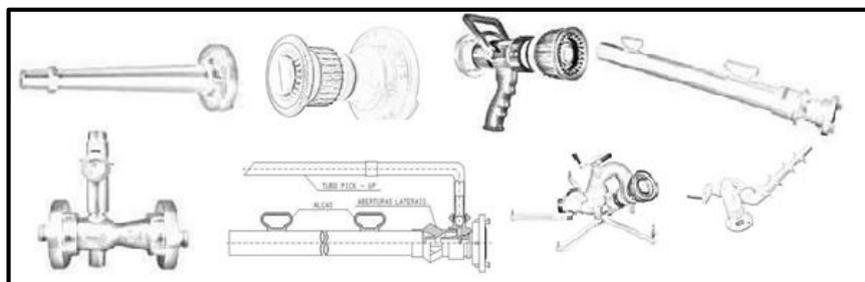
3.2.3 Componentes das instalações

3.2.3.1 Esguichos

São aparelhos para arremesso de água por meio de mangueiras, de forma que seja regulável permitindo a transmissão do jato compacto ou neblina, de acordo com a norma NBR 14870(ABNT, 2013), deve – se instalar cada esguicho corretamente em relação aos valores de pressão, vazão do fluído e de alcance de jato, para ocasionar sua sublime atividade, segundo as informações do fabricante.

Há mais de 15 distintas formas de esguichos, produzidos de vários materiais, sendo fibras ou metais, mais normalmente encontradas com admissão de 38 e 63 mm e conexão storz, sendo os mais aplicados pelos Corpos de Bombeiro de acordo com Flores, Ornelas, e Dias, (2016) são Tronco Cônico, Regulável, Pistola, Lançador de espuma, Lançador e proporcionador de espuma, Canhão, são apresentados na Figura 11.

Figura 11 - Tipo de Esguicho



Fonte: (FLORES,2016).

3.2.3.2 Mangueira de incêndio

Segundo Pereira (2004), conceitua a mangueira de incêndio sendo um duto flexível que direciona o fluído em grande quantia, geralmente com uma pressão relativamente alta para que possa ter um bom alcance de jato.

Para utilização da mangueira de incêndio, como o tipo, critérios e lugares de uso deve-se estabelecer as recomendações da NBR 11861(ABNT,1998).A mangueira de incêndio semirrígida para utilização de mangotinho deve obedecer aos critérios da EN 694(CSN, 1996) para o sistema tipo 1, o comprimento total das mangueiras devem ser suficientes para fornecer

a saída de cada ponto de hidrante ou mangotinho passando por todas as dificuldades e desvios encontrados, além disso levando em conta toda a intervenção que a habitação final pode realizar, não ultrapassando dos comprimentos máximos estabelecidos na Tabela 1.

3.2.3.3 Tubulações e conexões

A tubulação consiste em um conjunto de tubos, conexões, acessórios e outros materiais destinados a conduzir a água, desde a reserva de incêndio até os pontos de hidrantes. Todo e qualquer material previsto ou instalado deve ser capaz de resistir ao efeito do calor, mantendo seu funcionamento normal. O meio de ligação entre tubos, conexões e acessórios diversos deve garantir a estanqueidade e a estabilidade mecânica da junta, e não deve sofrer comprometimento de desempenho se for exposto ao fogo.(VIRGINIO, 2013, pag 20)

As tubulações (Figura 12) não devem possuir diâmetro inferior a 65mm (2 1/2), e importante lembrar que a norma permite um diâmetro de 50mm caso seja comprovado a eficiência do sistema, elas são normalmente de aço galvanizado, cobre ou ferro fundido, onde as partes das tubulações do conjunto que percorre em dutos horizontal ou verticais e aquelas que sejam perceptível por meio da porta de inspeção devem ser a cor Vermelha, e a tubulação aparente do conjunto pode ser colorida em outras cores sendo opcional, mas somente se tiver o reconhecimento com anéis vermelhos com 0,20 m de largura e colocados ao máximo 3 m do outro, com exceção de edificações das categorias G, I, J, L e M apresentada NT-01(ABNT, 2014).

Figura 12 – Tubulação de incêndio



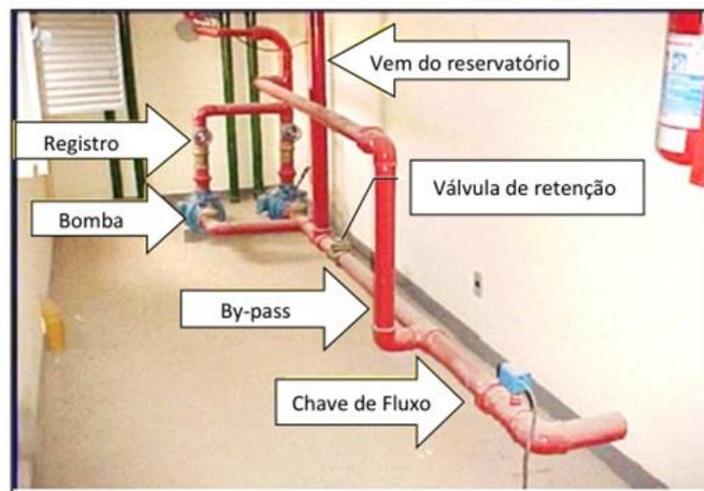
Fonte: (MELLO, 2014)

Os tubos fixados para abastecimentos de mangotinhos e de hidrantes não podem ultrapassar dutos de ventilação e/ou poços de elevadores, para todo material determinado ou instalado é necessário que suporte os resultados do calor e esforços mecânicos, permanecendo sua atividade normal.

Alguns dos componentes das colunas de incêndio são as válvulas de bloqueio e retenção, bomba de reforço para quando não há pressão suficiente pela gravidade, manômetros para medir a pressão da água, alarmes audiovisuais automáticos que indiquem o funcionamento de qualquer um dos hidrantes, caixas de incêndio em cada ponto de tomada de água. A Figura 17 apresenta parte de um sistema hidráulico de incêndio. (MELLO, 2014, p.43)

O sistema hidráulico pode é apresentado na Figura 13.

Figura 13 - Sistema hidráulico de combate a incêndio



Fonte: (MELLO, 2014)

4 DIMENSIONAMENTO

4.1 DIMENSIONAMENTO DE HIDRANTE E MANGOTINHO

O dimensionamento de qualquer edifício baseia na especificação do caminho das tubulações, dos diâmetros das estruturas e materiais, essenciais e suficientes para assegurar atividades dos sistemas estabelecidas na NT 22(ABNT, 2014).

Os hidrantes ou mangotinhos devem ser divididos de maneira que qual lugar da área a ser protegida seja suficiente por um esguicho (sistemas tipo 1, 2, 3, ou 4) ou dois esguichos (sistema tipo 5), levando em conta o comprimento das mangueiras do sinistro através de seu caminho real e extensão mínima de jato de água de 10 m, sendo que tenha contato visual sem obstáculos físicos de qualquer parte do lugar, depois de entrar no mínimo 1 m de qualquer repartição, de maneira que a pressão de atividade nos esguichos no sistema dimensionado deve ser no máximo 100 mca.

Se o dimensionamentos dos conjuntos tiverem mais que um hidrante simples deve-se declarar a utilização simultânea de dois jatos de água de mais risco estimados nos cálculos, seja qual for o perfil do sistema determinado, levando em conta que as vazões adquiridas em cada jato de água, nas saídas das válvulas globo angulares dos hidrantes nos pontos mais desvantajoso hidraulicamente e segundo a Tabela 1, de modo que a área adotada deve ser a mais desfavorável nos cálculos, ou seja aquela que tem menor valor de pressão dinâmica na saída do hidrante, levando em conta o propósito de estabilidade de pressão, é adotado a variação máxima de 0,50 mca.

Em habitações mistas de edifício que solicitarem segurança por sistemas diferentes, as determinações do conjunto devem ser individualizadas para cada perfil do sistema ou obedecer as determinações ao maior perigo.

O sistema de hidrantes, instalação hidráulica predial, dispõe de vários componentes nos quais se aplicam fórmulas hidráulicas para o seu dimensionamento, como: vazão em esguichos, potência de bomba, perda de carga distribuída (tubos), perda de carga localizada (válvulas e acessórios), perda de carga distribuída (mangueiras) e velocidade de escoamento da água (interior da tubulação). (PEREIRA 2013, p.65)

Os cálculos hidráulicos da soma de perda de carga nas tubulações devem ser feitos com rigidez, necessitando que o produto alcançado atenda a uma das equações exibidas a seguir:

1) Cálculos hidráulicos:

a) *Darcy - Weisbach* – método genérico para perda de carga localizada:

$$hf = f * \frac{L * v^2}{D * 2 * g} + \frac{v^2}{2 * g} \quad (1)$$

Sendo que “hf” refere-se a perda de carga, em m de coluna de água, “f” ao fator de atrito relacionados aos diagramas de *Moody* e *Hunter- Rouse*, sendo adimensional, “L” ao tamanho dos tubos (m), “D” ao diâmetro interno (m), “v” a velocidade do líquido (m/s), “g” é a aceleração da gravidade local (m/s²) e “k” é a soma dos coeficientes de perda de carga das ligações.

b) *Hazen - Williams*:

$$hf = J * Lt \quad (2)$$

$$J = 605 * Q^{1,85} * C^{-1,85} * D^{-4,87} * 10^4 \quad (3)$$

Onde “hf” refere-se a perda de carga, em m de coluna de água, “Lt” ao tamanho total, ou seja, o somatório dos comprimentos relacionados as conexões e o tamanho da tubulação, “J” a perda de carga por atrito (m/m), “Q” a vazão (L/min), “D” ao diâmetro interno (mm) e “C” ao coeficiente de *Hazen Williams*, relacionado ao material e estado das parede da tubulação, exibido na Tabela 4

Tabela 4 - Fator “C” de Hazen - Williams

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

Nota: Os valores de C de *Hazen – Willian* são válidos para tubos novos

Fonte: NT - 22/2014

A velocidade do fluído não deve ultrapassar 2 m/s (sucção negativa) ou 3 m/s (sucção positiva) na tubulação de sucção das bombas de sinistros, sendo que o cálculo é realizado pela equação:

$$V = \frac{Q}{A} \quad (4)$$

De tal modo que “V” refere a velocidade do fluído(m/s), “Q” a vazão do fluído (m³/s) e “A” ao espaço interno do tubo (m²). Adota-se para o cálculo, o diâmetro interno do tubo, a velocidade máxima do fluído no tubo deverá ser 5 m/s.

O uso de válvulas de paragem é necessário no conjunto de malha ou fechado, em que no mínimo duas faces em uma malha que engloba quadras, armazene ou processe, permaneçam em atividade, caso tenha ruptura ou bloqueamento dos outros dois.

O NPSH - *net positive suction head* disponível deve ser superior ou idêntico ao NPSH estabelecido pela bomba de incêndio, sendo que no cálculo do NPSH disponível do tubo de sucção deve ser adotado 1,5 vezes maior que a vazão nominal do conjunto.

2) Cálculo da reserva técnica de incêndio:

O dimensionamento da RTI é feita para obedecer um determinado período de combate inicial, como já foi dito neste trabalho, um período até que os bombeiros atuem ou o fogo seja combatido. O cálculo do volume mínimo da RTI é realizado pela fórmula a seguir:

$$V = Q \times t \quad (5)$$

Em que “Q” refere-se a vazão(L/min) de duas saídas do conjunto empregado, segundo a Tabela 1, “t” ao período de 60 min para sistemas dos modelo 1 e 2, e de 30 min para sistema do modelo 3 e “V” ao volume(L) da reserva.

Tal que o resultado deste cálculo, deve atender ao mínimo volume exigido ao tipo de sistema definido, sendo que deve-se definir o tipo de sistema que será usado, classificando o imóvel, de acordo com o grupo e ocupação/uso, em referências ao Quadro 2 (Anexo A),

relacionados com os Quadros 3 ao 21 (Anexo A) para classificar as providências de segurança contra o sinistro (sendo que apenas edifícios com área de construção maior que 750 m² e/ou altura maior que 12 m precisam ser asseguradas por conjunto de mangotinhos ou hidrante) relacionado com a Tabela 2 que define o tipo de sistema, no qual deve ser um valor igual ou maior dado no quadro, mas geralmente é sempre um valor maior, pois nele é estabelecido o volume total mínimo a começar com a vazão mínima no hidrante mais desvantajoso da edificação e já o cálculo refere-se a vazão dos hidrantes mais desvantajoso.

3) Dimensionamento da bomba:

A bomba poderá ser tanto de recalque como reforço, caso não tenha pressão bastante por gravidade. As bombas podem ser acionadas manualmente ou automáticas quando qualquer hidrante é aberto. Os sistema de bombas são fundamentais para o desempenho apropriado dos hidrantes e mangotinhos, para obedecer as vazões requeridas na Tabela 1. De maneira que a partir da altura manométrica, vazão exigida e rendimento da bomba é feita as contas de potência do sistema moto-bomba, como é mostrado na fórmula:

$$N = \frac{\gamma * Q * htm}{75 * \eta} \quad (6)$$

Em que, “N” refere-se a potência motriz em CV, “ γ ” ao peso específico da água – 1000 Kgf/m³, “Q” a vazão da bomba em m³/s, “htm” altura manométrica total em m e “ η ” ao rendimento da bomba.

$$N_{psh} = P_{atm} - P_v - Z_s - H_{ps} \quad (7)$$

Deve-se também verificar o ponto de trabalho da bomba, através do cruzamento da curva do projeto com a curva do fabricante da bomba, este ponto exhibe se a bomba é habilitada para abastecer a água a uma altura manométrica propriamente igual a que água precisa para escoar a instalação hidráulica com uma determinada vazão em sistema de escoamento permanente, no qual será encontrada a vazão e a altura manométrica ótima, em que a vazão do

fabricante deverá está no intervalo da vazão mínima(vazão ótima 0,9 vezes da vazão ótima) e a vazão máxima (vazão ótima vezes 1,1 da vazão ótima) para o sistema ser bem dimensionado.

4) Dimensionamento de hidrante e mangotinhos

Primeiro deve-se determinar o tipo de sistema que será usado conforme as peculiaridades e áreas. Após é imposto a determinação das condições adotadas no projeto, como os estudos do empreendimento e das regiões de perigo para produção do projeto isométrico, procurando efetivamente a localização ideal para as tubulação e os locais de hidrante e/ou mangotinhos, considerando as condições de proteção, economia, baixa perda de carga estrutural e efetividade técnica.

Depois parte-se para as condições de cálculos, que estabelece especialmente o cálculo das perdas de cargas, vazões, potência da bomba e velocidade do fluxo do fluído no decorrer do sistema pelo comando empregado. Para dimensionar a vazão do esguicho, aplica-se a fórmula comum para o cálculo, utiliza-se a fórmula geral para condutos pequenos:

$$Q = Cd * A * \sqrt{2 * g * H} \quad (8)$$

Em que “Q” refere-se a vazão(m³/s) na boca do requinte, “Cd” refere-se ao coeficiente de descarga entre 0,96 e 0,98, “A” refere-se a área(m²) do bocal, “G refere-se a aceleração da gravidade (m/s²) e “H” refere-se a pressão dinâmica mínima (mca) na boca do requinte.

4.2 DIMENSIONAMENTO DO CHUVEIRO AUTOMÁTICO

O dimensionamento do chuveiro automático pode ser feito de duas formas pelo método da tabela ou pelo cálculo hidráulico. O processo pela tabela possibilita apenas a distribuição da tubulação na forma ramificada, já pelo método do cálculo hidráulico possibilita uma maior flexibilidade em relação a preferência do tubo permitindo ser de formato de malha ou em anel.

O método hidraulicamente é mais viável por ser mais preciso, economicamente e enquadra para todas categorias de risco, ele possibilita o domínio dimensional de todo o sistema matematicamente. O método de tabelas enquadra apenas ocupações de risco leve e ordinário, o risco extraordinário e armazenamento, o dimensionamento deve ser realizado pelo cálculo.

Para o dimensionamento, é primordial a classificação de risco da ocupação, que é dado pela NBR 10897 (ABNT, 2014) apresentada no Quadro 1.

Quadro 1– Tipos de risco

Risco		Peculiaridades
Leve		Ocupações ou parte das ocupações onde a quantidade e/ou a combustibilidade do conteúdo (carga de incêndio) é baixa, tendendo à moderada, é onde é esperada a taxa de liberação de calor de baixa a média
Ordinário	Grupo I	Ocupações ou parte das ocupações onde a quantidade e a combustibilidade é baixa e a quantidade de materiais combustíveis é moderada. A altura do armazenamento não pode exceder 2,4 m. São esperados incêndios com moderada taxa de liberação de calor.
	Grupo II	Ocupações ou parte de ocupações onde a quantidade e a combustibilidade do conteúdo é moderada. A altura do armazenamento não pode exceder 3,7 m. São esperados incêndios com alta taxa de liberação de calor.
Extraordinário	Grupo I	Ocupações ou parte de ocupações onde a quantidade e a combustibilidade do conteúdo são muito altas, podendo haver presença de pós e outros materiais que provocam incêndios de rápido desenvolvimento, produzindo alta de liberação de calor. Neste grupo as ocupações não podem possuir líquidos combustíveis e inflamáveis.
	Grupo II	Ocupações com moderadas ou substancial quantidade de líquidos combustíveis ou inflamáveis

Fonte: NBR 10897(2014)

4.2.1 Dimensionamento por tabelas

Devem-se seguir os requisitos da NBR 10897 (ABNT, 2014) e da NFPA -13(2013), para o dimensionamento do chuveiro automático, através de tabelas exibidas para habitações, somente para risco leve e ordinário, determinando vazões, pressões, diâmetro das tubulações, carga de reserva técnica de incêndio, conforme a Tabela 5

Tabela 5 - Vazões, pressões, durações e volumes mínimos da reserva de incêndio para sistema de chuveiros automáticos dimensionados pelo método de tabela (NFPA 13:2013 e NBR 10897/2014)

Classe de riscos	Vazão da bomba(*)		Tempo de operação(**)	Volume mínimo do reservatório		Pressão residual mínima requerida (***)			
	L/min	Gpm	min	m ³	USgal	kPa	mca	psi	Bar
Leve	1900 – 2800	500 – 750	30 – 60	57-168	15000 – 45000	100	10	15	1,0
Ordinária	3200 – 5700	850 – 1500	60 – 90	192 – 511	52000 – 135000	140	14	20	1,4

*Vazões mínimas são permitidas desta tabela quando a edificação é de construção incombustível ou as áreas potenciais de incêndio se encontram limitadas pelo tamanho da edificação ou por compartimentação, de modo que nenhuma área aberta seja maior que 280m² para ocupações de risco leve e nem maior que 370 m² para ocupações de risco Ordinário, ver os limites das áreas no gráfico da Figura 16, adiante. As vazões são consideradas na base da coluna principal do sistema, incluindo a demanda dos hidrantes.

** Tempos mínimos: são aceitos os valores mais baixos do tempo de duração da tabela somente quando a instalação de chuveiros automáticos tiver alarme elétrico acionado por dispositivo que acusa escoamento de água na rede hidráulica, como válvula de fluxo ou pressóstato, conectada a uma estação central remota.

*** Pressões residuais: a pressão residual mínima refere-se ao chuveiro automático mais elevado ou mais desfavorável hidráulicamente da instalação.

NOTAS IMPORTANTES:

1. O cálculo por tabelas somente pode ser utilizado para edificações com ocupações de riscos Leve e Ordinário;
2. É permitido o método do cálculo por tabelas em instalações novas somente com área máxima de 465 m² ou em ampliações ou modificações de sistemas existentes já calculados por tabelas;
3. Excepcionalmente o método do cálculo por tabelas pode ser usado em sistema de chuveiros automáticos com área superior a 465m² quando a vazão exigida estiver disponível na base da coluna principal a uma pressão residual mínima de 34 mca acrescida da pressão mínima necessária no chuveiro automático mais elevado ou mais desfavorável da instalação;
4. Deve ser considerada a perda de carga e o desnível entre a base da coluna de incêndio até o nível do chuveiro automático mais desfavorável da instalação, em “mca” ou “desnível x 0,433 psi/fit”;
5. As perdas de carga nas válvulas de retenção do sistema de chuveiros automáticos calculados por tabela devem ser consideradas ao se determinar a pressão residual aceitável no nível mais alto dos chuveiros automáticos para atender à vazão do projeto;
6. É permitido o método de cálculo por tabelas em ocupações de risco Extraordinário somente em ampliações ou modificações de sistemas existentes já calculadas por tabelas. Os parâmetros de vazão e pressão devem ser baseados nos métodos de cálculo hidráulico.

Fonte: BRENTANO (2015)

A quantia máxima de chuveiros que podem ser abastecidos por tubo está vinculada com a categoria do risco de habitação, tipo de material do tubo, ponto a ser assegurado e a

posição do chuveiro. Os tipos de chuveiro para o cálculo de tabela são apenas os de cobertura padrão e estendida, e no cálculo pode ser usado apenas o diâmetro nominal do chuveiro de 12,7 mm, ou de outro modo, com à condição de $k= 25,3 \text{ L/min/mca}^{1/2}$, caso seja necessário a eficiência do chuveiro de 12,7 mm, pode – se usar chuveiros com diâmetros superiores, mas desde que calcule hidraulicamente para comprovar eficiência para dispensar a quantia de fluído essencial conforme o volume de água acessível.

4.2.1.1 Roteiro do dimensionamento por tabela

1) Inicia-se especificando a norma aplicada, que neste trabalho será a NT – 23(CBMGO, 2014) e após adequa-se o empreendimento ao risco de habitação relacionado, ou seja, leve ou ordinário, conforme o Quadro 22 (Anexo A) e sucessivamente estabelece a máxima área de cobertura por chuveiro automático, segundo as normas adotadas.

As normas NBR 10897(ABNT, 2014) e a NFPA 13(2013) apresenta as máximas áreas de cobertura para quatro perfis de chuveiro: Cobertura Estendida (CE), Cobertura Padrão, Respostas e Extinção do edifício e Controle de Aplicação Efetiva seja qual for a circunstância de aplicação e independentes das condições de habitação e construtivas para chuveiros automáticos pendentes ou pé e laterais, mas pelo dimensionamento de cálculo por meio da tabela só é permitido a aplicação para chuveiro de Cobertura Padrão e Estendida que tenha diâmetro nominal de abertura de 12,7 mm, que seja um conjunto novo para risco Leve e Ordinário, com uma área máxima de 465 m².

A seguir, nas Tabelas 6, 7 e 8 serão exibidos os requisitos, como a verificação de áreas e distâncias permitida entre os chuveiros, considerando o tipo de teto e chuveiro para o tipo de risco específico, segundo critérios estruturais e arquitetônicos e indicações de norma, e também o afastamento da parede admitido do chuveiro padrão e CE.

- a) A máxima área de cobertura, espaçamento máximo e espaçamento mínimo entre os chuveiros, para chuveiros automáticos em pé ou pendentes é determinado pela Tabela 6.

Tabela 6 - Áreas máximas de cobertura e espaçamento máximo entre o no cálculo por tabelas para chuveiros automáticos pendentes ou em pé, de acordo com o tipo de teto e o risco da edificação NBR 10897(ABNT, 2014) e a NFPA 13(2013)

Tipos de teto	Tipos de chuveiros	Áreas mínimas de cobertura(*)			Espaçamentos máximo(*)			Espaçamentos mínimo(*)		
		Lev.	Ord.	Extr.	Lev.	Ord.	Extr.	Lev.	Ord.	Ext.
		m ²	m ²	m ²	m	m	m	m	m	m
Liso, incombustível	Cobertura Padrão	18	12	8	4,6	4,6	3,7	1,8	1,8	1,8
	Cobertura Estendida(CE)	37	37	-	6,1	6,1	-	2,4	2,4	2,4
		30	30	-	5,5	5,5	-	2,4	2,4	2,4
		24	24	-	4,9	4,9	-	2,4	2,4	2,4
		-	18	18	-	4,3	4,3	2,4	2,4	2,4
-	14	14	-	3,7	3,7	2,4	2,4	2,4		
Com obstrução, incombustível	Cobertura Padrão	18	12	8	4,6	4,6	3,7	1,8	1,8	1,8
	Cobertura Estendida(CE)	37	37	-	6,1	6,1	-	2,4	2,4	2,4
		30	30	-	5,5	5,5	-	2,4	2,4	2,4
		24	24	-	4,9	4,9	-	2,4	2,4	2,4
		-	18	18	-	4,3	4,3	2,4	2,4	2,4
-	14	14	-	3,7	3,7	2,4	2,4	2,4		
Liso, combustível	Cobertura Padrão	18	12	8	4,6	12	3,7	1,8	1,8	1,8
Com obstrução, combustível	Cobertura Padrão	16	12	8	4,6	12	3,7	1,8	1,8	1,8
Combustível com elementos estruturais distanciados ≤ 90	Cobertura Padrão	12	12	8	4,6	12	3,7	1,8	1,8	1,8

Nota: (*) Valores arredondados.

Fonte: BRENTANO (2015)

- b) A máxima área de cobertura, espaçamento máximo e espaçamento mínimo entre os chuveiros, para chuveiros automáticos laterais é estabelecido pelas Tabelas 7 e 8

Tabela 7 - Áreas máximas de cobertura de chuveiros automáticos laterais, de acordo com o tipo de teto e o risco da edificação (NBR 10897(ABNT, 2014) e a NFPA 13(2013))

Tipos de chuveiros automáticos	Tipos de teto	Classe de Risco			
		Leve		Ordinário	
		Áreas máximas de cobertura(*)		Espaçamento mínimo	
		m ²	m ²	m ²	m ²
Padrão	Liso, combustível	11	7	1,8	1,8
	Liso, incombustível	18	9	1,8	1,8
Cobertura Estendida(CE)	Liso	37	37	2,4	2,4

Nota:

(*) Valores arredondados.

Fonte: BRENTANO (2015)

Tabela 8 - Espaçamento máximo entre chuveiros automáticos laterais, de acordo com o tipo de teto e o risco da edificação (NBR 10897(ABNT, 2014) e a NFPA 13(2013))

Tipos de chuveiros automáticos	Disposição do chuveiro automático na região	Classe de Risco			
		Leve		Ordinário	
		Tipo de Teto			
		Combustível	Incombustível	Combustível	Incombustível
		Espaçamento máximo			
		m	m	m	m
<i>Padrão</i> (**)	Espaçamento máximo ao longo do sub-ramal da parede	4,3	4,3	3,0	3,0
<i>CE</i> (***)	Distância máxima da parede oposta	8,5	8,5	7,3	7,3
<i>Padrão</i> (**)		3,7	4,3	3,0	3,0
<i>CE</i> (***)		7,3	8,5	7,3	7,3

Notas:

(*) Valores arredondados;

(**) Em salas ou vãos com largura entre 3,7 m e 7,3 m para risco Leve e entre 3,0 e 6,0 m para riscos Ordinários devem ser instalados chuveiros automáticos laterais do tipo de Cobertura Padrão ao longo de duas paredes opostas, desde que nenhum chuveiro automático esteja localizado dentro da área máxima de cobertura de outro chuveiro automático;

(***) Em ambientes com larguras > 7,3m para risco Leve e 6m para Risco Ordinário devem ser usados chuveiros automáticos de Cobertura Estendida (CE) nas mesmas disposições recomendadas para os chuveiros de Cobertura Padrão, observando-se os limites estabelecidos por norma para cada tipo.

Fonte: BRENTANO (2015)

Caso não seja possível a visualização do espaçamento mínimo, têm que ser colocado anteparos incombustíveis entre eles para precaver que o fluído de um chuveiro automático impacte o chuveiro próximo. Em lugares com ambientes e riscos diferentes, deve-se sempre procurar um espaçamento padronizado mais adequado para todos os ambientes, simplificando a realização do dimensionamento e do projeto e evitando prejuízos perda de material.

c) Afastamento mínimo das paredes

Estabelece-se para chuveiros automáticos, seja qual for o tipo de chuveiro, um afastamento mínimo de 10 cm.

d) Afastamento máximo das paredes nas quais estão implantadas e do teto.

Para chuveiros automáticos laterais determina-se que o afastamento máximo seja de 16 cm.

1) Após a definição destes itens, estabelece a área a ser cuidada, determinado conforme o projeto arquitetônico, isto é de suma importância para a determinação do layout do sistema, devendo sempre seguir a área máxima e os espaçamentos mínimos. Quando essa região for relativamente isolada de outros pontos efetivos em combate ao fogo e calor e tenha áreas ou setores internos com mais uma categoria de risco, cada tipo de risco pode adquirir maneiras sistemas de seguranças distintas, conforme o risco referente. Em evento de não ocorrer esta desagregação físicas dos riscos, todas as áreas do edifício a ser cuidada, dimensiona conforme os requisitos do risco maior.

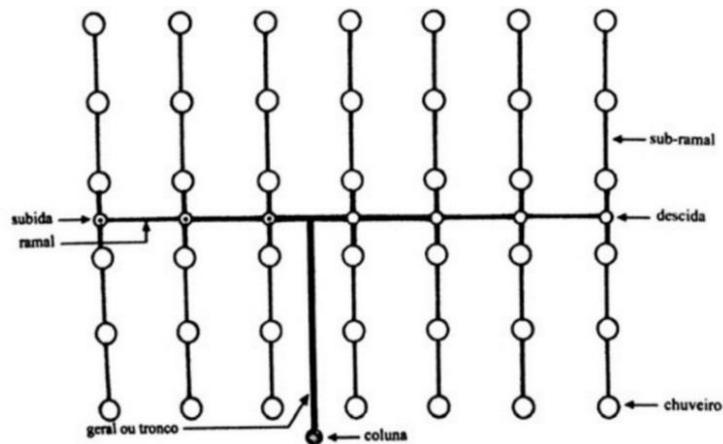
Caso o edifício seja isolado entre si por espaçamentos protegidos, cada um deve adquirir da mesma forma uma segurança em combate ao incêndio segundo o seu específico risco, este espaçamento é estabelecido para cada situação de risco pelo volume térmico ou de incêndio no interior e pela medida das aberturas (portas e janelas) do empreendimento.

2) O próximo passo é estipular a rede de chuveiros automáticos (as tubulações que abastecem os chuveiro automáticos, a começar da válvula de controle e alarme) no ambiente e um ponto ideal para a coluna de incêndio, ramais e sub-ramais, uma escolha vinculada diretamente aos projetos estruturais e arquitetônicos do edifício. É primordial que a distribuição seja econômica, especialmente pelos óbices estruturais, trazendo soluções que podem submeter

o uso de mais uniões que em decorrência traz uma maior perda de carga e a carência de maiores diâmetros.

A rede de distribuição (Figura 14) é feita pelo dimensionamento de diâmetro apropriado chegando aos chuveiros mais desvantajosos com pressão e vazão exigidas para cada risco de habitação.

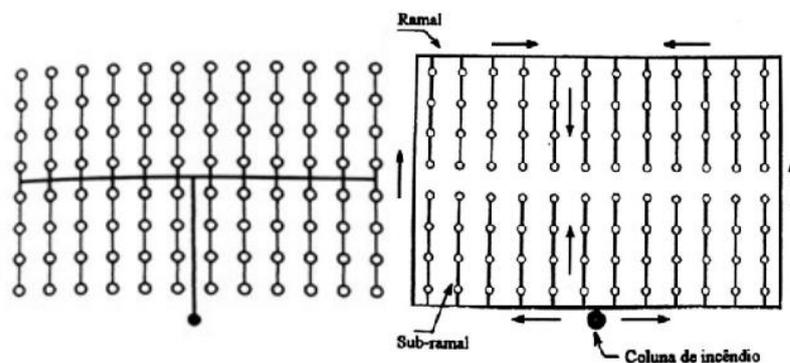
Figura 14- Rede de chuveiros automáticos.



Fonte: Brentano (2007).

As redes hidráulicas (Figura 15) do chuveiro podem ser abertas, aquelas que movimentam em uma direção apenas, ou seja, o fluído sai do abastecimento em orientação ao bico mais distante somente por um caminho, ou fechada, aquela que abastece os chuveiros nos dois lados, produzindo anéis ou circuitos, por onde o fluído passe até o abastecimento dos bicos, que tem como vantagem a redução da perda de pressão em consequência da fragmentação do escoamento que leva a uma diminuição das tubulações. Como pode ser vista na Figura 15.

Figura 15 - Rede aberta e fechada



Fonte: Brentano (2007)

3) Em seguida estabelece o diâmetro dos ramais e sub-ramais que são estabelecidos conforme tabelas específicas conforme o número de chuveiros instalados, risco da edificação e material da canalização, requisitos que são encontrados a NBR 10897(ABNT, 2014) e a NFPA 13(2013).

O dimensionamento do sistema necessita-se ser realizado de modo que proteja a área máxima de qualquer piso, abastecido por uma coluna e monitorando por um conjunto de válvulas automáticas, segundo a categoria de risco de habitação. A instalação dos chuveiros podem ser todos abaixo ou todos acima do forro falsos ou teto, ou acima e abaixo do mesmo.

A NFPA 13 (2013) recomenda que os sub-ramais de risco leve e ordinário possam ter até oito chuveiros automáticos em cada lado ou somente um lado da tubulação sub-ramal, porém há duas exceções caso necessite a instalação de nove chuveiros, os dois últimos segmentos de tubulação do ramal deve ter diâmetros respectivos DN 25 e DN 32 para tubulações de aço e DN 25 para tubulação de cobre, e caso necessite a instalação de dez, os dois últimos segmentos de tubulação do ramal devem ter diâmetros respectivos DN 25 e DN 32 para tubulação de aço galvanizado e DN 25 para cobre, e o décimo chuveiro que liga o ramal deverá ser abastecido por uma tubulação de DN 65.

O diâmetro entre os sub-ramais e ramais é estabelecido conforme ao tipo risco, tipo e diâmetro de tubulação da edificação e sua localização no teto ou forro, a seguir são mostrados os requisitos para determinado tipo de risco.

a) Para riscos leves, utiliza-se a Tabela 9

Tabela 9 - Número máximo de chuveiro automático todos abaixo OU todo acima - e acima e abaixo do teto ou forro falso que cada diâmetro de canalização pode para classe de risco Leve NBR 10897(ABNT, 2014) e a NFPA 13(2013)

Diâmetro Nominal		Número máximo de chuveiro instalados todos acima ou todos abaixo do teto ou forro para cada diâmetro de canalização		Número máximo de chuveiro instalados acima e abaixo do teto ou forro para cada diâmetro de canalização	
mm	In.	Cobre	Aço Galvanizado	Cobre	Aço Galvanizado
20	¾	-	-	-	-
25	1	2	2	2	2
32	1 ¼	3	3	4	4
40	1 ½	5	5	7	7
50	2	12	10	18	15
65	1 ½	40	30	20	50
75	3	65	50	Ver nota(2) abaixo	Ver nota(2) abaixo
90	3 ½	115	100	-	-
100	4	Ver nota(1) abaixo	Ver nota(1) abaixo	-	-

Nota 1: Para diâmetro de 100 mm:

- Quando há áreas que não podem ser subdivididas e que requeiram mais que oito chuveiros automáticos para o diâmetro de canalização de 90 mm (3/4 in) apresentado nesta tabela, eles devem ser alimentados por ramais e colunas dimensionadas para classe de risco Ordinário;
- Cada jogo de válvulas automáticas devem controlar no máximo uma área de 4800 m² de pavimento;
- Tetos falsos, áreas de mezaninos, jiraus, plataformas de equipamentos, etc., não são computados como pavimentos desde que não ocupem na sua somatória, mais de 60% da área total do pavimento;
- O número máximo de chuveiros automáticos que cada sub-ramal pode atender, são oito.

Nota 2: Quando o número de chuveiros ultrapassar a quantia especificada para DN 65 no quadro anterior, o tubo que abastece esses chuveiro podem ser alterado para um diâmetro comercial superior e deve ser dimensionado, segundo a tabela 18 buscando a solução que requer o tubo de diâmetro maior.

Fonte: BRENTANO (2015)

b) Para riscos ordinários

Quando todos os chuveiros automáticos estão localizados acima ou todos embaixo de um teto, é recomendado as observações realizadas no item anterior em relação a quantia máxima de chuveiros instalados em um sub-ramal.

É estabelecida a quantia máxima de chuveiro automáticos em cada diâmetro nominal da, conforme o espaçamento entre os chuveiros, ou seja, caso o espaçamento entre os chuveiros entre um ramal seja superior a 3,7 m, ou caso o espaçamento entre os ramais seja superior a 3,7 m, o diâmetro do sub-ramal e ramal, em que se deve seguir a Tabela 10, considerando apenas os chuveiros que protegem a região, buscando a solução que requer o tubo de diâmetro maior.

Tabela 10 - Número máximo de chuveiro automático que cada diâmetro nominal de ramal/sub-ramal pode atender para a classe de risco Ordinário NBR 10897(ABNT, 2014) e a NFPA 13(2013)

Diâmetro Nominal		Número máximo de chuveiro instalados todos acima ou todos abaixo do teto ou forro para cada diâmetro de canalização com espaçamento entre os chuveiros $\leq 3,7$ m		Número máximo de chuveiro instalados todos acima ou todos abaixo do teto ou forro para cada diâmetro de canalização com espaçamento entre os chuveiros $> 3,7$ m		Número máximo de chuveiro instalados todos acima ou todos abaixo do teto ou forro para cada diâmetro de canalização.	
		Cobre	Aço Galvanizado	Cobre	Aço Galvanizado	Cobre	Aço Galvanizado
20	¾	-	-	-	-	-	-
25	1	2	2	2	2	2	2
32	1 ¼	3	3	3	3	4	4
40	1 ½	5	5	5	5	7	7
50	2	12	10	12	10	18	15
65	1 ½	25	20	20	15	40	30
75	3	45	40	35	30	65	60
90	3 ½	75	65	65	60	-	-
100	4	115	100	115	100	-	-
125	5	-	160	-	275	-	-
					Ver		
150	6	-	275	-	Nota ⁽²⁾⁽³⁾ abaixo	-	-
200	8	-	Ver nota ⁽¹⁾ abaixo	-	-	-	-

Nota 1: Para diâmetros de 200 mm devem ser observadas as seguintes disposições:

- Uma válvula de governo de 200 mm de diâmetro de diâmetro nominal pode controlar, no máximo uma área de 4800m² de pavimento para classe de risco ordinário;
- Área de mezaninos não são computadas nos limites da área de pavimento, mas devem receber proteção por chuveiro automático, também.

Nota 2: Caso o espaçamento entre os chuveiros entre um ramal seja superior a 3,7 m, ou caso o espaçamento entre os ramais seja superior a 3,7 m, o diâmetro do sub-ramal e ramal deverá seguir os diâmetros com espaçamento $> 3,7$ m, considerando apenas os chuveiros que protegem a região, buscando a solução que requer o tubo de diâmetro maior.

Nota 3: Para diâmetros de 200 mm devem ser observadas as seguintes disposições:

- Um único jogo de válvula de 200 mm de diâmetro de diâmetro nominal pode controlar, no máximo uma área de 4800m² de pavimento para classe de risco ordinário;
- Área de mezaninos não são computadas nos limites da área de pavimento.

Notas 4:

- O número de chuveiros automático pode ser até oito acima e oito abaixo do teto/forro, de cada direção do sub –geral, nesta hipótese a quantia de chuveiros automáticos abastecido pelo mesmo sub-ramal pode ser maior, uma vez que o abastecimento será para chuveiros automáticos acima e não absolutamente os embaixo e reciprocamente.

- Quando o número total de chuveiros automáticos acima e abaixo de teto ou forro falso, exceder ao número especificado para o diâmetro de 75 mm, a canalização de alimentação de tais chuveiros automáticos deve ter um diâmetro comercial imediatamente superior e dimensionado de acordo os chuveiros automáticos instalados acima ou abaixo do teto, em qual dos dois for maior.

Fonte: BRENTANO(2015)

c) Para riscos extraordinários:

O dimensionamento do risco extraordinário de tabela é apenas para sistemas existentes, em casos que se deseja ampliar ou reformar, que pode – se seguir a Tabela 11, caso seja novo é exigido que o dimensionamento seja feito por cálculo.

Tabela 11 - Número máximo de chuveiro automático que cada diâmetro nominal de ramal/sub-ramal pode atender quando instalados todos acima ou abaixo de teto/forro falso para a classe de risco Extraordinário NBR 10897(ABNT, 2014) e a NFPA 13(2013)

Diâmetro Nominal		Número máximo de chuveiro para cada diâmetro de canalização	
Mm	In.		
25	1	1	1
32	1 ¼	2	2
40	1 ½	5	5
50	2	8	8
65	1 ½	20	15
75	3	30	27
90	3 ½	45	40
100	4	65	55
125	5	-	90
150	6	-	150

Fonte: BRENTANO (2015)

- 4) A escolha da mínima vazão da instalação é determinada conforme o tipo de risco da ocupação, como é mostrado na Tabela 5
- 5) Estabelecimento do diâmetro da coluna de incêndio e diâmetro de sucção
- A escolha do diâmetro da coluna de incêndio é realizada pelas mesmas tabelas utilizadas para os sub – gerais e a de sucção normalmente é aplicado um diâmetro comercial maior ao do recalque, devido a redução da velocidade do fluxo do fluido, sendo conveniente para beneficiar a capacidade do desempenho do conjunto de bombas.

6) Cálculo da pressão mínima

A altura manométrica total ou a pressão imposta pela bomba, quando é realizada pelo método de tabela é dada pela fórmula:

$$hm_t = p_{VGA} + hg_{VGA} + hp_{VGA-A} \quad (9)$$

Em que:

hm_t : A pressão requerida na bomba ou altura manométrica (m);

p_{VGA} : A pressão mínima eficiente que se tem dispor na válvula de governo e alarme(m);

hg_{VGA} : Altura geométrica entre a altura do chuveiro mais elevado (nível A) e a válvula de governo e alarme;

hp_{VGA-A} : A perda de carga (m) no trânsito que percorre a bomba até o chuveiro mais desvantajoso hidraulicamente (ponto A).

7) Escolha da Bomba de Incêndio

A partir do resultado da altura manométrica e vazão (m³/h), a escolha da bomba pode ser realizada de duas formas utilizando os gráficos quadriculados e as curvas peculiares da bombas concedidas pelo fabricante ou utilizando tabelas concedidas pelo fabricante.

$$Npsh = Patm - Pv - Zs - Hps \quad (10)$$

Deve-se também verificar o ponto de trabalho da bomba, através do cruzamento da curva do projeto com a curva do fabricante da bomba, este ponto exhibe se a bomba é habilitada para abastecer a água a uma altura manométrica propriamente igual a que água precisa para escoar a instalação hidráulica com uma determinada vazão em sistema de escoamento permanente, no qual será encontrada a vazão e a altura manométrica ótima, em que a vazão do fabricante deverá está no intervalo da vazão mínima(vazão ótima 0,9 vezes da vazão ótima) e a vazão máxima (vazão ótima vezes 1,1 da vazão ótima) para o sistema ser bem dimensionado.

8) Estabelecer a carga da reserva técnica de incêndio

Estabelece a efetividade mínima do reservatório para acomodar a RTI, segundo a Tabela 5, relacionando o período de funcionamento mínimo, vazão mínima e os critérios arquitetônicos do empreendimento.

4.2.2 Dimensionamento pelo Método de Cálculo

O cálculo hidráulico de um conjunto de chuveiros automáticos possibilita que se tenha uma vazão de fluido para cada chuveiro automático sobre seu espaço de cobertura que equivale, no mínimo, à densidade estabelecida distribuída com um satisfatório grau de regularidade sobre uma área de emprego de chuveiros funcionando ao mesmo tempo, com uma pressão calculada suficiente para realizar esta vazão que necessita ser maior ou igual a pressão mínima indicada pela regulamentações.

A área de cobertura máxima, espaçamento máximos e mínimos, indicados para o chuveiro automáticos, como mencionada dimensionamento da tabela devem ser analisadas do mesmo modo, só que por tabelas distintas.

Este método é mais exato, em decorrência de ser um cálculo adequado e eficiente para o custo da instalação, além de não ser restrito para um tipo de chuveiro automático ou categoria de risco.

Determina-se por este dimensionamento alguns fragmentos do projeto como: a vazões do chuveiros automáticos, as pressões para realizar essas vazões, mínimo diâmetro da tubulação, conjunto de bombas de incêndio e carga de RTI.

4.2.2.1 Bases do método de cálculo

O posicionamento do chuveiro automático mais desfavorável é conforme o tipo de edifício. Em edificações verticais ele está posicionado no andar mais elevado, e normalmente o mais distante da coluna de incêndio, conforme a locação do reservatório, caso ele seja elevado: o chuveiro mais desfavorável é aquele que está posicionado mais distante no andar mais perto do reservatório, caso ele seja inferior: o chuveiro mais desfavorável é aquele que está posicionado mais distante no andar mais longe do reservatório. Já em edificações horizontais ele está posicionado no local mais alto e mais longe da bomba de incêndio, ou, aquele que produzir maior perda de carga no caminho da canalização a contar do reservatório de sucção.

Estatisticamente tem se ratificado que apenas uma quantia de chuveiros limitada é efetivamente essencial para acabar com a maior parte dos conceitos de incêndios nos edifícios. Baseado nisso, o dimensionamento por cálculo hidráulico é realizado levando em conta que somente os chuveiros automáticos de uma área limitada do empreendimento são efetivamente essenciais e precisam ser ligados para acabar ou dominar um advento de incêndio, de modo que torne o projeto econômico e mais confiável sobre o ângulo operacional.

A região setorial, ou seja, aquela que possui o chuveiro mais desfavorável da implantação, no qual será realizado o dimensionamento, é denominada de área de operação ou aplicação. Apenas esta área é dimensionada, para outros chuveiros restantes da instalação da área total a ser cuidada não precisa ser dimensionado, basta repetir os mesmo diâmetros, pois obviamente, possuem melhores estados de pressão e vazão, em vista de estarem localizados em circunstâncias vantajosas hidráulicamente.

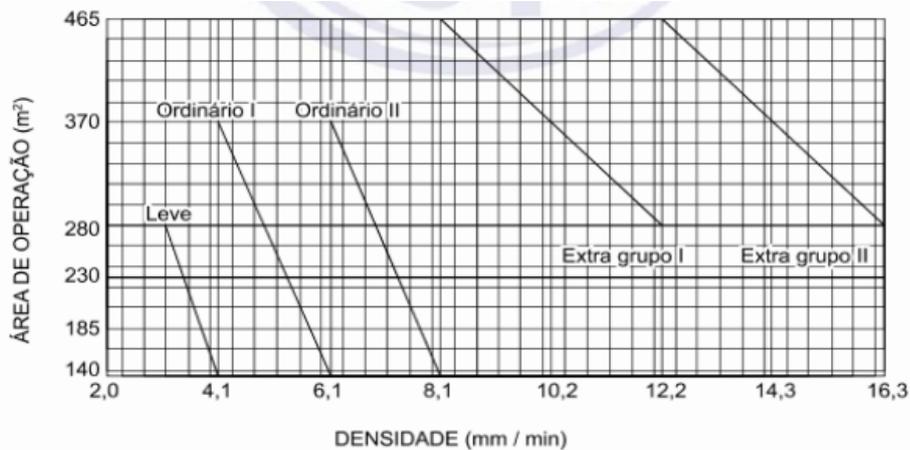
É necessário saber duas definições:

- Área de aplicação ou operação que é nada menos que uma área setorial de formato retangular, que integra a área total do andar a ser cuidado ou área a ser adotada entre as áreas divididas do andar, que equivale a área mais desvantajosa da instalação e /ou categoria de risco maior.
- Densidade do fluído que é a vazão mínima determinada por m^2 para completamente toda região de aplicação ou funcionamento, em atribuição a classe de risco.

4.2.2.2 Retas densidades/área

A demanda do fluído para o conjunto de chuveiros automáticos é estabelecido conforme retas apresentadas na Figura 16, na qual se estabelece dois dados, a densidade e a área de aplicação que variam de acordo com a categoria de risco de ocupação.

Figura 16 – Curva de densidade e área



Fonte: NBR 10897(ABNT, 2014)

A área de aplicação pode ser definida com um formato retangular que equivale a área compartimentada ou em um meio que tenha maior chance de caso de incêndio, ou de maior procura de fluído relacionado aos outros compartimentos ou em um meio do andar e/ou do edifício. Além também poderá ser uma parcela da área total do andar mais desvantajoso hidraulicamente, caso ele seja o único ambiente.

A densidade do fluído é encontrada nas curvas, através de um valor de área de aplicado na qual é determinado no eixo das ordenadas a contar de um ponto escolhido na reta adequada da categoria de risco do edifício, de modo que a densidade seja estabelecida pela projeção do exposto ponto da reta sobre o eixo das abcissas. A preferência do ponto da reta é exclusiva ao projetista.

A boa escolha do ponto de área de aplicação é fundamental, pois ambas serão usadas nos cálculos. As áreas de aplicação máximas, médias e mínimas com suas equivalentes densidades do fluído, para propósitos de dimensionamento por cálculo hidráulico, conforme a NBR 10897(ABNT, 2014) e a NFPA 13(2013) e retiradas das retas são apresentadas na Tabela 12:

Tabela 12 - Valores de áreas de aplicação e densidade de água

Classe de Risco	Risco	Risco	Risco	Risco	Risco
	Leve	Ordinário Grupo I	Ordinário: Grupo II	Extraordinário : Grupo I	Extraordinário Grupo II
Área de aplicação mínima(m ²)	140	140	140	140	140
Área de aplicação média (m ²)	210	250	250	350	350
Área de aplicação máxima(m ²)	279	372	372	465	465
Densidade máxima(L/min.m ²)	4,1	6,1	8,1	12,2	16,3
Densidade média(L/min.m ²)	3,4	5,1	7,1	10,2	14,3
Densidade mínima(L/min.m ²)	2,8	4,1	6,1	8,1	12,2

Fonte: Telmo Brentano (2015)

Quando o ponto escolhido for à parte superior da reta, conclui-se que a área da aplicação é grande com uma densidade de água menor, sendo benéfico, pois há casos que possa ser liberado a necessidade de conjuntos de bombas. Caso o ponto escolhido for à parte média da reta, conclui-se que área de aplicação é baixa e acarreta uma densidade de água maior e uma quantia de chuveiros menor, que gera um consumo de água menor. Já se for escolhido o ponto na parte inferior da reta, conclui-se uma densidade alta de fluído e conseqüentemente uma área de aplicação menor, precisando de maiores pressões e diâmetros para tubulações e baixo volume final do fluído.

4.2.2.3 Método de cálculo por recinto

Este método é fundamentado nos critérios a seguir:

- Em lugares ou ambientes que necessitem uma maior demanda de água, a mesma é estabelecida pela carga técnica do local, ou, por aquele em que se encontrar mais longe do sistema de bombas e exibir maior perda de carga no caminho.
- Já a densidade de água é escolhida na reta densidade/área também, equivalente a categoria de risco de habitação e área do recinto adotado, de modo que todo os recinto se encontre fechados com paredes com resistência ao fogo correspondente ao período de abastecimento da água pela Tabela 16.

Quando o cálculo por recinto for usado e a área estudada for um corredor assegurado por uma fileira de chuveiros automáticos e caso o corredor tenha abertura assegurada, a quantia máxima de chuveiros que necessitam ser calculado é cinco no decorrer do corredor, e caso o

corredor não seja assegurado na abertura, na instalação dos chuveiros de CE, necessita calcular apenas os chuveiros em decorrer de 23 m. E caso o corredor não tenha proteção de abertura, para risco leve, a quantia máxima de chuveiros que devem ser implantados é cinco, e se eventualmente forem instalados em CE, também é preciso calcular apenas os chuveiros ao decorrer de 23 m.

4.2.2.3 Mínima Demanda de fluído em sistemas combinados

Pode-se combinar o sistema de mangotinho e hidrantes com os chuveiros automáticos quando o funcionamento for em conjunto, no qual é necessária uma estimativa total do fluído para o sistema do funcionamento simultâneo de ambos, conforme a vazão e o período de funcionamento de cada um, segundo a categoria de risco, como são apresentados na Tabela 13

Tabela 13 - Vazão de hidrantes e duração de abastecimento de água para sistemas projetados por cálculo hidráulico

Classe de risco	Hidrantes Urbanos		Hidrantes internos e externos		Duração
	L/min	Gpm	L/min	Gpm	Min
Leve	0,190;380	0,5;100	380	100	30
Ordinário	0,190;380	0,5;100	950	250	60 – 90
Extraordinário	0,190;380	0,5;100	1900	500	90 -120

Nota: Os menores valores da duração da tabela são aplicados quando o alarme hidráulico e o dispositivo de suspensão são eletricamente supervisionados.

Fonte: BRENTANO (2015)

4.2.2.4 Parâmetros para o cálculo hidráulico

Os processos relacionados aos sistemas projetados por tabelas não se empregam aos processos projetados pelo cálculo hidráulico, sendo aprimoramentos de conjuntos existentes ou conjuntos novos.

4.2.2.5 Espaçamentos, tubulação e estrutura de fixação

Conforme o material, é dado diâmetro nominal mínimo das tubulações para o conjunto de chuveiros automáticos, segundo a NBR 10897(ABNT, 2014) e a NFPA 13(2013), apresentado na tabela 14.

Tabela 14 - Diâmetro nominal mínimo das tubulações para o conjunto de chuveiros automáticos

Canalização	Diâmetro nominal (mm)
Aço(ferroso)	25
Cobre (não ferroso)	25
CPVC (não metálicos)	20

Fonte: BRENTANO(2015)

4.2.2.6 Comprimentos respectivos de conexões e válvulas

As perdas localizadas das peças e válvulas podem ser obtidas pelas Tabelas 15 e 16.

Tabela 15 - Equivalência em metros da canalização reta das perdas de carga localizada em conexões e bocais

	Tipo	Material	Diâmetro nominal (mm)											
			15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	
CONEXÕES	Joelho	90°	Aço	1,1	1,2	1,5	2,0	3,2	3,4	3,7	3,9	4,3	4,9	5,4
			Cobre/PVC	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,9	2,4	2,8	3,8	4,7	5,6
		45	Aço	0,4	0,5	0,7	1	1	1,3	1,7	1,8	1,9	2,4	2,6
			Cobre/PVC	0,3	0,4	0,5	0,6	0,9	1,1	1,3	1,7	2,2	2,6	0,3
	Curva	90°	Aço	0,4	0,5	0,6	0,7	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,9	2,1
			Cobre/PVC	0,3	0,5	0,7	0,8	1,0	1,4	1,7	2,0	2,7	-	4,0
		45	Aço	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
			Cobre/PVC	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,0	-	-
	Tê	Passagem direta	Aço	0,7	0,8	0,9	1,5	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	3,3	3,8
			Cobre/PVC	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0
		Saída lateral (**)	Aço	2,3	2,4	3,1	4,6	7,3	7,0	7,8	8,0	8,3	10,0	11,1
			Cobre/PVC	0,7	1,0	1,4	1,7	2,1	2,7	3,4	4,1	5,5	6,9	8,2
	Registro de Ângulo Aberto	Aço	3,6	4,6	5,6	6,7	8,5	10,0	13,0	17,0	21,0	26,0	3,6	
		Cobre/PVC	11,4	15,0	22,0	35,8	37,9	38,0	40,0	42,3	50,9	56,7	11,4	
Registro de Gaveta Aberto	Aço	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	0,1		
	Cobre/PVC	0,2	0,3	0,4	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	0,2		
Registro Globo Aberto	Aço	6,7	8,2	11,3	13,4	17,4	21,0	26,0	34,0	43,0	51,0	6,7		
	Cobre/PVC	6,1	8,4	10,5	17,0	18,5	19,0	20,0	22,1	26,2	28,9	6,1		
BOCAIS	Entrada de canalização	Normal	Aço	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	0,2
			Cobre/PVC	0,4	0,5	0,6	1,0	1,5	1,6	2,0	2,2	2,5	2,8	0,4
		Borda	Aço	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,6	2,0	2,5	0,2
			Cobre/PVC	0,9	1,3	1,4	3,2	3,2	3,5	3,7	3,9	4,9	5,5	0,9
	Saída de canalização	Aço	0,5	0,7	0,9	1,0	1,5	1,9	2,2	3,2	4,0	5,0	0,5	
		Cobre/PVC	0,9	1,3	1,4	3,2	3,2	3,5	3,7	3,9	4,9	5,5	0,9	
	Válvula de Pé e Crivo	Aço	9,5	13,3	15,5	18,3	23,7	25,0	26,8	28,6	37,4	43,4	9,5	
		Cobre/PVC	9,5	13,3	15,5	18,3	23,7	25,0	26,8	28,6	37,4	43,4	9,5	
	Válvula de Retenção tipo Leve	Aço	1,6	2,1	2,7	3,2	4,2	5,2	6,3	8,4	10,4	12,5	1,6	
		Cobre/PVC	2,7	3,8	4,9	6,8	7,1	8,2	9,3	10,4	12,5	13,9	2,7	
	Válvula de Retenção tipo Pesado	Aço	2,4	3,2	4,0	4,8	6,4	8,1	9,7	12,9	16,1	19,3	2,4	
		Cobre/PVC	4,1	5,8	7,4	9,1	10,8	12,5	14,2	16,0	19,2	21,4	4,1	

Fonte: (SILVA , 2015)

Tabela 16 - Peças Especiais

Perda de Carga em Peças Especiais	
Peças	Comprimento (Números de Diâmetros)
Alargamento gradual	12
Curva de 90°	30
Cotovelo de 90°	45
Curva de 45°	15
Cotovelo de 45°	15
Entrada Normal	17
Entrada de Borda	35
Redução gradual	6
Registro de gaveta aberto	8
Registro de globo aberto	350
Registro de ângulo aberto	170
Saida de canalização	35
T de passagem direta	20
T de saída lateral	50
T de saída bilateral	65
Válvula de pé e crivo	250
Válvula de retenção	100

Fonte: (SILVA , 2015)

As perdas de cargas de aparelhos, como válvulas de comando automático, válvulas de alarme, válvula de governo e alarme, filtros, entre outros, podem adquiridos juntamente aos correspondentes fabricantes. Caso não seja possível esta aquisição, supõe alternativamente que a válvula de comando automático, dispõe de perda de carga equivalente a válvula de retenção do perfil pesado.

4.2.2.7 Perdas de cargas:

As perdas de cargas nas peças e tubulações, devem ser calculadas através da fórmula *Hazen – Willians* com os respectivos fatores de rugosidade “C” (fórmula e fatores de rugosidade apresentada no capítulo anterior), conforme a NBR 10897(ABNT, 2014) e a NFPA 13(2013). O cálculo das perdas de cargas devem englobar tubulações, peças e dispositivos, cruzetas e tês caso o fluxo mude a direção, joelhos, curvas, válvulas de redução e um tê na extremidade da coluna incluída no sub-ramal. BRENTANO(2015), recomenda que a utilização de tês e

cruzetas, caso não mude o sentido do fluxo, não é necessário os seus cálculos e nem para aqueles utilizados em sub - gerais e coluna de incêndio, onde saem dos sub-ramais. E também para drenos e joelhos de 90° no fim do sub-ramal.

4.2.2.8 Junção hidráulica

É sempre necessário a estabilidade das pressões nos locais de junção hidráulica, como os sub-ramais em ramais, ramais em colunas, a NBR 10897(ABNT, 2014) e a NFPA 13(2013) indica o fator K para equilibrar as pressões nas junções hidráulica, que é dada pela fórmula a seguir:

$$K = Q * \sqrt{P} \quad (10)$$

Em que “K” refere-se ao fator K de vazão (L/mim/ mca^{-1/2}), peculiar do chuveiro automático e “Q” Refere-se a vazão(L/min) da tubulação, “P”refere-se a pressão da junção das tubulações, que pode ser em “kPa”, “bar” e “mca”;

As diferença máxima de pressão permitida é de 0,3 mca ou 3 kPa nas junções hidráulicas, conforme a maior pressão balanceada. As vazões totais determinadas e a maior pressão na junção necessitam ser colocados no cálculo.

4.2.2.9 Pressão mínima e máxima de funcionamento de um chuveiro automático

Para o funcionamento de qualquer chuveiro a pressão mínima deve ser 5 mca ou 50 kPa. A pressão mínima para o funcionamento, poderá ser maior em testes específicos que os fabricante indicar. A pressão máxima para o funcionamento de qualquer chuveiro automático para habitação de risco extraordinário para estocagem em caixas, paletes deve ser 120 mca ou 1200 kPa.

4.2.2.10 Procedimentos de cálculos

Conforme a NBR 10897(ABNT, 2014) e a NFPA 13(2013), os chuveiros automáticos tipo espinha de peixe são abastecidos de água simples apenas de um lado do sub-ramal. Já o

tipo de chuveiros automáticos grelhas ou malha se abastecem pelos ambos os lados do sub-ramal, e é considerado mais econômico, por terem menor gasto. Há dois métodos para dimensionamento de cálculo, para redes fechadas (malhadas) que usa a teoria de *Hardy - Cross* com o propósito de equilibrar as pressões e vazões na distribuição na rede, que após utiliza a teoria de *Forchheimer* para calcular o diâmetro da tubulação, e para o as redes abertas que serão analisadas neste trabalho, será exibido um passo a passo de uma rede de distribuição aberta (ramificada, onde a água só se movimenta apenas em uma direção, alimentando os ramais e aos chuveiros automáticos por uma de suas extremidades) em um andar, sem desagregação, baseado na NBR 10897(ABNT, 2014) e a NFPA 13(2013)

Para o dimensionamento de cálculo do chuveiro automático as normas classificam quatro tipos de chuveiros: Padrão, Cobertura Estendida, Controle para Aplicação Específica e Resposta de Extinção Rápida, mas no presente trabalho será analisado apenas o Padrão e o de Cobertura Estendida.

Repete-se o primeiros três passo do dimensionamento da tabela no dimensionamento de cálculos, para a escolha da área de cobertura, espaçamento máximo e mínimo entres os chuveiros é determinado pelas Tabelas 18 até a 22 do Anexo B na qual deve-se enquadrar adequadamente a relação do tipo de teto e o risco da ocupação a ser protegida pelo tipo de chuveiro automático correspondido, de maneira que os espaçamento entre os chuveiros estão ligados diretamente com a intersecção construída pela área de cobertura e a elevação em que estão colocados, em vista que nesta intersecção não deve-se ter lugares desprotegidos.

4) Estabelecimento da densidade de água e da região de operação

5) Cálculo da quantidade de chuveiros automáticos na região de operação

O cálculo da quantia de chuveiros automáticos na região de operação, são realizado pela relação da divisão da área (m^2) de operação pela cobertura do chuveiro(m).

Caso este cálculo resulte em um número fracionário é necessário o seu arredondamento para o próximo inteiro. A área máxima de cobertura do chuveiro automático é dada pot Tabelas da NFPA 13(2013) ou NBR 10.897 (ABNT, 2014 p. 35), segundo sua classe risco.

6) Cálculo do lado maior da área de operação

O formato da área de operação é retangular, no qual o lado maior será sempre no sentido dos sub-ramais, dimensionados com ao menos 20% a mais que o outro sentido, em consequência da alimentação do fluído ser mais capacitados nos chuveiros automáticos da região de operação no sentido no decorrer dos sub-ramais. O cálculo do lado maior da operação é igual a 1,2 multiplicado pela raiz quadrada da área (m²) de operação

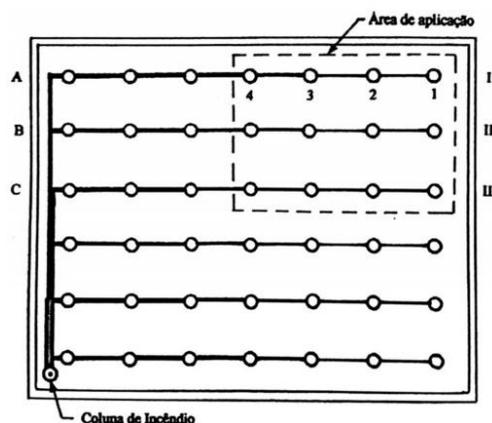
7) Cálculo da quantidade de chuveiros automáticos no maior lado da região de operação:

Este cálculo é realizado por meio da relação da divisão da quantidade de chuveiros automáticos do maior lado da região de operação pelo espaçamento entre os chuveiros deste mesmo lado. Caso este cálculo também resulte em um número fracionário é necessário o seu arredondamento para o próximo inteiro.

8) Décimo primeiro passo: Cálculo da pressão e da vazão operação

Para facilitar a explicação, usa-se o exemplo da Figura 17 para este passo a passo, onde se encontra uma área de operação constituída por 12 chuveiros que são divididas em três sub-ramais contendo 4 chuveiro cada um, localizado no último pavimento mais desfavorável como apresentado. O chuveiro automático mais desvantajoso está localizado no sub - geral, o chuveiro 1.

Figura 17 – Rede hidráulica de distribuição aberta



Fonte: BRENTANO (2007)

No momento em que o chuveiro 1 (mais desvantajoso) for ligado o fluxo do fluído no sub-ramal I, transita primeiramente no chuveiro não ligados 4,3 e 2 para depois surgir ao 1.

Desse modo o cálculo hidráulico inicia-se no chuveiro mais desvantajoso, seguindo o sentido do sub-ramal, na direção ao ramal que ele está ligado e após para a coluna de incêndio e sistema de bombas, ocasionando diâmetros gradativamente maiores para os trechos de tubulação seguintes.

Assim com os dados adquiridos, calcula-se a vazão e a pressão do chuveiro mais desvantajoso.

a) Determinação da vazão do chuveiro mais desvantajoso

A vazão " Q_1 ", em (L/min) é calculada pela multiplicação da densidade mínima do fluido do chuveiro mais desvantajoso " D_a ", em (L/min/m²) com a área de cobertura do chuveiro " A_c ", em m². De forma que a densidade mínima só decorrerá apenas no chuveiro mais desfavorável, no início de todo o dimensionamento, aumentando para os subsequentes chuveiros da área de operação.

b) Determinação da pressão do chuveiro mais desvantajoso

Segundo a NFPA 13(2013), a pressão mínima exigida, levando em conta o chuveiro mais desvantajoso, deverá ser no mínimo 5 mca ou 50 kPA para chuveiro padrão e para CE é requerida pressões superiores. Conforme a NBR 10897(ABNT, 2014) a pressão mínima é calculada a partir de um coeficiente nominal K, estabelecido de acordo com a abertura nominal do chuveiro, obedecendo a Tabela 17.

Tabela 17 - Identificação das características de descarga dos chuveiros automáticos

Fator nominal K		Diâmetro nominal de rosca
L/min /bar ^{1/2}	gpm/psi ^{1/2}	mm
20	1,4	DN 15
27	1,9	DN 15
40	2,8	DN 15
61	4,2	DN 15
80	5,6	DN 15
115	8	DN 15 OU DN20
161	11,2	DN 15 OU DN20
202	14	DN 20
242	16,8	DN 20
282	19,6	DN 25
323	22,4	DN 25
363	25,2	DN 25
403	28	DN 25

Fonte: NBR 10987(2014)

E após, determina-se a pressão mínima pela expressão:

$$p_1 = \frac{Q_1^2}{K^2} \quad (11)$$

Em que p_1 resulta em mca, sendo Q_1 em L/min e K em L/min/mca^{-1/2}.

9) Cálculo da pressão e vazão do segundo chuveiro mais desfavorável

a) Cálculo da vazão

A vazão do trecho 2-1(caminho do chuveiro 2 ao 1) abastece apenas o chuveiro 1, portanto elas são iguais.

$$Q_{21} = Q_1 \quad (12)$$

b) Cálculo do diâmetro do caminho do chuveiro 2 ao 1

Segundo a NBR 10897(ABNT, 2014), os diâmetros mínimos são determinados conforme o tipo de material para Aço galvanizado e Cobre recomenda-se 25 mm e para CPVC 20 mm

Através da expressão de Forchheimer, determina-se o diâmetro que obedece os diâmetros requeridos pela norma e Q_1 :

$$d_{21} = 1,3 * \sqrt{Q_{21}} * \sqrt[4]{X} \quad (13)$$

Na qual d_{21} resulta em m, sendo Q_{21} em L/min e X refere-se a relação $t/24$, em que “t” é o valor de horas da atividade de uma bomba, que normalmente é utilizado 1 hora.

c) Cálculo da perda de carga do caminho do chuveiro 2 ao 1

Usando a expressão de *Hazen-Wilians*, determina-se a perda de carga :

$$h_{21} = \frac{10,65 * l_{21} * Q_{21}^{1,85}}{C^{1,85} * D_{21}^{4,87}} \quad (14)$$

Em que h_{21} resulta em mca, sendo Q_{21} vazão em L/min, l_{21} refere-se ao tamanho(m) entre o caminho do chuveiro 2 ao 1 no qual será somada a perda de carga localizada de cada peça que pode ser obtidos pelo comprimentos equivalentes, pela Tabela 15 e 16, D_{21} refere -se ao diâmetro(m) do caminho do chuveiro 2 ao 1 e C é o coeficiente de atrito(adimensional) de Hazzen- Wilians que já mencionado pela Tabela 4, conforme o tipo de material.

d) Cálculo da pressão do chuveiro 2

Dada pela fórmula:

$$p_2 = p_1 + h_{21} \quad (14)$$

Em que p_2 resulta em mca, sendo p_1 e h_{21} estão em mca.

e) Cálculo da vazão do chuveiro 2

$$Q_2 = K * \sqrt{p_2} \quad (15)$$

Em que Q_2 resulta em L/min, sendo p_2 em "mca" e K (fator nomina) em L/min/mca^{-1/2}.

10) Cálculo dos chuveiros consecutivos

Para a determinação da vazão e pressão dos chuveiros 3 ou 4 ou os demais do sub-ramal, segue os mesmos procedimentos para o chuveiro 2, calcula-se inicialmente a vazão acumulada, o diâmetro e a perda de carga do percurso, em seguida a vazão e a pressão do chuveiro referente.

De modo que as fórmulas para a vazão e diâmetro dos segmentos analisados são exibidas abaixo, e as outras são seguindo os mesmos procedimentos do passo 9.

$$Q_3 = Q_2 + Q_1 \quad (16)$$

$$d_3 = 0,6 * \sqrt{Q_{32}} \quad (17)$$

As vazões e pressões dos chuveiros dos sub-ramais II e III da área de operação, tem os valores idênticos aos chuveiros do sub-ramal I, em vista dos chuveiros de ambos localizarem em um ponto equivalente.

11) Cálculo da pressão e fator nominal K do local “A” – ligação do sub-ramal I com o ramal

O cálculo é feito da mesma maneira que o passo 10, inicialmente calculando a vazão acumulada somando as vazões dos 4 chuveiros do sub-ramal I da área de operação. Logo depois determina o diâmetro d_4 e calcula a perda de carga do trecho hp_{A4} referente ao segmento do ponto A ou ao do chuveiro 4. E soma a pressão do chuveiro 4 com a perda de carga hp_{A4} , obtendo a pressão do ponto A.

O cálculo do fator K é realizado pela expressão abaixo, relacionando a vazão (L/min) e a pressão (mca) do ponto A:

$$K_A = \frac{Q_A}{\sqrt{p_A}} \quad (18)$$

12) Determinação da vazão que abastece o sub-ramal II

A vazão do ponto B é igual ao ponto A, que obviamente tem o mesmo diâmetro, determina-se a perda de carga hp_{B-A} , utilizando a fórmula de *Hazen – Williams*, e em seguida calcula-se a pressão do ponto B que é o resultado da soma da pressão “A” mais a perda de carga

hp_{B-A} . E enfim o cálculo da vazão do ponto B que é realizada pela expressão a seguir, relaciona a pressão do ponto “B” e fator K do ponto A.

$$Q_B = k_A \sqrt{p_B} \quad (19)$$

13) Determinação da vazão do sub-ramal III

Para a determinação da vazão do ponto C usa o mesmo procedimento no passo anterior, primeiramente calcula a vazão do ponto C ou seja a acumulada, soma as vazões do ponto A e Ponto B que foram determinados nos itens anterior. Após isso referente ao segmento do trecho C ao A, calcula-se o diâmetro utilizado a fórmula de *Forchheimer* e a perda de carga hp_{CA} , utilizando a fórmula de *Hazen – Willians*. E em seguida calcula-se a pressão do ponto C que é o resultado da soma da pressão B mais a perda de carga hp_{CA} . E enfim o cálculo da vazão do ponto C que é realizado relacionando a pressão do ponto C e fator K do ponto A.

14) Cálculo da perda de carga da tubulação de recalque - segmento da moto bomba até o local C

Equivale toda a tubulação de toda a rede após a bomba, a determinação da perda de carga de sucção é assimilada entre o segmento da bomba e o reservatório inferior, o cálculo é o mesmo exposto na metodologia do passo 12 e 13.

15) Cálculo da perda de carga da tubulação de sucção

A determinação da perda de carga de sucção é assimilada entre o segmento da bomba e o reservatório inferior, o cálculo é o mesmo exposto na metodologia do passo 10.

16) Cálculo do desnível total geométrico

Leva-se em conta o caso mais desfavorável, sendo o nível inferior do reservatório inferior da cota mais baixa até os níveis os níveis dos locais A, B e C do ramal mais alto do empreendimento.

17) Cálculo da altura manométrica total

É determinada pela fórmula a seguir:

$$hm_t = p_c + hg_t + hp_r + hp_s \quad (20)$$

Em que hm_t resulta em mca, sendo p_c (mca) referente a pressão, hg_t (mca) refere-se ao desnível entre as posições de “R” e “C” (desnível entre o reservatório e a válvula de governo e alarme caso exista), hp_r (mca) refere-se a perda de carga do recalque e hp_s (mca) refere-se a perda de carga de sucção.

18) Escolha da eficiência da bomba

Pode-se determinar a eficiência da bomba através dos valores da altura manométrica total ou pressão da bomba e vazão (m^3/h) do conjunto. Segundo a NBR 10897 (ABNT, 2014) em relação as bombas centrífugas horizontais de sucção frontal e turbinas de verticais, quando estiver sem vazão, a pressão máxima não pode ser superior a 40% da sua pressão nominal e quando a vazão for 150% da vazão nominal a pressão tem que ser ao menos 65% da pressão nominal. E a respeito as bombas centrífugas de carcaça partida, quando estiver sem vazão, a pressão máxima não pode ser superior a 20% da sua pressão nominal e quando a vazão for 150% da vazão nominal a pressão tem que ser ao menos 65% da pressão nominal.

O Npsh deve-se ser verificado para saber se a bomba cavitará ou não, o seu cálculo é feito pela equação a seguir, em que P_{atm} (mca) é a pressão atmosférica da cidade, P_v (mca) é a pressão vapor, Z_s (m) é a altura de sucção se estiver acima do nível de água será positiva, caso contrário negativa e H_{ps} (mca) é a perda de sucção do sistema, caso este valor dê menor o requerido pela bomba, deve-se trocar o modelo da bomba ou aumentar o diâmetro do sistema.

$$Npsh = P_{atm} - P_v - Z_s - H_{ps} \quad (21)$$

Deve-se também verificar o ponto de trabalho da bomba, através do cruzamento da curva do projeto com a curva do fabricante da bomba, este ponto exhibe se a bomba é habilitada para abastecer a água a uma altura manométrica propriamente igual a que água precisa para escoar a instalação hidráulica com uma determinada vazão em sistema de escoamento permanente, no qual será encontrada a vazão e a altura manométrica ótima, em que a vazão do

fabricante deverá está no intervalo da vazão mínima(vazão ótima 0,9 vezes da vazão ótima) e a vazão máxima (vazão ótima vezes 1,1 da vazão ótima) para o sistema ser bem dimensionado.

19) Cálculo do volume da reserva de incêndio

Já foi mencionado o Cálculo da reserva de incêndio no passo 2 do dimensionamento do hidrante e mangotinho no item 4.1, mas quando a alimentação for por gravidade necessita-se averiguar a mínima cota do fundo do reservatório, para que obedeça a pressão mínima exigida para o chuveiro mais desfavorável.

O volume do RTI é em consequência exclusivamente do dimensionamento de cálculo, não apresentando valores predeterminados, ou seja, o mesmo terá um bem baixo que o determinado pela norma pelo dimensionamento por tabela, pois o seu cálculo é realizado unicamente para o espaço de emprego aplicado pelo projetista, que possuem uma quantia limitada de chuveiros automáticos que podem funcionar simultaneamente conforme a categoria de risco.

4.3 PROGRAMA

O propósito do programa baseia-se no dimensionamento de elementos da instalação hidráulica de combate a incêndio apresentado nos itens antecedentes, deste modo, os autores deste projeto criaram um programa, abrangendo todos os fatores mencionados no capítulo anterior, buscando a agilidade e facilidade do profissional, de maneira que qualquer profissional desta área tenha condições de manuseá-lo.

O programa foi produzido através da linguagem de programação Java, em consequência da sua facilidade em vista de outras linguagens e pela interface gráfica apta que pode ser exibida. Desta forma foi utilizado o NetBeans IDE para execução de códigos, disponibilizado gratuitamente, regressado para criação de softwares, o mesmo proporciona ferramentas essenciais para elaboração de programas profissionais de desktop, Web, empresariais móveis de várias plataformas.

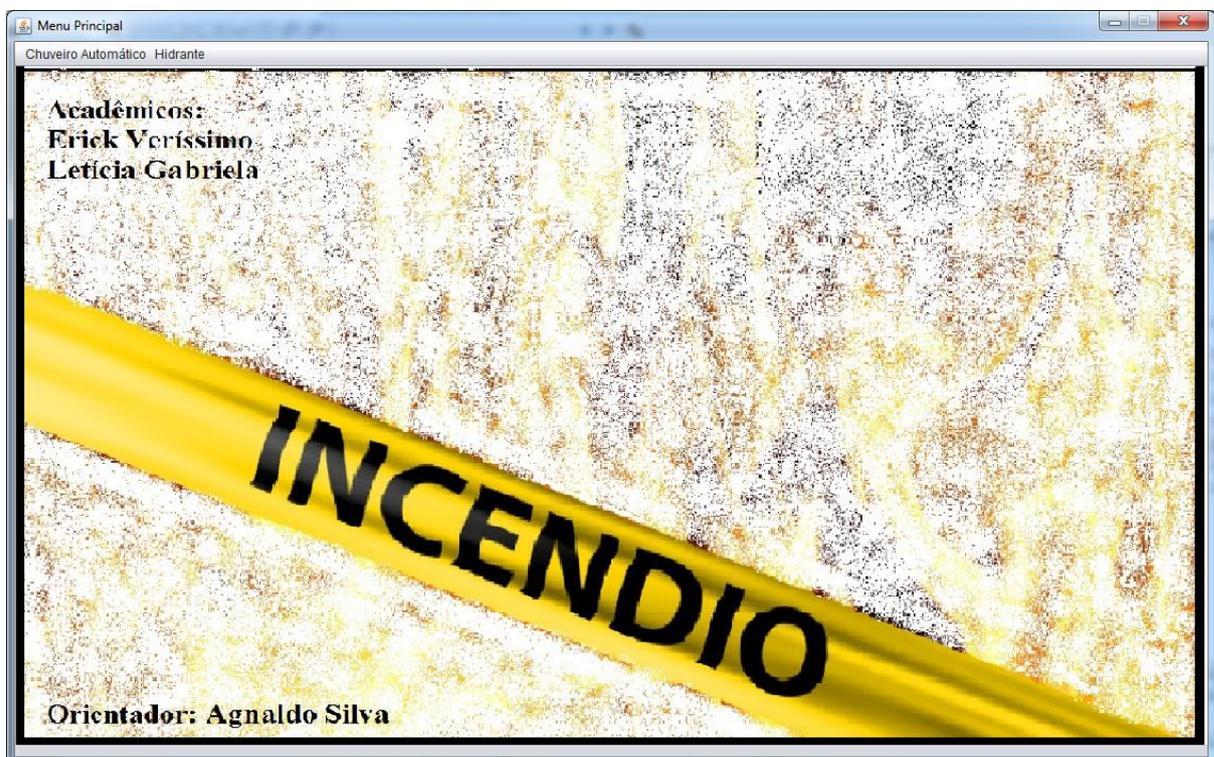
Não é necessário que o computador tenha hardware determinado para o uso do programa, desta forma seja qual for o equipamento com requisitos básicos terá a funcionalidade do aplicativo. Apenas é primordial a instalação do Kit de Desenvolvimento (JDK), que têm a

função de compilar as informações dadas pelos usuários para que assim se tenha mais simplicidade na sua instalação.

O programa é composto pelo dimensionamento do hidrante e do chuveiro automático disponibilizado nas opções do menu na tela do Menu Principal para a escolha do usuário.

4.3.1 Menu Principal

Figura 18 - Menu Principal



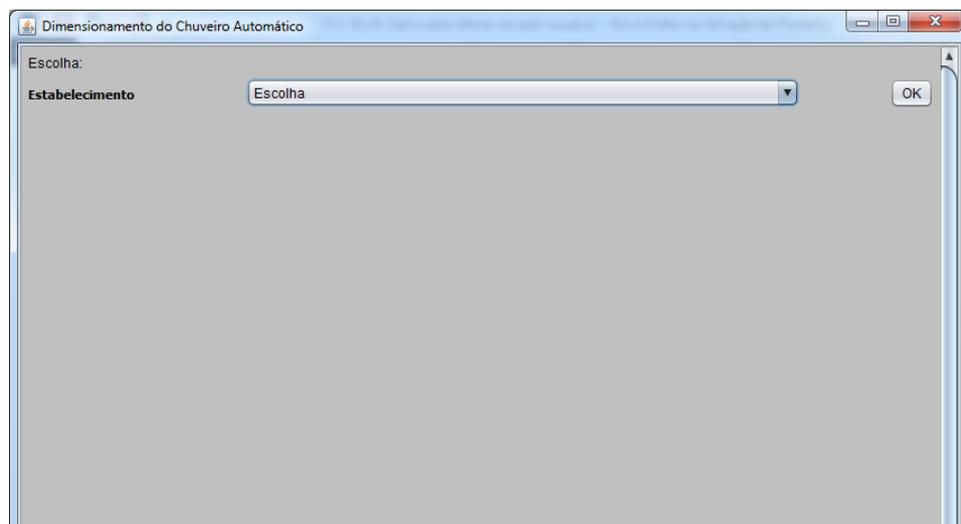
Fonte: Próprios Autores, 2017

A figura 18 é a tela inicial do Menu Principal que traz ao usuário as opções de dimensionamento do chuveiro automático e do dimensionamento do hidrante, que após o clique no botão selecionado será trago a tela subsequente.

4.3.1.1 Dimensionamento do Chuveiro Automático

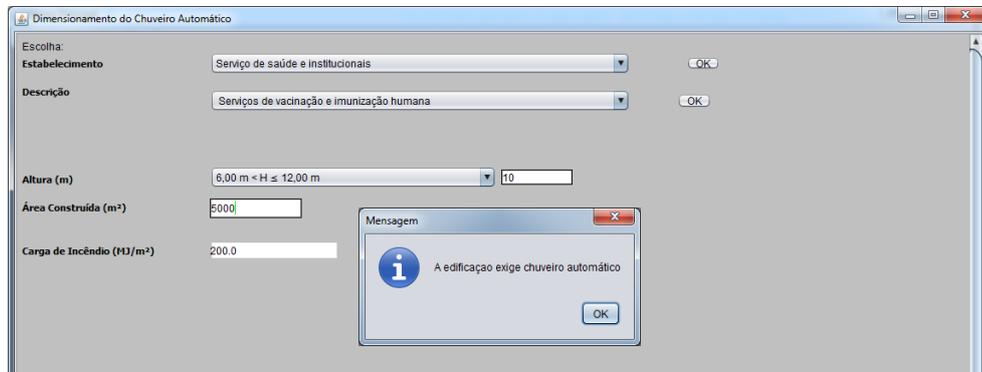
Para o programa adotou-se a vazão mínima de 1000 L/min, tempo mínimo de operação de 30 minutos e volume mínimo para o reservatório 30 m³ para o risco leve; vazão mínima de 2600 L/min, tempo mínimo de operação de 60 minutos e volume mínimo para o reservatório 156 m³ para o risco Ordinário 1; vazão mínima de 4500 L/min, tempo mínimo de operação de 60 minutos e volume mínimo para o reservatório 270 m³ para o risco Ordinário 2; vazão mínima de 6000 L/min, tempo mínimo de operação de 90 minutos e volume mínimo para o reservatório 540 m³ para o cálculos do dimensionamento, segundo a NBR 10897(ABNT,1990).

Figura 19 - Dimensionamento do Chuveiro Automático

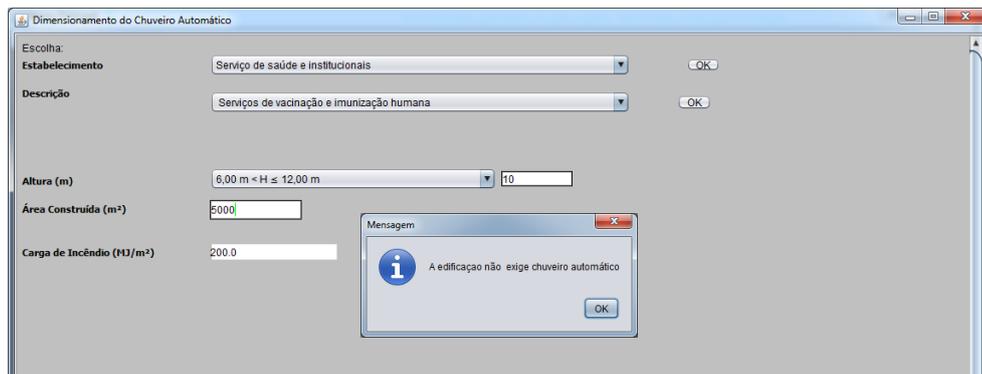


Fonte: Próprios Autores, 2017

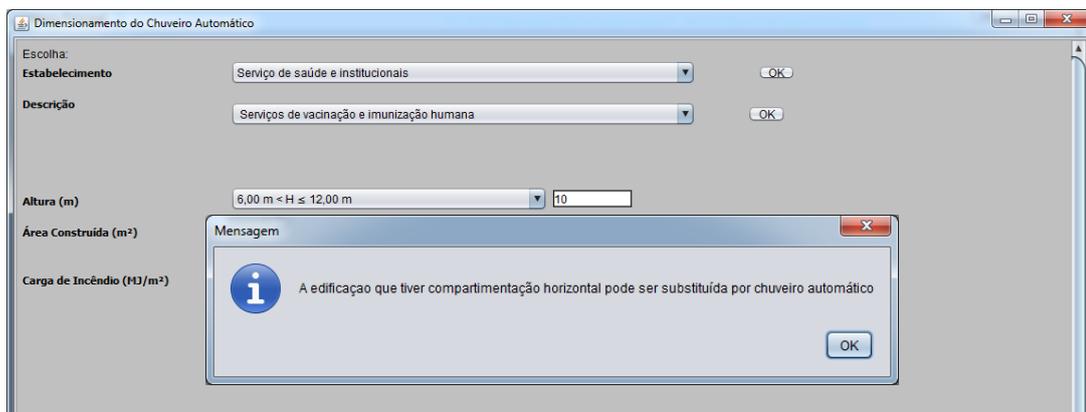
De acordo com a Figura 19 é pedido ao usuário o tipo de Estabelecimento, na qual será dimensionada a edificação, que em sequência, será pedido também a descrição do tipo de Estabelecimento, altura e a área construída, como mostrado nas Figura 20 e Figura 21 em relação ao chuveiro automático que conforme a regulamentação da NT – 01(CBMGO, 2017) designará se o mesmo poderá ser dimensionado, de forma que o programa também mostra que em situações de compartimentações poderá ser substituído pelo chuveiro automático(Figura 22 e Figura 23).

Figura 20- Permissão para o dimensionamento

Fonte: Próprios Autores, 2017

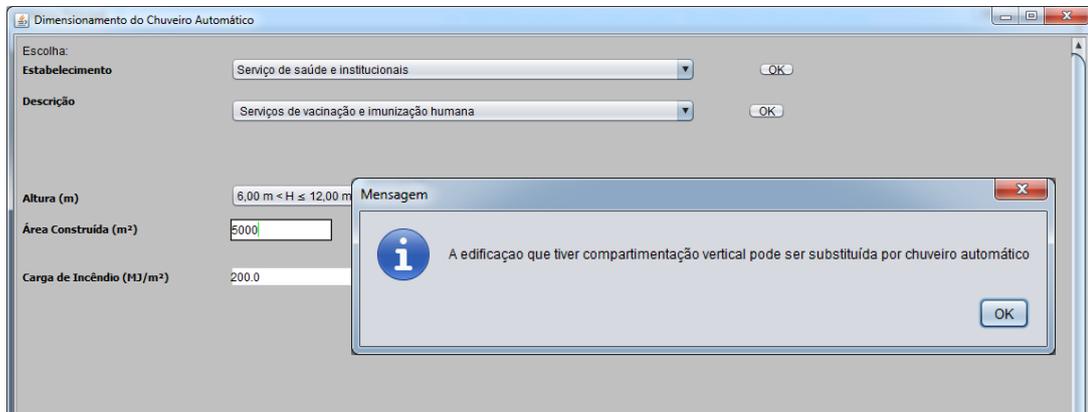
Figura 21 - Permissão negada para o dimensionamento

Fonte: Próprios Autores, 2017

Figura 22 – Substituição para compartimentação horizontal

Fonte: Próprios Autores, 2017

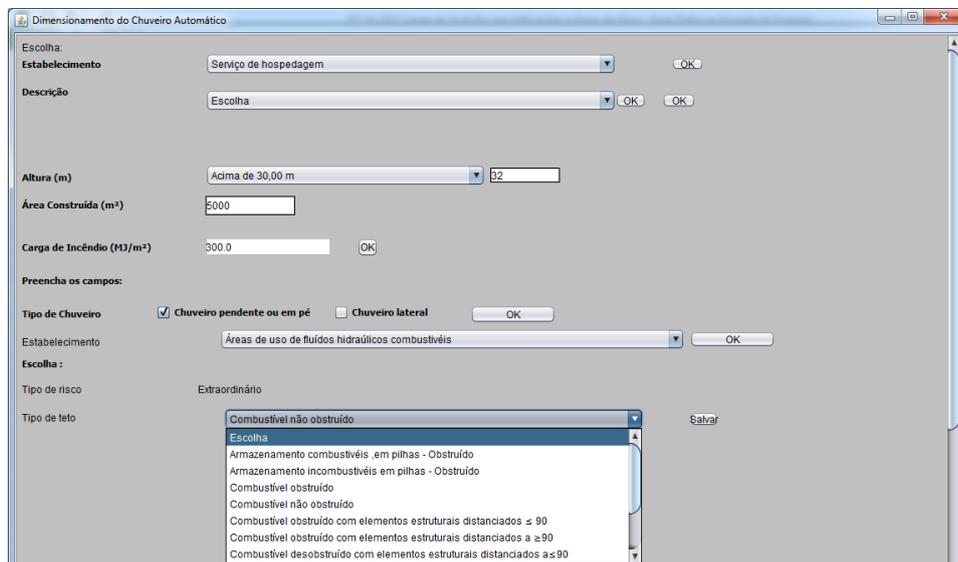
Figura 23 - Substituição para compartimentação vertical



Fonte: Próprios Autores, 2017

Em seguida o programa pedirá o estabelecimento que conforme a NBR 10897(ABNT, 2014) classificará o risco do estabelecimento, e o tipo de teto que será aplicado que também é dadas as opções de acordo com o tipo de chuveiro adotado, como é exibido na Figura 24.

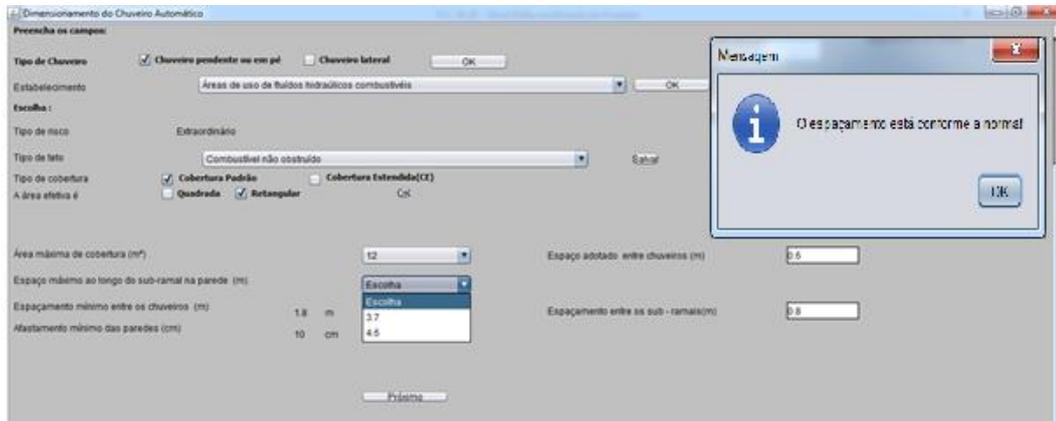
Figura 24 - Classificação do risco



Fonte: Próprios Autores, 2017

Após isto, será solicitado ao usuário o tipo de cobertura que só será mostrado as opções conforme o tipo de teto selecionado acima, o formato da área efetiva, e assim será apresentado as dimensões máximas e mínimas para o dimensionamento e a escolha do usuário, que após o clique do botão “Próximo”, mostrará se a escolha está de acordo com a norma ou não, como é apresentado na Figura 25.

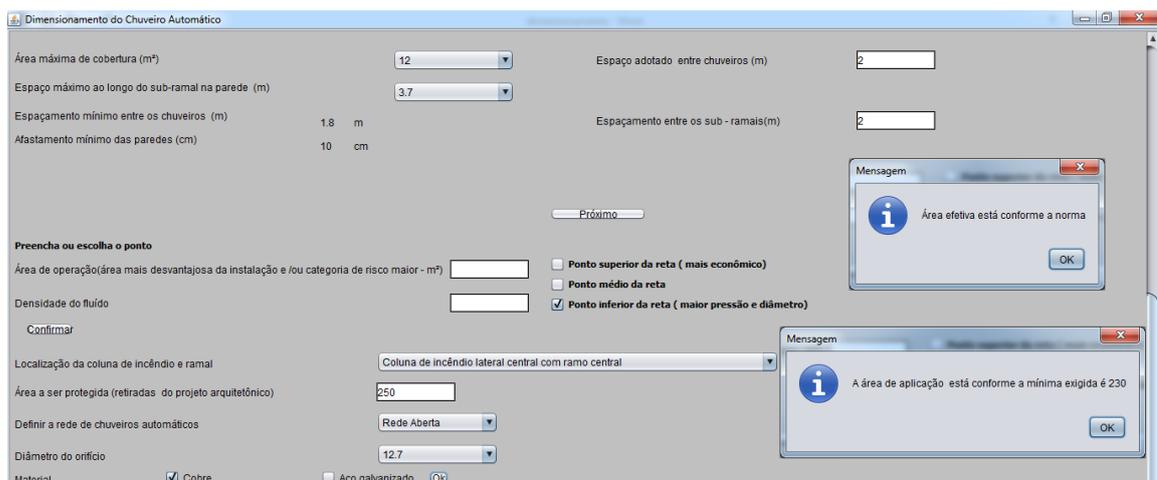
Figura 25 - Dimensões



Fonte: Próprios Autores, 2017.

O próximo passo é a escolha da área de operação e a densidade de água que poderá ser definido pelo ponto inferior, médio ou superior ou uma definição aleatória do projetista, conceitos que já foram dito nos capítulos anteriores, posteriormente é requerido à localização da coluna de incêndio, tipo de rede dos chuveiros automáticos, diâmetro do orifício, o tipo de material e área a ser protegida, e logo após o clique do botão “Ok” é mostrado se a área efetiva está conforme as dimensões requeridas e a área de aplicação está conforme a estabelecida na estipulada no ponto de aplicação e densidade de água (Figura 26).

Figura 26 - Escolha de área de operação



Fonte: Próprios Autores, 2017

Posteriormente após o clique do botão “OK” também será dado a área de aplicação, o número máximo de chuveiros automáticos, o número de chuveiros no maior lado de aplicação

e o lado maior da área de aplicação, dados que foram explicados nos capítulos anteriores (Figura 27)

Figura 27 - Quantidade de chuveiros automáticos

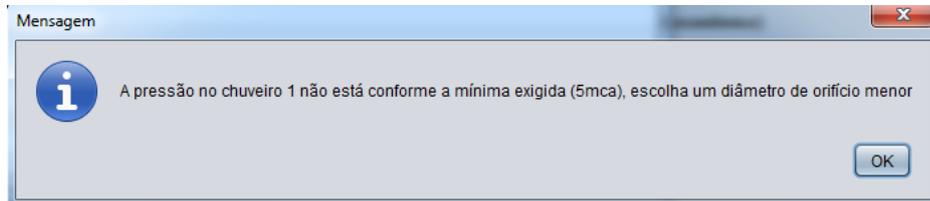
The screenshot shows a software window titled "Dimensionamento do Chuveiro Automático" with the following fields and options:

- Área máxima de cobertura (m²): 12
- Espaço máximo ao longo do sub-ramal na parede (m): 3.7
- Espaço adotado entre chuveiros (m): 2
- Espaçamento mínimo entre os chuveiros (m): 1.8 m
- Afastamento mínimo das paredes (cm): 10 cm
- Espaçamento entre os sub-ramais(m): 2
- Próximo
- Preencha ou escolha o ponto
 - Área de operação(área mais desvantajosa da instalação e /ou categoria de risco maior - m²): [input field]
 - Densidade do fluido: [input field]
 - Confirmar
 - Localização da coluna de incêndio e ramal: Coluna de incêndio lateral central com ramo central
 - Área a ser protegida (retiradas do projeto arquitetônico): 250
 - Definir a rede de chuveiros automáticos: Rede Aberta
 - Diâmetro do orifício: 12.7
 - Material:
 - Cobre
 - Aço galvanizado
 - [input field]
 - Área de Aplicação (m²): 4
 - Números máximo de chuveiros automáticos: 58.0
 - Números de chuveiros automáticos no lado maior da área de aplicação: 10.0
 - Lado maior da área de aplicação (m): 19.0
 - Próximo
- Ponto superior da reta (mais econômico)
 - Ponto médio da reta
 - Ponto inferior da reta (maior pressão e diâmetro)

Fonte: Próprios Autores, 2017

Em sequência depois de pressionado o botão “Próximo” será direcionado a uma nova tela “Chuveiros Automáticos” que será calculado a quantidade de chuveiros automáticos do maior lado de aplicação e suas respectivas vazões dos trechos (L/min), diâmetro dos trechos (mm), velocidade dos trechos (m/s), perda de carga dos trechos (mca), pressões do chuveiro (mca) e vazão do Chuveiro(L/min) , como é visto na Figura 29, e após pressionado o botão “Próximo será direcionado a uma nova tela, caso a pressão do chuveiro 1 seja inferior a 5 mca surgirá uma janela, exigindo ao usuário um diâmetro maior do orifício para em consequência aumentar a pressão, segundo mostra a Figura 28.

Figura 28 - Pressão mínima



Fonte: Próprios Autores, 2017

Figura 29- Cálculo dos chuveiros automáticos do lado maior de operação

Vazão do trecho (L/m...)	Diâmetro do trecho(...)	Velocidade do trecho...	Perda de carga do tr...	Pressão do chuveiro...	Vazão do chuveiro(L...
48,8	11	**	*	7,079	48,8
48,8	20	2,589	0,725	7,805	51,239
100,039	25	3,397	0,923	8,003	51,885
151,924	32	3,148	0,601	7,68	50,83
202,754	40	2,689	0,346	7,425	49,978
252,732	40	3,352	0,52	7,599	50,56
303,292	50	2,574	0,246	7,325	49,64
352,932	50	2,996	0,325	7,404	49,909
402,841	50	3,419	0,415	7,495	50,212
453,052	65	2,276	0,144	7,223	49,293

Fonte: Próprios Autores, 2017

Em sequência será direcionada a uma nova tela que requisitará a distância do último de chuveiro de aplicação até seu sub-ramal (m), distância entre os sub-ramais(m), comprimento da canalização de sucção e recalque(m), altura entre a entrada de canalização de sucção do reservatório inferior até o ramal mais elevado, como exibido na Figura 30.

Figura 30 - Cálculo para sub-ramais, sucção e recalque

Fonte: Próprios Autores, 2017

Após o preenchimento dos dados do projeto e o clique do botão “Calcular” será direcionado as telas de “Peças” como visto na Figura 31 e 32, será requisitas a peças na

canalização entre o primeiro sub-ramal e o ramal, e entre o último sub-ramal e o seu anterior para o cálculo da perda de carga da canalização dos sub – ramais, lembrando que todas as peças do programa são calculadas conforme os dados das Tabela 15 e 16 deste capítulo.

Figura 31 - Peças na canalização entre o primeiro sub - ramal e o ramal

Peça	Quantidade	Peça	Quantidade
Alargamento	0	Registro de Gaveta Aberto	0
Cotovelo 90°	0	Registro de Globo Aberto	0
Cotovelo 45°	0	Saída de canalização	0
Curva 90°	1	Tê de saída bilateral	0
Curva 45°	1	Tê passagem direta	1
Entrada de borda	0	Tê passagem lateral	1
Entrada normal	0	Válvula de Pé de Crivo	0
Redução gradual	0	Válvula de retenção Tipo Leve	0
Registro de Ângulo Aberto	0	Válvula de retenção Tipo Pesado	0

Fonte: Próprios Autores, 2017

Figura 32 - Peças de canalização entre o último sub - ramal de aplicação e o seu sub - ramal anterior

Peça	Quantidade	Peça	Quantidade
Alargamento	0	Registro de Gaveta Aberto	0
Cotovelo 90°	0	Registro de Globo Aberto	0
Cotovelo 45°	0	Saída de canalização	0
Curva 90°	1	Tê de saída bilateral	0
Curva 45°	0	Tê passagem direta	0
Entrada de borda	1	Tê passagem lateral	0
Entrada normal	0	Válvula de Pé de Crivo	0
Redução gradual	0	Válvula de retenção Tipo Leve	0
Registro de Ângulo Aberto	0	Válvula de retenção Tipo Pesado	0

Fonte: Próprios Autores, 2017

Prosseguindo após as referências das peças, é retornado a tela “Sub - ramais – Recalque – Sucção” em que é mostrado a quantidade de sub - ramais na área de aplicação e suas respectivas vazões dos trechos (L/min), diâmetro dos trechos (mm), velocidade dos trechos (m/s), perda de carga dos trechos (mca), pressões do subramal (mca) e vazão do Chuveiro

(L/min) como exposto na Figura 33, e aparecerá um novo botão “Recalque” que após ser pressionado, direcionará a uma tela “Peça de Recalque”(Figura 34), pedindo ao usuário a peças na canalização de Recalque.

Figura 33 – Sub - ramais

SubRamal	Vazão do trecho(L...	Diâmetro do trech...	Velocidade do tre...	Perda de carga d...	Pressão do subra...	Vazão do subram...
1.0	**	65	2,523	0,401	1,123	502,346
2.0	502,346	65	2,523	0,2	0,313	265,046
3.0	767,392	80	2,544	0,16	0,272	247,176
4.0	1014,568	80	3,364	0,267	0,38	292,141
5.0	1306,709	100	2,773	0,144	0,256	240,038
6.0	1546,746	100	3,282	0,676	0,788	420,937

Fonte: Próprios Autores, 2017

Figura 34 - Peças de Recalque

Fonte: Próprios Autores, 2017

Também após definido as peças de canalização de recalque é retornado a tela “Sub-ramais – recalque – sucção”, na qual será exibido a vazão do trecho (L/min), diâmetro do trecho (mm), velocidade do trecho (m/s), perda de carga dos trecho (mca), pressão (mca) de recalque como mostrado na Figura 35, e do mesmo modo que o passo passado aparecerá um novo botão “Sucção” que após ser pressionado, direcionará a uma tela “Peça de Sucção”(Figura 36), pedindo ao usuário a peças na canalização de Sucção., que em sequência após definidos será

retornado novamente a tela de “Sub-ramais – recalque – sucção” em que será apresentado a vazão do trecho (L/min), diâmetro do trecho (mm), velocidade do trecho (m/s), perda de carga dos trecho (mca) de sucção (Figura 37) e que também surgirá um novo botão “Cálculo de bomba”.

Figura 35 - Recalque do chuveiro automático

SubRamal	Vazão do trecho(L...	Diâmetro do trech...	Velocidade do tre...	Perda de carga d...	Pressão do subra...	Vazão do subram...
1.0	**	65	2,523	0,401	1,123	502,346
2.0	502,346	65	2,523	0,2	0,313	265,046
3.0	767,392	80	2,544	0,16	0,272	247,176
4.0	1014,568	80	3,364	0,267	0,38	292,141
5.0	1306,709	100	2,773	0,144	0,256	240,038
6.0	1546,746	100	3,282	0,676	0,788	420,937
Recalque	1967,68345	125	2,67235	0,09014	0,16898	**

Fonte: Próprios Autores, 2017

Figura 36 - Peças de Sucção

Fonte: Próprios Autores, 2017

Figura 37 - Sucção do chuveiro automático

Subramais - Recalque - Sucção

Distância do último chuveiro da área de aplicação até seu subramal(m) **

Distância entre os sub-ramais (m) **

Comprimento de canalização(m) : Sucção ** Recalque **

Altura entre a entrada de canalização de sucção do reservatório inferior até o ramal mais elevado(m): **

SubRamal	Vazão do trecho(L...	Diâmetro do trech...	Velocidade do tre...	Perda de carga d...	Pressão do subra...	Vazão do subram...
1.0	**	65	2,523	0,401	1,123	502,346
2.0	502,346	65	2,523	0,2	0,313	265,046
3.0	767,392	80	2,544	0,16	0,272	247,176
4.0	1014,568	80	3,364	0,267	0,38	292,141
5.0	1306,709	100	2,773	0,144	0,256	240,038
6.0	1546,746	100	3,282	0,676	0,788	420,937
Recalque	1967,68345	125	2,67235	0,09014	0,16898	**
Sucção	1967,683	150	1,856	0,278	**	**

Fonte: Próprios Autores, 2017

Em seguida após o botão “Cálculo da bomba”, surgirá uma tela que pedirá os dados do projeto e da cidade e com o botão “Confirmar” clicado será exibido a altura manométrica e a vazão do fabricante para que se encontre a bomba que será usada, e em seguida pede-se os dados da bomba e por último após o botão “Salvar” selecionado, surgirá uma janela que declarará se a bomba cavitará ou não, caso não aparecerá o botão “Salvar” para o próximo passo, caso cavite, redimensionar, mudar a bomba ou o diâmetro (Figura 38).

Figura 38 - Dados da Bomba

Bomba

Preencha os Dados: Com o Catálogo de fabricantes em mãos , digite o dados exigidos da bomba:

Pressão atmosférica da cidade:

Pressão de vapor da cidade:

A altura de sucção está acima ou abaixo do nível? ▼

Cota da sucção(m):

Cota do nível mais baixo ao mais alto(m):

Fabricante:

Modelo:

Rotor(mm):

N(%):

NPSH(mcA):

POT(Hp):

NPSH(PROJETO - mca):

Altura Manométrica(Hm):

Vazão do Fabricante (m³/h):

Mensagem: Não cavitará, bem dimensionada!

Fonte: Próprios Autores, 2017

Caso a bomba não cavite, o programa será redirecionado a uma janela para o cálculo do ponto de trabalho em que será pedido ao usuário quatros pontos de altura manométrica e

três das vazões, para o cálculo da curva do fabricante, que após o clique da tecla “Confirmar”, aparecerá a curva do projeto e a curva do fabricante, e as três raízes de interseção entre elas, para a escolha do usuário da mais próxima da vazão do fabricante, caso não tenha raiz real, o projeto não tem vazão ótima, de forma que a bomba deverá ser posicionada ou em série ou em paralelo. Caso tenha surgirá na tela após a seleção da raiz mais próxima, a altura manométrica mínima e a vazão mínima, altura manométrica ótima e a vazão ótima, altura manométrica máxima e a vazão máxima, e a altura manométrica do fabricante e a vazão do fabricante e se a mesmas tiverem englobadas nos intervalos deste item, a bomba adotada está bem dimensionada, a cor da vazão do fabricante e da altura manométrica se encontrará verde no programa, senão é necessário o redimensionamento da bomba ou mudar o diâmetro, e no programa dos mesmos se encontrará vermelha, como apresentado na Figura 39.

Figura 39 - Ponto de Trabalho do chuveiro automático

Ponto de Trabalho

Curva do Projeto [Carregar dados](#)

Com o gráfico da bomba em mãos, inserir:

H1 (topo Q=0)

H2 Q2

H3 Q3

H4 (base) Q4

[Confirmar](#)

Vazão de Fabricante (m³/h)

Curva do Projeto

$H_m = A + B \cdot Q^2$

Hm = 20.0 + 0,00004 * Q²

Curva de Fabricante

$H_m = A + B \cdot Q + C \cdot Q^2 + D \cdot Q^3$

Hm = 26 + 0,18272 * Q + -0,03139 * Q² + 0,00031 * Q³

Interseção da curva de projeto com o fabricante, escolha o x mais próximo da vazão do projeto, caso seja 0 o projeto não tem vazão ótima, ou coloca a bomba em série ou em paralelo.

x1 92.246765

x2 -10.768102

x3 19.389874

[Confirmar](#)

Q mínimo	<input type="text" value="17,45"/>	Hm mínimo	<input type="text" value="20,01"/>
Q ótimo	<input type="text" value="19,39"/>	Hm ótimo	<input type="text" value="20,01"/>
Q projeto	<input type="text" value="183,27"/>	H projeto	<input type="text" value="20,95"/>
Q máximo	<input type="text" value="21,33"/>	Hm máximo	<input type="text" value="20,02"/>

Reserva de incêndio

Pressão mínima

Vazão mínima

Projeto não está bem dimensionado, redimensionar, ou colocar a bomba ...

[Próximo](#)

Fonte: Próprios Autores, 2017

E por último após o clique do botão Próximo, o programa abrirá uma nova janela com os dados da bomba pressurizada (Figura 40), na qual a vazão sempre será 1,2 m³/h e a altura manométrica é retirada da curva do rotor selecionado, onde a vazão é zero.

Figura 40 - Bomba de pressurização do chuveiro automático

Bomba de pressurização

Preencha os Dados:

Com o Catálogo de fabricantes em mãos, digite o dados exigidos da bomba.

Pressão da bomba principal (tirado da curva do rotor selecionado, vazão=0)

Vazão do Fabricante (m³/h):

Fabricante:

Modelo:

Rotor(mm):

N(%):

NPSH(mcA):

POT(Hp):

Fonte: Próprios Autores, 2017

4.3.1.2 Dimensionamento do Hidrante

Figura 41 - Dimensionamento do Hidrante

Fonte: Próprios Autores, 2017

Conforme a Figura 41 é pedido ao usuário o tipo de Estabelecimento, na qual será dimensionada a edificação, que em sequência, será pedido também a descrição do tipo de Estabelecimento, altura e a área construída, e algumas considerações a serem levadas para a escolha da altura, em que conforme a regulamentação da NT – 01 (CBMGO, 2017) designará se o mesmo poderá ser dimensionado segundo a Figura 42 e Figura 43.

Figura 42 - Dimensionamento do hidrante permitido

Levando em conta para mensuração da altura da edificação: os subsolos destinados exclusivamente a estacionamento de veículos, vestiários e instalações sanitárias ou respectivas dependências sem aproveitamento para quaisquer atividades ou permanência humana - pavimentos superiores destinados, exclusivamente, a áticos, casas de máquinas, bariletes, reservatórios de água e semelhantes, mezaninos cuja área não ultrapasse a 1/3 (um terço) da área do pavimento superior da edificação.

A edificação exige hidrante

OK

independente, em função de cada uma das saídas.

Fonte: Próprios Autores, 2017

Figura 43 - Dimensionamento do hidrante negado

Dimensionamento do Hidrante

Tipo de edificação: Residencial [Confirmar]

Descrição: Pensões(Moimento) [OK]

Carga de Incêndio (MJ/m²): 200.0

Área Construída (m²): 5000

Altura (m): 15 [Confirmar]

Mensagem
 A edificação não exige hidrante [OK]

Levando em conta para mensuração da altura da edificação: os subsolos destinados exclusivamente a estacionamento de veículos, vestiários e instalações sanitárias ou respectivas dependências sem aproveitamento para quaisquer atividades ou permanência humana - pavimentos superiores destinados, exclusivamente, a alcos, casas de máquinas, barmetes, reservatórios de água e semelhantes mecanismos cuja área não ultrapasse a 1/3 (um terço) da área do pavimento onde se situa e possuam área inferior a 250 m², - o pavimento superior da unidade duplex* do último piso da edificação.

Para implementação das instalações de segurança contra incêndio e pânico nas edificações que tiverem saídas para mais de uma via pública, em níveis diferentes, prevalecerá a de maior altura. Para o dimensionamento das saídas de emergências, as alturas poderão ser tomadas de forma independente, em função de cada uma das saídas.

Fonte: Próprios Autores, 2017

Primeiramente os primeiros passos do reservatório inferior e superior são idênticos, como apresentado na Figura 44, Figura 45 e Figura 46.:

1. , A escolha do tipo de reserva(Figura 44) conforme o tipo de estabelecimento segundo a norma NT 23 (CMBGO, 2017) que em consequência exibe os matérias fundamentais para a utilização do hidrante ,
2. A escolha do diâmetro do ramal e do diâmetro do esguicho, e a dica do lançamento dos hidrantes nos lugares mais adequados;
3. A exibição da vazão mínima na válvula do hidrante mais desfavorável, diâmetro da mangueira de incêndio, diâmetro do esguicho regulável, número de expedições, pressão mínima na válvula do hidrante mias desfavorável e comprimento da mangueira segundo o tipo de reserva de incêndio indicada.
4. O requerimento dos tamanhos do comprimento da canalização do último hidrante até a coluna de incêndio(m), a altura do reservatório superior até o hidrante do último andar(m) e comprimento da canalização entre o reservatório superior até o hidrante do último andar(m), dados retirados do projeto.

Figura 44 - Reservatório

Levando em conta para mensuração da altura da edificação, os subsolos destinados exclusivamente a estacionamento de veículos, vestiários e instalações sanitárias ou respectivas dependências sem aproveitamento para quaisquer atividades ou permanência humana - pavimentos superiores destinados, exclusivamente, a altcos casas de máquinas, barriletes reservatórios de água e assemelhados mezaninos cuja área não ultrapasse a 1/3(um terço) da área do pavimento onde se situa e possuam área inferior a 250 m², - o pavimento superior da unidade duplex* do último piso da edificação.

Para implementação das instalações de segurança contra incêndio e pânico nas edificações que tiverem saídas para mais de uma via pública, em níveis diferentes, prevalecerá a de maior altura. Para o dimensionamento das saídas de emergências, as alturas poderão ser tomadas de forma independente, em função de cada uma das saídas.

O abastecimento de água é a partir de: Reservatório inferior, com sistema de bombas. Reservatório superior, por gravidade e/ou com sistema de bombas

Classificação das Edificações e áreas de risco
 Tipo 1 - RTI 8 m³ Tipo 2 - RTI 12 m³ próximo

Fonte: Próprios Autores, 2017

Relembrando que todas as peças do programa são calculadas conforme os dados das Tabela 15 e 16 deste capítulo, conforme o diâmetro respectivo.

Figura 45 - Canalização do ramal

Seleção a quantidade de peças na canalização do ramal do hidrante:

Alargamento	0	Registro de Gaveta Aberto	0
Cotovelo 90°	0	Registro de Globo Aberto	0
Cotovelo 45°	0	Saída de canalização	0
Curva 90°	0	Tê de saída bilateral	0
Curva 45°	1	Tê passagem direta	1
Entrada de borda	0	Tê passagem lateral	0
Entrada normal	0	Válvula de Pé de Crivo	0
Redução gradual	0	Válvula de retenção Tipo Leve	0
Registro de Ângulo Aberto	0	Válvula de retenção Tipo Pesado	0

Próximo

Fonte: Próprios Autores, 2017

Figura 46 - Dados da Norma

Dimensionamento do Hidrante

Confirmar

Classificação das Edificações e áreas de risco

Tipo 1 - RTI 8 m³ Tipo 2 - RTI 12 m³ Próximo

Materiais : Obrigatório: Esguicho e mangueira Abrigo - opcional

Diâmetro do ramal da alimentação 65

Diâmetro do esguicho 16

Dica: Lançar as posições mais adequadas da rede de hidrantes e mangotinhos

Vazão mínima na válvula do hidrante mais desfavorável: 100 L/min

Diâmetro da mangueira de incêndio: 25 mm

Diâmetro do esguicho regulável: 25 mm

Número de expedições: Simples

Pressão mínima na válvula do hidrante mais desfavorável: 80 mca

Comprimento da mangueira de incêndio: 30 m

OK

Comprimento da canalização do ramal do ultimo hidrante 0 OK

Desnível entre a tomada de água do reservatório até a coluna de incêndio (último pavimento) - m (retirado do projeto) 38

Comprimento linear da canalização de recalque - m (retirado do projeto) 32

Fonte: Próprios Autores, 2017

4.3.1.2.1 Reservatório inferior

Em sequência se o fornecimento do reservatório for inferior é pedido o diâmetro de recalque (mm) e as peças de canalização utilizadas no projeto(Figura 47 e Figura 48) e em seguida será exibido algumas informações primordiais: a pressão mínima do hidrante do último pavimento (kPa), velocidade da saída do esguicho (m/s), pressão residual no esguicho do hidrante do último pavimento (mca), velocidade na canalização do ramal do último hidrante (m/s), perda de carga no esguicho (mca), perda de carga na válvula angular (mca), perda de carga na mangueira de incêndio (mca), perda de carga no segmento da canalização do ramal no último hidrante (mca), perda de carga total no ramal do ultimo hidrante (mca), pressão na conexão do ramal com a coluna de incêndio (mca), pressão no hidrante do penultimo pavimento (mca), perda de carga entre os hidrantes mais desfavoráveis (mca), perda de carga de recalque (mca) e perda de carga de sucção (mca).

Figura 47 - Verificação

Pressão mínima do hidrante do último pavimento (kPa)	37,63785
Velocidade da saída do esguicho (m/s)	8,28932
Pressão residual no esguicho do hidrante do último pavimento (mca)	3,50218
Velocidade da canalização do ramal do último hidrante (m/s)	0,50226
Perda de carga no esguicho (mca)	0,35022
Perda de carga na válvula angular (mca)	0,06429
Perda de carga na mangueira de incêndio (mca)	13,84058
Perda de carga no segmento da canalização do ramal no último hidrante (mca)	0,01407
Perda de carga total no ramal do último hidrante (mca)	14,26916
Pressão na conexão do ramal com a coluna de incêndio (mca)	18,03294
Pressão no hidrante do penúltimo pavimento (mca)	20,84525
Perda de carga entre os hidrantes mais desfavoráveis (mca)	0,01231

Fonte: Próprios Autores, 2017

Figura 48 - Canalização de recalque do reservatório

Fonte: Próprios Autores, 2017

Após isto require-se o diâmetro de sucção (mm), comprimento linear da canalização de sucção (m) e altura do reservatório até o primeiro hidrante (m), ambos retirados do projeto, a quantidade de peças na canalização de sucção, a quantidade de peças de canalização do segundo hidrante até o primeiro, como apresentado nas Figura 49, Figura 50 e Figura 51.

Figura 49 - Dados de sucção para reservatório inferior

Dimensionamento do Hidrante	
Pressão mínima do hidrante do último pavimento (kPa)	37,63785
Velocidade da saída do esguicho (m/s)	8,28932
Pressão residual no esguicho do hidrante do último pavimento(mca)	3,50218
Velocidade da canalização do ramal do último hidrante (m/s)	0,50226
Perda de carga no esguicho(mca)	0,35022
Perda de carga na válvula angular (mca)	0,06429
Perda de carga na mangueira de incêndio (mca)	13,84058
Perda de carga no segmento da canalização do ramal no último hidrante (mca)	0,01407
Perda de carga total no ramal do último hidrante (mca)	14,26916
Pressão na conexão do ramal com a coluna de incêndio (mca)	18,03294
Pressão no hidrante do penúltimo pavimento (mca)	20,84525
Perda de carga entre os hidrantes mais desfavoráveis (mca)	0,01231
Diâmetro de sucção	80
Comprimento linear da canalização de sucção - m (retirado do projeto)	7,3
Altura do reservatório até o primeiro hidrante - m (retirado do projeto)	6
Altura Do primeiro hidrante até o segundo (retirado do projeto - m)	4
Comprimento da canalização do primeiro hidrante até o segundo hidrante- m (retirado do projeto)	4

OK

Fonte: Próprios Autores, 2017

Figura 50 - Peças de canalização de sucção no reservatório inferior

Peças de Sucção			
Selecione a quantidade de peças na canalização de sucção:			
Alargamento	0	Registro de Gaveta Aberto	0
Cotovelo 90°	0	Registro de Globo Aberto	0
Cotovelo 45°	0	Saída de canalização	0
Curva 90°	0	Tê de saída bilateral	0
Curva 45°	0	Tê passagem direta	0
Entrada de borda	1	Tê passagem lateral	0
Entrada normal	0	Válvula de Pé de Crivo	0
Redução gradual	0	Válvula de retenção Tipo Leve	0
Registro de Ângulo Aberto	0	Válvula de retenção Tipo Pesado	0

Próximo

Fonte: Próprios Autores, 2017

Figura 51 - Peças na canalização entre os primeiros hidrantes no reservatório inferior

Peça	Quantidade	Peça	Quantidade
Alargamento	0	Registro de Gaveta Aberto	0
Cotovelo 90°	0	Registro de Globo Aberto	0
Cotovelo 45°	0	Saída de canalização	0
Curva 90°	0	Tê de saída bilateral	0
Curva 45°	0	Tê passagem direta	1
Entrada de borda	0	Tê passagem lateral	0
Entrada normal	0	Válvula de Pé de Crivo	0
Redução gradual	0	Válvula de retenção Tipo Leve	0
Registro de Ângulo Aberto	0	Válvula de retenção Tipo Pesado	0

Próximo

Fonte: Próprios Autores, 2017

E após o preenchimento dos dados anteriores é informado conforme a Figura 52, se a reserva de incêndio (m^3) está de acordo com a preconizada na norma e se o diâmetro escolhido poderá ser utilizado no projeto, e é apresentado também:

- A vazão máxima do sistema (L/min);
- Velocidade da água na coluna de incêndio (m/s);
- Vazão no segundo hidrante mais favorável (L/min);
- Pressão no segundo hidrante mais favorável (mca);
- Vazão no primeiro hidrante mais favorável (mca);
- Pressão no primeiro hidrante mais favorável (mca);
- Perda de carga entre os hidrantes mais favoráveis (mca);
- Vazão no hidrante mais desfavorável (mca);
- Pressão na alimentação do hidrante mais desfavorável (mca);
- Vazão no segundo hidrante mais desfavorável (mca);
- Pressão na alimentação do hidrante mais desfavorável (mca).

E é mostrado também os valores das perdas de cargas do recalque e da sucção e a velocidade da sucção que em sequência, o programa declarará se esta velocidade está conforme ou não a exigida pela norma de Goiás, a NT 22 – Sistema de hidrante e mangotinho (CBMGO, 2014), e, como visto na Figura 53 a seguir.

Figura 52 - Perda de cargas e da velocidade de sucção

Perda de carga de recalque(mca)	0,67537
Perda de carga de sucção(mca)	0,06543
Velocidade de sucção(m/s)	0,68806
Diâmetro de sucção	80
Comprimento linear da canalização de sucção - m (retirado do projeto)	7,3
Altura do reservatório até o primeiro hidrante - m (retirado do projeto)	5
Altura Do primeiro hidrante até o segundo (retirado do projeto - m)	4
Comprimento da canalização do primeiro hidrante até o segundo hidrante- m (retirado do projeto)	4

Mensagem: A velocidade de sucção está de acordo com a norma.

Fonte: Próprios Autores, 2017

Figura 53 - Reserva de incêndio no reservatório inferior

Diâmetro de sucção	80
Comprimento linear da canalização de sucção - m (retirado do projeto)	7,3
Altura do reservatório até o primeiro hidrante - m (retirado do projeto)	5
Altura Do primeiro hidrante até o segundo (retirado do projeto - m)	4
Comprimento da canalização do primeiro hidrante até o segundo hidrante- m (retirado do projeto)	4

A reserva de incêndio (m³)	20,29954
Vazão máxima do sistema (L/min)	338,32572
Velocidade da água na coluna de incendio (m/s)	1,69929
Vazão no segundo hidrante mais favorável (L/min)	165,88465
Pressão no segundo hidrante mais favorável (mca)	49,62255
Vazão no primeiro hidrante mais favorável (L/min)	172,44106
Pressão no primeiro hidrante mais favorável (mca)	53,62262
Perda de carga entre os hidrantes mais favoráveis (mca)	0,00007

Vazão no hidrante mais desfavorável (L/min)	100
Pressão na alimentação do hidrante mais desfavorável (mca)	18,03294
Vazão no segundo hidrante mais desfavorável (L/min)	107,77401
Pressão na alimentação do segundo hidrante mais desfavorável (mca)	20,94569

Mensagem: A vazão máxima está adequada então pode ser usada o diâmetro de 80 mm.

Mensagem: A reserva de incêndio está conforme a norma 8.0m³.

Fonte: Próprios Autores, 2017

Após a confirmação que a reserva de incêndio está conforme a mínima, a tela será direcionada para a tela “Bomba”, requisitando os mesmos dados da bomba do dimensionamento do chuveiro automático citado anteriormente, como indicado na Figura 54:

- Pressão atmosférica da cidade;
- Pressão de vapor da cidade;
- Cota de sucção(m);
- Cota do nível mais alto até o mais baixo

e) Os dados da bombas: Marca, Modelo, Rotor(mm), Porcentagem, NPSH e Potência (Hp)

Dados que em consequência calculará o NPSH e certificará se a bomba cavitara ou não, como exibido na janela.

Figura 54 - Bomba para hidrante do reservatório inferior

Preencha os Dados: Com o Catálogo de fabricantes em mãos, digite o dados exigidos da bomba:

Pressão atmosférica da cidade: 10.23

Pressão de vapor da cidade: 0.25

A altura de sucção está acima ou abaixo do nível? Acima

Cota da sucção(m): 6

Cota do nível mais baixo ao mais alto(m): 32

Vazão do Fabricante (m³/h): 20,2995

Altura manométrica do fabricante: 59,6882

Fabricante: KSB

Modelo: 32.160.1

Rotor(mm): 157

N(%): 56

NPSH(mcA): 3.4

POT(Hp): 60

NPSH(PROJETO - mca): 10,1644

Buttons: Confirmar, Salvar, Próximo

Message box: Mensagem, Não cavitará, bem dimensionada!, OK

Fonte: Próprios Autores, 2017

Se o resultado do NPSH projeto for igual ou maior a do fabricante, será redirecionada a tela de ponto de trabalho, visto também no dimensionamento do chuveiro automático anteriormente, pedindo três alturas manométricas e as vazões respectivas, em sequência apresentando a curva do projeto e do fabricante, e três raízes das interseções entre elas, e se a vazão do fabricante está englobada entre alturas e vazões máxima, ótima e mínima para que a bomba seja bem dimensionada, caso a bomba deverá ser redimensionada, ou mudar o diâmetro no projeto (Figura 55).

Figura 55 - Ponto de trabalho da bomba no reservatório inferior

Ponto de Trabalho da Bomba

Curva do Projeto Carregar dados

Com o gráfico da bomba em mãos, inserir:

H1(topo Q=0) 26
 H2 25
 H3 23
 H4(base) 12.5

Q2 10
 Q3 14.5
 Q4 29

Vazão de Fabricante (m³/h) 20,3

Curva do Projeto
 $H_m = A + B^2 Q^2$
 $H_m = 0.25 + 0.14424 \cdot Q^2$

Curva de Fabricante
 $H_m = A + B^2 Q + C^3 Q^2 + D^4 Q^3$
 $H_m = 26 + 0.18272 \cdot Q + -0.03139 \cdot Q^2 + 0.00031 \cdot Q^3$

Interseção da curva de projeto com o fabricante, escolha o x mais próximo da vazão do projeto, caso seja 0 o projeto não tem vazão ótima, ou coloca a bomba em série ou em paralelo.

562.47845
 -11.488005
 12.792046

Q mínimo	11,51	Hm mínimo	19,37
Q ótimo	12,79	Hm ótimo	23,85
Q projeto	20,3	H projeto	59,69
Q máximo	14,07	Hm máximo	28,81

Projeto não está bem dimensionado, redimensionar, ou colocar a bomba em paralelo ou em série

Fonte: Próprios Autores, 2017

E por último as informações necessárias para a bomba pressurizada, de modo que a vazão seja 1,2 m³/h estabelecida pela norma e a pressão da bomba seja retirada do rotor selecionado, quando a vazão for zero, conforme a Figura 56.

Figura 56 - Bomba de pressurização do hidrante no reservatório inferior

Preencha os Dados:

Com o Catálogo de fabricantes em mãos, digite o dados exigidos da bomba:

Pressão da bomba principal (tirado da curva do rotor selecionado) 60

Fabricante: KSB

Modelo: 32.160.1

Rotor(mm): 157

N(%): 56

NPSH(mca): 3.4

POT(Hp): 60

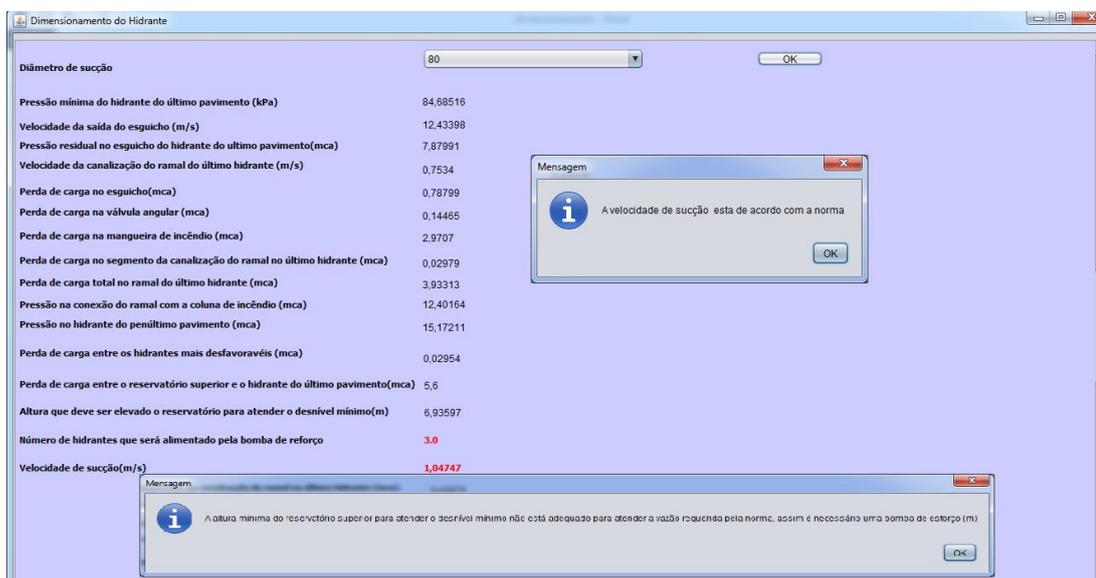
Vazão do Fabricante (m³/h): 1.2

Fonte: Próprios Autores, 2017

4.3.1.2.2 Abastecimento no Reservatório Superior

Quando o abastecimento ocorrer no reservatório superior, será pedido a escolha do diâmetro de sucção (mm) e o programa redirecionará a uma nova tela para a definição da quantidade de peças na canalização do reservatório até o hidrante do último andar (Figura 57 e Figura 58) e após surgirá uma janela pronunciando se será necessário uma bomba de reforço para que a vazão mínima seja atingida e em consequência disso o programa mostrará a quantidades de hidrantes que será alimentado por esta bomba e também alguns dados importantes: a pressão mínima do hidrante do último pavimento (kPa), velocidade da saída do esguicho (m/s), pressão residual no esguicho do hidrante do último pavimento (mca), velocidade na canalização do ramal do último hidrante (m/s), perda de carga no esguicho (mca), perda de carga na válvula angular (mca), perda de carga na mangueira de incêndio (mca), perda de carga no segmento da canalização do ramal no último hidrante (mca), perda de carga total no ramal do ultimo hidrante (mca), pressão na conexão do ramal com a coluna de incêndio (mca), pressão no hidrante do penultimo pavimento (mca), perda de carga entre os hidrantes mais desfavoráveis (mca), perda de carga entre o reservatório superior e o hidrante do último pavimento (mca) e a velocidade de sucção e o programa declarará se esta velocidade está conforme a exigida pela norma de Goiás, a NT 22 –Sistema de hidrante e mangotinho (CBMGO, 2014).

Figura 57 - Reservatório Superior



Fonte: Próprios Autores, 2017

Figura 58 - Canalização do reservatório até o hidrante do último andar

Componente	Quantidade	Componente	Quantidade
Alargamento	0	Registro de Gaveta Aberto	0
Cotovelo 90°	0	Registro de Globo Aberto	0
Cotovelo 45°	0	Saída de canalização	0
Curva 90°	1	Tê de saída bilateral	0
Curva 45°	1	Tê passagem direta	0
Entrada de borda	0	Tê passagem lateral	0
Entrada normal	0	Válvula de Pé de Crivo	0
Redução gradual	0	Válvula de retenção Tipo Leve	0
Registro de Ângulo Aberto	0	Válvula de retenção Tipo Pesado	0

Próximo

Fonte: Próprios Autores, 2017

Se eventualmente for fundamental uma bomba de esforço, a tela será direcionada para a tela “Bomba”, requisitando os mesmos dados da bomba do dimensionamento do chuveiro automático citado anteriormente, como indicado na Figura 59:

- Pressão atmosférica da cidade;
- Pressão de vapor da cidade;
- Cota de sucção(m);
- Cota do nível mais alto até o mais baixo
- Os dados das bombas: Marca, Modelo, Rotor (mm), Porcentagem, NPSH e Potência (Hp)

Dados que em consequência calculará o NPSH e certificará se a bomba cavitara ou não, conforme a janela apresentada..

Figura 59 - Bomba de Reforço para o Reservatório Superior

Preencha os Dados: Com o Catálogo de fabricantes em mãos, digite o dados exigidos da bomba.

Pressão atmosférica da cidade: 10.23
 Pressão de vapor da cidade: 0.25
 A altura de sucção está acima ou abaixo do nível? Acima
 Cota da sucção(m): 6
 Cota do nível mais baixo ao mais alto(m): 32
 Confirmar

Fabricante: KSB
 Modelo: 32.160.1
 Rotor(mm): 157
 N(%): 56
 NPSH(mca): 3.4
 POT(Hp): 60
 NPSH(PROJETO - mca): 10,0957

Vazão do Fabricante (m³/h): 18,9546
 Altura manométrica do fabrica... 6,936

Salvar Próximo

Mensagem
 Não cavitará, bem dimensionada!
 OK

Fonte: Próprios Autores, 2017

Caso o NPSH do projeto for igual ou maior a do fabricante, será redirecionada a tela de ponto de trabalho, visto também no dimensionamento do chuveiro automático anteriormente, pedindo três alturas manométricas e as vazões respectivas, em sequência apresentando a curva do projeto e do fabricante, e três raízes das interseções entre elas, e se a vazão do fabricante está engolbadas entre alturas e vazões máxima, ótima e mínima para que a bomba seja bem dimensionada, caso a bomba deverá ser redimensionada, ou mudar o diâmetro no projeto (Figura 60).

Figura 60 - Ponto de Trabalho para Bomba de Reforço

Ponto de Trabalho

Curva do Projeto [Carregar dados](#)

Com o gráfico da bomba em mãos, inserir:

H1(topo Q=0) [Confirmar](#)

H2 Q2

H3 Q3

H4(base) Q4

Vazão de Fabricante (m³/h)

Interseção da curva de projeto com o fabricante, escolha o x mais próximo da vazão do projeto, caso seja 0 o projeto não tem vazão ótima, ou coloca a bomba em série ou em paralelo.

27.532028

30.238

-30.238

[Confirmar](#)

Curva do Projeto

$H_m = A + B \cdot Q^2$

Hm = 0.25 + 0,01861 * Q²

Curva de Fabricante

$H_m = A + B \cdot Q + C \cdot Q^2 + D \cdot Q^3$

Hm = 26 + -0,30909 * Q + 0,01949 * Q² + -0,00086 * Q³

Q mínimo	<input type="text" value="24,78"/>	Hm mínimo	<input type="text" value="11,68"/>
Q ótimo	<input type="text" value="27,53"/>	Hm ótimo	<input type="text" value="14,36"/>
Q projeto	<input type="text" value="18,95"/>	H projeto	<input type="text" value="6,94"/>
Q máximo	<input type="text" value="30,29"/>	Hm máximo	<input type="text" value="17,32"/>

Projeto não está bem dimensionado, redimensionar, ou colocar a bomba em paralelo ou em série

[Fechar](#)

Fonte: Próprios Autores, 2017

Em sequência o programa pedirá o comprimento do primeiro hidrante (m), comprimento da canalização do ramal do hidrante do último pavimento (m), distância entre o hidrante do último pavimento até o segundo pavimento(m) - (Figura 61). E após estes dados surgirá uma nova tela requerendo as peças na canalização do ramal na mangueira de hidrante e no esguicho do hidrante do último pavimento (Figura 62).

Figura 61 - Dados para o Reservatório Superior

Dimensionamento do Hidrante	
Pressão residual no esguicho do hidrante do último pavimento(mca)	7,87991
Velocidade da canalização do ramal do último hidrante (m/s)	0,7534
Perda de carga no esguicho(mca)	0,78799
Perda de carga na válvula angular (mca)	0,14465
Perda de carga na mangueira de incêndio (mca)	2,9707
Perda de carga no segmento da canalização do ramal no último hidrante (mca)	0,02979
Perda de carga total no ramal do último hidrante (mca)	3,93313
Pressão na conexão do ramal com a coluna de incêndio (mca)	12,40164
Pressão no hidrante do penúltimo pavimento (mca)	15,17211
Perda de carga entre os hidrantes mais desfavoráveis (mca)	0,02954
Perda de carga entre o reservatório superior e o hidrante do último pavimento(mca)	5,6
Altura que deve ser elevado o reservatório para atender o desnível mínimo(m)	6,93597
Número de hidrantes que será alimentado pela bomba de reforço	3.0
Velocidade de sucção(m/s)	1,04747
Comprimento do primeiro hidrante até o segundo hidrante- m (retirado do projeto)	<input type="text" value="4"/>
Comprimento da canalização do ramal do hidrante do último pavimento (m)	<input type="text" value="0"/>
Distância entre o hidrante do último pavimento e o do segundo pavimento (m)	<input type="text" value="28"/>
<input type="button" value="OK"/>	

Fonte: Próprios Autores, 2017

Figura 62 - Canalização no ramal para a mangueira de incêndio e no esguicho do hidrante do último pavimento

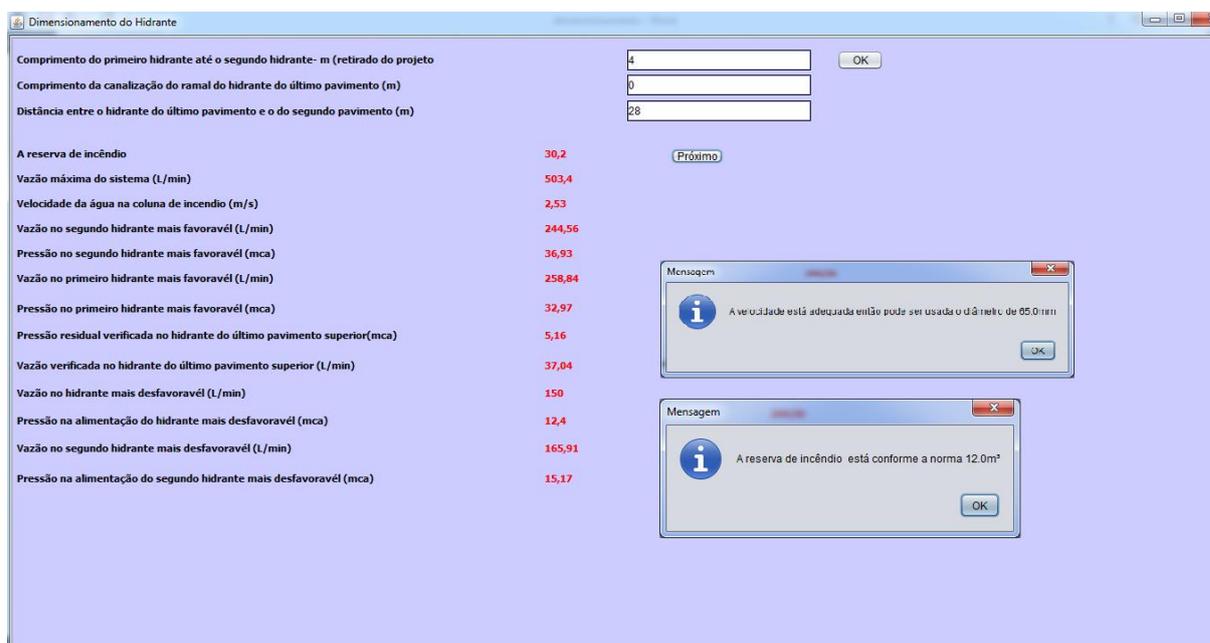
Peças			
Selecione a quantidade de peças na canalização do ramal, na mangueira de hidrante e no esguicho do hidrante do último pavimento.			
Alargamento	<input type="text" value="0"/>	Registro de Gaveta Aberto	<input type="text" value="0"/>
Cotovelo 90°	<input type="text" value="0"/>	Registro de Globo Aberto	<input type="text" value="0"/>
Cotovelo 45°	<input type="text" value="0"/>	Saída de canalização	<input type="text" value="0"/>
Curva 90°	<input type="text" value="0"/>	Tê de saída bilateral	<input type="text" value="0"/>
Curva 45°	<input type="text" value="0"/>	Tê passagem direta	<input type="text" value="0"/>
Entrada de borda	<input type="text" value="0"/>	Tê passagem lateral	<input type="text" value="0"/>
Entrada normal	<input type="text" value="0"/>	Válvula de Pé de Crivo	<input type="text" value="0"/>
Redução gradual	<input type="text" value="0"/>	Válvula de retenção Tipo Leve	<input type="text" value="0"/>
Registro de Ângulo Aberto	<input type="text" value="0"/>	Válvula de retenção Tipo Pesado	<input type="text" value="0"/>
<input type="button" value="Próximo"/>			

Fonte: Próprios Autores, 2017

E por fim o programa mostrará conforme a Figura 63, a reserva de incêndio calculada e informará se a mesma está de acordo com a norma do tipo correspondente e se a velocidade está adequada para utilizar o diâmetro escolhido, além da exibição de outros dados necessários como:

- A vazão máxima do sistema (L/min);
- Velocidade da água na coluna de incêndio (m/s);
- Vazão no segundo hidrante mais favorável (L/min);
- Pressão no segundo hidrante mais favorável (mca);
- Vazão no primeiro hidrante mais favorável (mca);
- Pressão no primeiro hidrante mais favorável (mca);
- Perda de carga entre os hidrantes mais favoráveis (mca);
- Vazão no hidrante mais desfavorável (mca);
- Pressão na alimentação do hidrante mais desfavorável (mca);
- Vazão no segundo hidrante mais desfavorável (mca);
- Pressão na alimentação do hidrante mais desfavorável (mca).

Figura 63 - Reserva de incêndio para o Reservatório Superior



Fonte: Próprios Autores, 2017

5 ESTUDO DE CASO

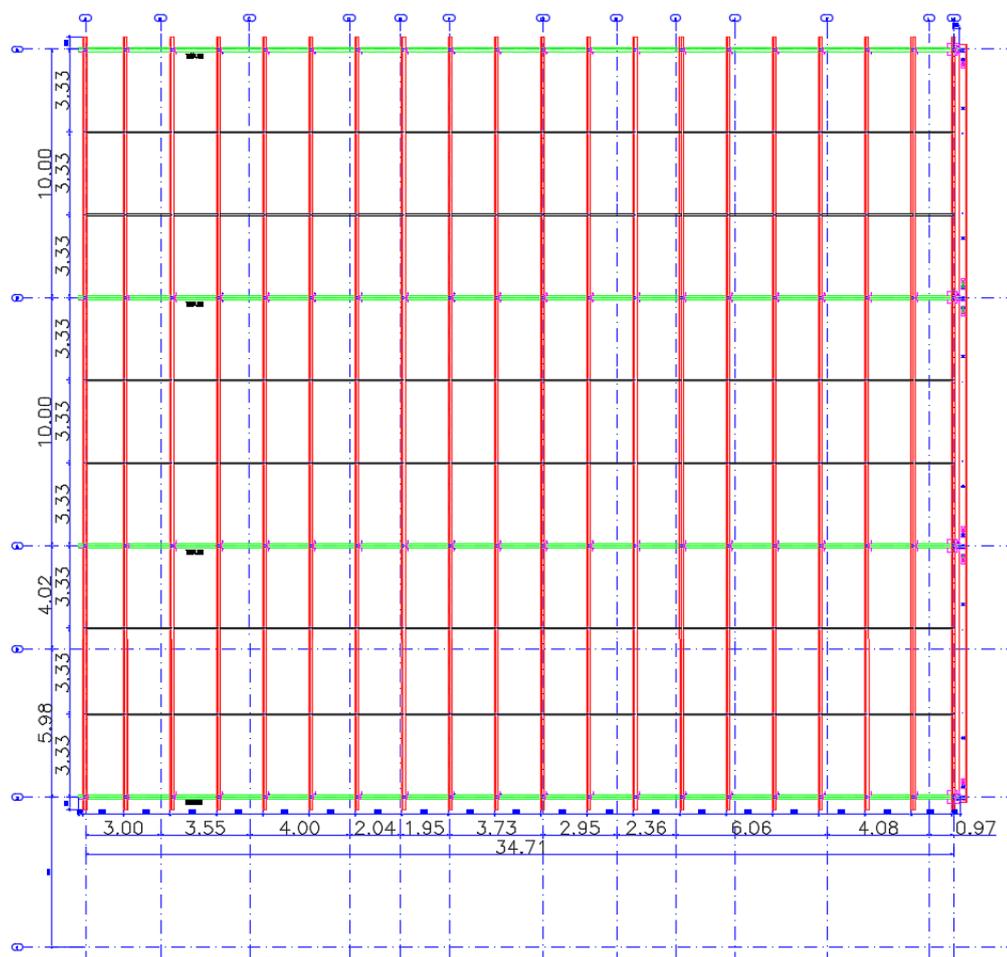
Neste capítulo serão apresentados as análises de projetos de hidrantes e de chuveiros automáticos, proveniente de um edifício de 4 andares e de um galpão industrial têxtil. Primeiramente será apresentado o dimensionamento do galpão industrial, que é composto de estruturas metálicas com uma área interna de 1042 m², com todo o projeto estrutural contendo suas devidas dimensões e elementos estruturais que pode ser vista na Figura 64.

O projeto será calculado e dimensionado pelos autores deste trabalho utilizando o *software* desenvolvido para esta função, para a verificação dos resultados será feita duas análises para a certeza que os resultados obtidos estão corretos e de acordo com as normas vigentes do estado de Goiás. A finalidade da verificação dos resultados e para comprovar que os resultados obtidos pelo software desenvolvido são satisfatórios para o usuário.

5.1 DIMENSIONAMENTO DO GALPÃO INDUSTRIAL

O estabelecimento do galpão industrial têxtil encontra-se segundo a norma, na Classe Ordinária II – Grupo Industrial, devido ao fato de ser um galpão de estruturas metálicas que é feito exclusivamente para a indústria de matérias que possuem alto risco de incêndio, o galpão é representado na Figura 64 a seguir.

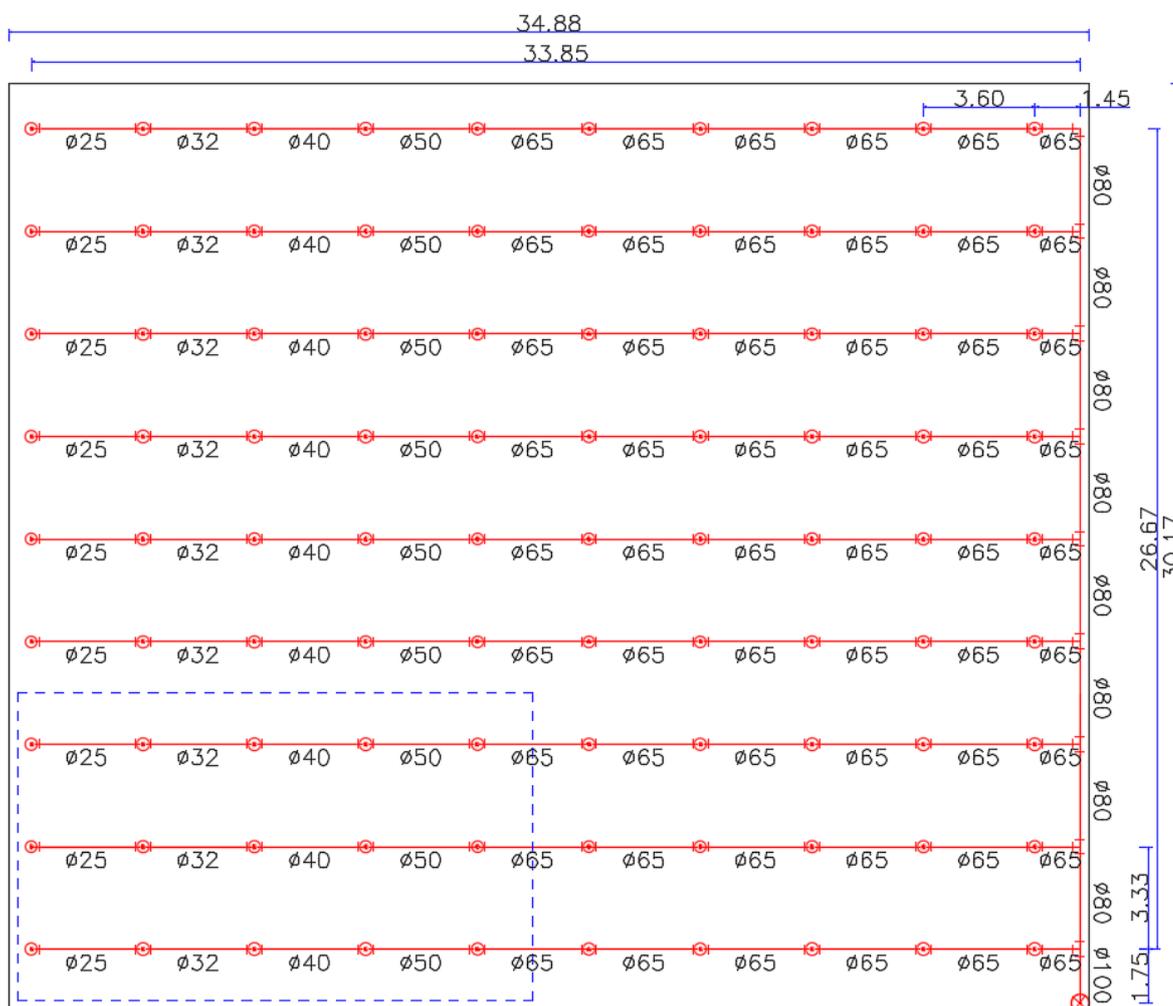
Figura 64 - Galpão Industrial



Fonte: Próprios Autores, 2017

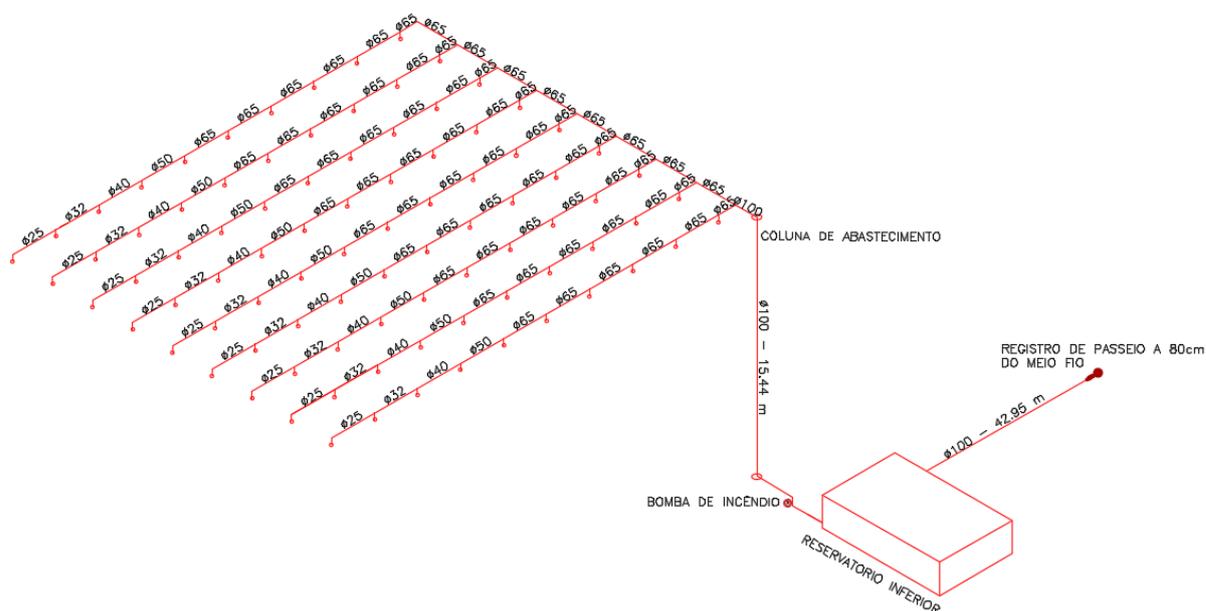
Para o dimensionamento do galpão foi usado a NT-23/2014 – Sistema de chuveiros automáticos do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás (ABNT, 2014). O primeiro passo a ser tomado no dimensionamento foi a identificação do risco da edificação, neste caso foi a Classe de Risco Ordinário Grupo II e logo após foi necessário a determinação da área de aplicação dos chuveiros automáticos, como é mostrado nas Figura 65 e Figura 66, e a determinação da área e o número de *sprinklers*, assim como a densidade de projeto exigida.

Figura 65 - Área de aplicação dos chuveiros automático



Fonte: Próprios Autores, 2017

Figura 66 - Área de aplicação dos chuveiros automáticos



Fonte: Próprios Autores, 2017

Com a área determinada, foi escolhido o tipo de teto que na estrutura em questão se encaixa no tipo de teto de combustível obstruído, e para este tipo de teto, o *sprinkler* que tem uma maior compatibilidade com este tipo de projeto é o chuveiro em pé, como a área de cobertura máxima determinada por norma é de 12m², as dimensões adotadas entre os chuveiros foram de 3,6 metros e entre os chuveiros e 3,33 entre os sub-ramais, como pode –se perceber na Figura 67.

Com os espaços adotados é necessário identificar a área de operação que pode ser determinada pelo desenho arquitetônico, a escolha da densidade do fluido sendo este determinado por tabela, e é adotado diâmetro do chuveiro automático de 13 mm que será usado, com estas informações o cálculo poderá ser executado, sendo necessário 15 chuveiros na área de operação e área de operação adotada foi de 158 m² que está conforme o ponto inferior da reta escolhido que será mínimo 140 m². As peças utilizada na canalizações do dimensionamento do galpão são encontradas no Apêndice B (Figura 87 à Figura 90).

Figura 67 - Dimensionamento por Software

Dimensionamento do Chuveiro Automático

Escolha:
Estabelecimento Industrial
Descrição Fabricação de produtos do arroz

Altura (m) 12,00 m < H ≤ 23,00 m 15
Área Construída (m²) 1052
Carga de Incêndio (MJ/m²) 1700.0

Preencha os campos:

Tipo de Chuveiro Chuveiro pendente ou em pé Chuveiro lateral
Estabelecimento Fábricas de conserva
Escolha :
Tipo de risco Ordinário
Tipo de teto Combustível obstruído
Tipo de cobertura Cobertura Padrão
A área efetiva é Quadrada Retangular

Área máxima de cobertura (m²)	12 m²	Espaço adotado entre chuveiros (m)	3.6
Espaço máximo ao longo do sub-ramal na parede (m)	4.6 m		
Espaçamento mínimo entre os chuveiros (m)	1.8 m	Espaçamento entre os sub - ramais(m)	3.33
Afastamento mínimo das paredes (cm)	10 cm		

Preencha ou escolha o ponto

Área de operação(área mais desvantajosa da instalação e /ou categoria de risco maior - m²) Ponto superior da reta (mais econômico)
 Ponto médio da reta
 Ponto inferior da reta (maior pressão e diâmetro)
Densidade do fluido

Localização da coluna de incêndio e ramal Coluna de incêndio localizada no canto do ambiente e o ramo lateral
Área a ser protegida (retiradas do projeto arquitetônico) 158
Definir a rede de chuveiros automáticos Rede Aberta
Diâmetro do orifício 12.7
Material Cobre Aço galvanizado

Área de Aplicação (m²)	11.99
Números máximo de chuveiros automáticos	12.0
Números de chuveiros automáticos no lado maior da área de aplicação	5.0
Lado maior da área de aplicação (m)	15.0

Fonte: Próprios Autores,2017

O próximo passo é o cálculo da vazão e pressão nos chuveiros automáticos da área de operação de maior lado da mesma e assim obtendo as perdas de carga dos trechos, vazões dos trechos e do chuveiro automático, pressão do chuveiro e consequentemente o diâmetro, como apresentado na Figura 68.

Figura 68 - Dimensionamento da vazão dos chuveiros automáticos

Vazão do trecho (L/m...)	Diâmetro do trecho(...)	Velocidade do trecho...	Perda de carga do tr...	Pressão do chuveiro...	Vazão do chuveiro(L...
73,127	12,7	**	*	8,356	73,127
73,127	25	2,483	0,931	9,286	77,093
150,219	32	3,113	1,06	9,415	77,625
227,845	40	3,022	0,773	9,128	76,433
304,277	50	2,583	0,445	8,801	75,049

Fonte: Próprios Autores,2017

E após isto é exibido a seguir os resultados dos cálculos das vazões, pressões, velocidade, diâmetro do trecho dos sub-ramais, recalque e sucção (Figura 69).

Figura 69 - Dimensionamento da vazão dos sub - ramais, sucção e recalque

SubRamal	Vazão do trecho(L...	Diâmetro do trech...	Velocidade do tre...	Perda de carga d...	Pressão do subra...	Vazão do chuveir...
1.0	**	50	3,22	13,014	13,894	379,326
2.0	379,326	50	3,22	3,615	5,004	227,654
3.0	606,98	65	3,049	2,861	4,251	209,807
Recalque	816,78665	80	2,70824	11,55547	11,98052	**
Sucção	816,787	100	1,733	0,809	**	**

Fonte: Próprios Autores,2017

Com todas as vazões e diâmetros em mãos, o próximo passo é o estabelecimento de qual é a bomba de incêndio indicada para o projeto para isso é necessário o conhecimento dos valores da pressão atmosférica e a pressão de vapor utilizado na cidade de Anápolis para o cálculo do NPSH de projeto, conforme a Figura 70. Após isto foi definida a bomba escolhida: a Schneider MSA 21 R/F 2 que possui um rotor de 137 mm. Os dados da bomba escolhidas neste procedimento estão no Anexo D (Figura 91).

Figura 70 - Dimensionamento da bomba de incêndio

Bomba

Preencha os Dados: Com o Catálogo de fabricantes em mãos, digite o dados exigidos da bomba:

Pressão atmosférica da cidade:

Pressão de vapor da cidade:

A altura de sucção está acima ou abaixo do nível?

Cota da sucção(m):

Cota do nível mais baixo ao mais alto(m):

Fabricante:

Modelo:

Rotor(mm):

N(%):

NPSH(mcA):

POT(Hp):

NPSH(PROJETO - mca):

Altura Manométrica(Hm):

Vazão do Fabricante (m³/h):

Fonte: Próprios Autores,2017

Sendo feita a verificação de que a bomba não terá cavitação, é necessária a análise do ponto de trabalho que mostra que a bomba está bem dimensionada, como é visto na (Figura 71) e o último passo é o preenchimento das informações da bomba pressurizada (Figura 72)

Figura 71 - Ponto de trabalho do Sprinkler

Ponto de Trabalho da Bomba

Ponto de Trabalho

Curva do Projeto

Com o gráfico da bomba em mãos, inserir:

H1(topo Q=0)

H2 Q2

H3 Q3

H4(base) Q4

Interseção da curva de projeto com o fabricante, escolha o x mais próximo da vazão do projeto, caso seja 0 o projeto não tem vazão ótima, ou coloca a bomba em série ou em paralelo.

x1 137.12227

x2 -12.913606

x3 51.758583

Vazão de Fabricante (m³/h)

Curva do Projeto

$H_m = A + B \cdot Q^2$

Hm = 15.5 + 0,00304 * Q²

Curva de Fabricante

$H_m = A + B \cdot Q + C \cdot Q^2 + D \cdot Q^3$

Hm = 35 + 0,99108 * Q + -0,0344 * Q² + 0,00021 * Q³

Reserva de incêndio 49.01

Pressão mínima 8.36

Vazão mínima 0.00121878

Q mínimo Hm mínimo

Q ótimo Hm ótimo

Q projeto H projeto

Q máximo Hm máximo

Projeto bem dimensionado

Fonte: Próprios Autores,2017

O passo final é adicionar a pressão da bomba principal do sistema, sendo necessário a altura manométrica que pode ser encontrada no catálogo da bomba utilizada para o reforço quando a vazão é zero retirado do rotor escolhido na curva da bomba, de forma que a bomba pressurizada, segundo a norma a vazão seja 1.2 m³/h, como pode ser vista na Figura 72.

Figura 72 – Bomba de pressurização

Preencha os Dados:

Com o Catálogo de fabricantes em mãos, digite o dados exigidos da bomba:

Pressão da bomba principal (tirado da curva do rotor selecionado, vazão=0)

Fabricante:

Modelo:

Rotor(mm):

N(%):

NPSH(mcA):

POT(Hp):

Vazão do Fabricante (m³/h):

Fonte: Próprios Autores,2017

Sendo realizado todo este processo de dimensionamento, recolhe os dados obtidos pelo *software* e feito uma análise de todas informações, assim gerando uma tabela de memorial de cálculo para uma melhor apresentação dos resultados obtidos que pode ser encontrado no Apêndice D (Tabela 19).

5.2 DIMENSIONAMENTO DO PRÉDIO RESIDENCIAL

Para o dimensionamento do prédio, inicialmente é necessário a identificação do tipo risco que aplica a ocupação. A edificação se enquadra em uma classe de risco de ocupação para grupo Residenciais para Condomínios Prediais segundo a norma do estado de Goiás, logo recomenda-se a utilização de hidrantes ou mangotinhos, ou seja o Estabelecimento se enquadra no Grupo 8 do estabelecimento na NT 01 (ABNT, 2017), com uma área total construída 1962,5 m².

Como pode ser visto na Figura 73, o dimensionamento da coluna de incêndio está localizada ao lado dos hidrantes e o isométrico do sistema de hidrantes está representado na Figura 74.

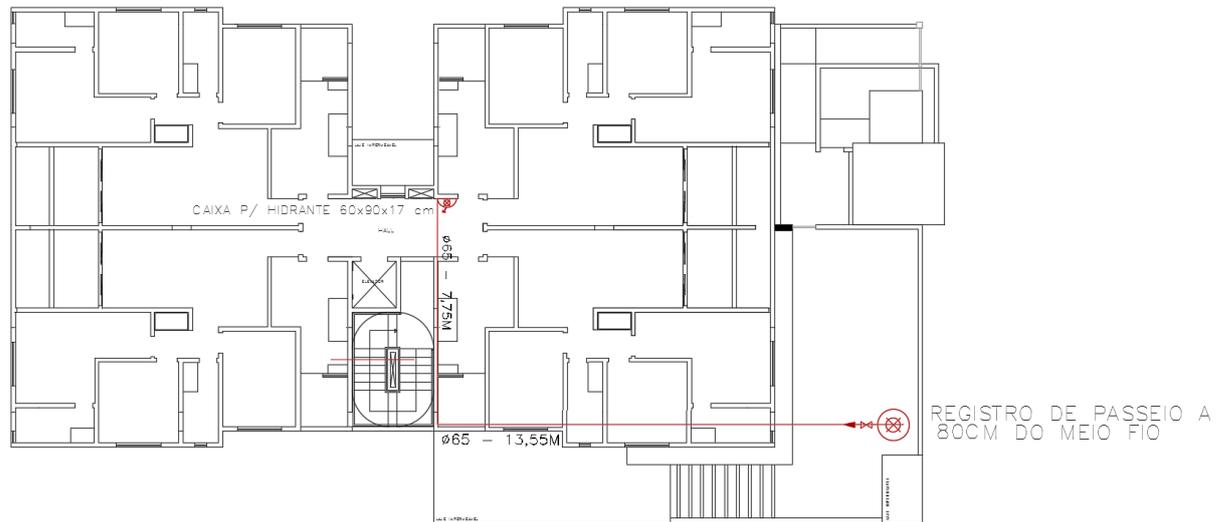
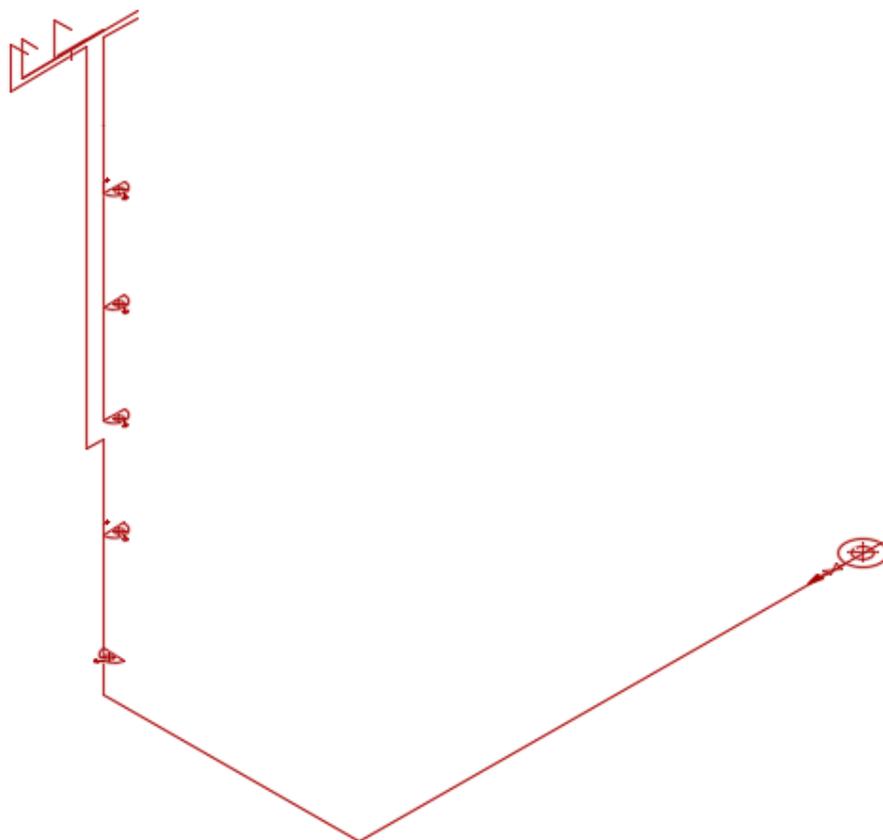
Figura 73 – Pavimento Tipo**Fonte: Próprios Autores, 2017**

Figura 74 - Isométrico do sistema de hidrantes

Fonte: Próprios Autores,2017

O dimensionamento para o prédio Residencial em questão possui 4 pavimentos com o pé direito de 3m e com um reservatório superior, com a altura total do prédio de 17m. Então o primeiro passo para o dimensionamento no software é jogar os dados requeridos no programa, como se pode observar na Figura 75.

Figura 75 - Dimensionamento para o Reservatório Superior

Dimensionamento do Hidrante

Tipo de edificação: Residencial [Confirmar]

Descrição: Condomínios Prediais [Ok]

Carga de incêndio: 500.0

Área Construída (m²): 1962.46

Altura (m): 12,00 m < H ≤ 23,00 m | 17 [Confirmar]

Tipo de tubo: Cobre

Número de pavimentos: 4

Altura do pé - direito: 3

Quantidades de pavimento tipo: 4

Cobertura: Sim Não

Mezanino: Sim Não

Subsolos: Sim Não

O abastecimento de água é a partir de: Reservatório inferior, com sistema de bombas. Reservatório superior, por gravidade e/ou com sistema de bombas [Confirmar]

Dimensão (m²): 25,84 | 15,01

Levando em conta para mensuração da altura da edificação: os subsolos destinados exclusivamente a estacionamento de veículos, vestiários e instalações sanitárias ou respectiva dependências sem aproveitamento para quaisquer atividades ou permanência humana - pavimentos superiores destinados, exclusivamente, a áticos, casas de máquinas, bariletes, reservatórios de água e assemelhados mezaninos cuja área não ultrapasse a 1/3 (um terço) da área do pavimento onde se situa e possuam área inferior a 250 m² - o pavimento superior da unidade duplex do último piso da edificação.

Para implementação das instalações de segurança contra incêndio e pânico nas edificações que tiverem saídas para mais de uma via pública, em níveis diferentes, prevalecerá a de maior altura. Para o dimensionamento das saídas de emergências, as alturas poderão ser tomadas de forma independente em função de cada uma das saídas.

Fonte: Próprios Autores, 2017

Para a determinação do diâmetro, considera como ponto de partida a vazão mínima de água que segundo o programa é 100 L/min onde pode ser encontrada na Figura 76, vazão que deve-se escoar pelo hidrante mais desfavorável de toda a instalação, de modo que neste estudo de caso é o hidrante do último pavimento, de modo que é necessário o cálculo das peças de todo o perímetro, para a determinação da perda de carga em todo o segmento, em seguida e feita os mesmos cálculos para o segundo hidrante mais desfavorável para o cálculo da vazão na coluna de incêndio, que encontra-se no penúltimo pavimento.

As peças utilizadas nas canalizações do dimensionamento do residencial estão no Apêndice A (83 á Figura 86).

Figura 76 - Resultado dos Cálculos

Dimensionamento do Hidrante

Classificação das Edificações e áreas de risco

Tipo 1 - RTI 5 m³ Tipo 2 - RTI 8 m³ Próximo

Materiais : Obrigatório: Esguicho e mangueira Abrigo - opcional

Diâmetro do ramal da alimentação: 65

Diâmetro do esguicho: 13

Dica: Lançar as posições mais adequadas da rede de hidrantes e mangotinhos

Vazão mínima na válvula do hidrante mais desfavorável: 100 L/min

Diâmetro da mangueira de incêndio: 25 mm

Diâmetro do esguicho regulável: 25 mm

Número de expedições: Simples

Pressão mínima na válvula do hidrante mais desfavorável: 80 mca

Comprimento da mangueira de incêndio: 30 m

OK

Comprimento da canalização do último hidrante até a coluna de incêndio(m): 0 OK

Altura do reservatório superior até o hidrante do ultimo andar(m): 17

Comprimento da canalização entre o reservatório superior ao hidrante do ultimo andar - m(retirado do projeto): 12

Fonte: Próprios Autores,2017

Adota-se o diâmetro de 65 mm para o ramal de alimentação devido a norma do estado de Goiás aceitar o mínimo como 65mm, apenas adotaria 50 mm para o estabelecimento se este comprovasse por laudo hidráulico dos elementos e do sistema em um laboratório oficial eficiente, o diâmetro do esguicho escolhido é de 13mm e por fim adota-se o diâmetro de 80mm para a sucção do projeto com a bomba de reforço alimentando os hidrantes que não possuem a pressão mínima essencial para gerar a vazão exigida pela norma e os dois hidrantes juntos mais desfavoráveis.

Devido à grande perda de carga no sistema e ao fato da altura manométrica do sistema ter sido superior no nível aceitável, e necessário a utilização de uma bomba reserva para a alimentação de todo o sistema, já que o ajuste necessário no barrilete do sistema será inviável,

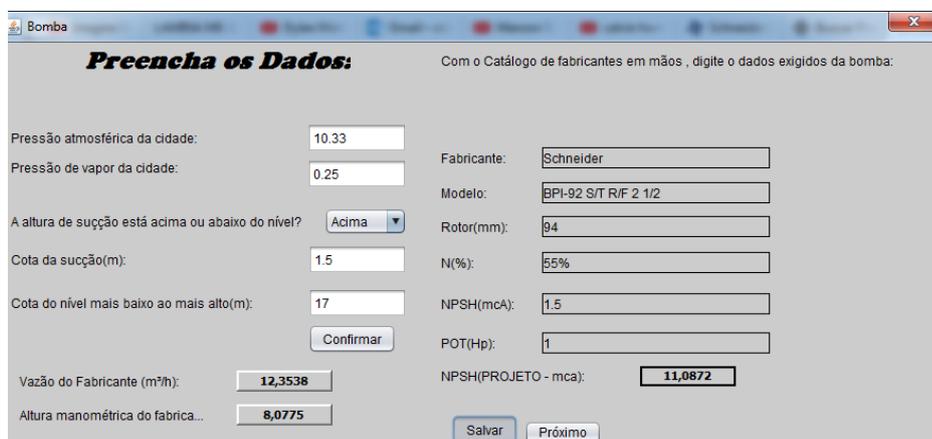
de modo que esta bomba alimentará 3 hidrantes e que a velocidade de sucção está conforme a exigida (3 m/s) para sucção positiva, de modo que a velocidade de sucção do projeto é aproximadamente 0,69 m/s, o que obedece a norma, estas informações podem ser vista na Figura 77.

Figura 77 - Hidrantes para bomba de reforço

Parâmetro	Valor
Diâmetro de sucção	80
Pressão mínima do hidrante do último pavimento (kPa)	94,25959
Velocidade da saída do esguicho (m/s)	12,5566
Pressão residual no esguicho do hidrante do último pavimento(mca)	8,0361
Velocidade da canalização do ramal do último hidrante (m/s)	0,50226
Perda de carga no esguicho(mca)	0,80361
Perda de carga na válvula angular (mca)	0,06429
Perda de carga na mangueira de incêndio (mca)	13,84058
Perda de carga no segmento da canalização do ramal no último hidrante (mca)	0,45416
Perda de carga total no ramal do último hidrante (mca)	15,16265
Pressão na conexão do ramal com a coluna de incêndio (mca)	24,58861
Pressão no hidrante do penúltimo pavimento (mca)	27,57366
Perda de carga entre os hidrantes mais desfavoráveis (mca)	0,01495
Perda de carga entre o reservatório superior e o hidrante do último pavimento(mca)	17
Altura que deve ser elevado o reservatório para atender o desnível mínimo(m)	7,67217
Número de hidrantes que será alimentado pela bomba de reforço	3.0
Velocidade de sucção(m/s)	0,68269

Fonte: Próprios Autores,2017

Assim a tela será redirecionada para o dimensionamento da bomba de reforço, exigindo as informações da pressão atmosférica e pressão de vapor utilizadas na cidade em estudo, neste caso é Anápolis, e após o preenchimento dos dados do projeto, e da bomba em análise, como pode ser vista na Figura 78, o NPSH do projeto é aproximadamente 11,09 que é maior que o do projeto de 1,5.

Figura 78 - Dimensionamento da Bomba de Esforço

Preencha os Dados: Com o Catálogo de fabricantes em mãos, digite o dados exigidos da bomba:

Pressão atmosférica da cidade:	10.33	Fabricante:	Schneider
Pressão de vapor da cidade:	0.25	Modelo:	BPI-92 S/T R/F 2 1/2
A altura de sucção está acima ou abaixo do nível?	Acima	Rotor(mm):	94
Cota da sucção(m):	1.5	N(%):	55%
Cota do nível mais baixo ao mais alto(m):	17	NPSH(mca):	1.5
	Confirmar	POT(Hp):	1
Vazão do Fabricante (m³/h):	12,3538	NPSH(PROJETO - mca):	11,0872
Altura manométrica do fabrica...:	8,0775		

Salvar Próximo

Fonte: Próprios Autores,2017

Em seguida verifica-se o ponto de trabalho da bomba, que passou com êxito, a vazão do fabricante é 12,35 estando entre a vazão máxima de 13,47 L/min e a mínima 11,02 L/min e estando próxima da vazão ótima de 12,25 L/min concluindo que o projeto está bem dimensionado, como pode ser verificado na Figura 79.

Figura 79 - Ponto de Trabalho para a Bomba de Esforço

Ponto de Trabalho

Curva do Projeto [Carregar dados](#)

Com o gráfico da bomba em mãos, inserir:

H1(topo Q=0)

H2 Q2

H3 Q3

H4(base) Q4

Vazão de Fabricante (m³/h)

Interseção da curva de projeto com o fabricante, escolha o x mais próximo da vazão do projeto, caso seja 0 o projeto não tem vazão ótima, ou coloca a bomba em série ou em paralelo.

40.475994

-1.1160103

12.245966

Curva do Projeto

$H_m = A + B \cdot Q^2$

Hm = 17.0 + -0,05846 * Q²

Curva de Fabricante

$H_m = A + B \cdot Q + C \cdot Q^2 + D \cdot Q^3$

Hm = 13.5 + -2,76389 * Q + 0,26806 * Q² + -0,00633 * Q³

Q mínimo Hm mínimo

Q ótimo Hm ótimo

Q projeto H projeto

Q máximo Hm máximo

Projeto bem dimensionado

Fonte: Próprios Autores,2017

Após feito todo o dimensionamento, a bomba escolhida está bem dimensionada, e não terá problema com cavitação, e devido a velocidade está adequada com a norma, então será usado o diâmetro de 65mm na coluna de incêndio, e o reservatório também está adequado aos cálculos determinados. Logo todo o dimensionamento é satisfatório e conforme as normas do estado de Goiás.

As informações da bomba escolhida neste procedimento estão no Anexo D (Figura 92).

Após o dimensionamento da bomba, a tela volta ao dimensionamento do hidrante, exigindo as algumas medidas do projeto, e após isso são dadas as informações essenciais do projeto: a reserva do incêndio, as vazões e pressões dos hidrantes mais favoráveis e desfavoráveis, vazão máxima e a velocidade da água na coluna de incêndio, conforme a Figura 80.

Figura 80- Cálculos e dados adicionais

Dimensionamento do Hidrante

Comprimento do primeiro hidrante até o segundo hidrante- m (retirado do projeto) OK

Comprimento da canalização do ramal do hidrante do último pavimento (m)

Distância entre o hidrante do último pavimento e o do segundo pavimento (m)

A reserva de incêndio	12,51	Próximo
Vazão máxima do sistema (L/min)	208,56	
Velocidade da água na coluna de incêndio (m/s)	1,05	
Vazão no segundo hidrante mais favorável (L/min)	101,36	
Pressão no segundo hidrante mais favorável (mca)	28,26	
Vazão no primeiro hidrante mais favorável (L/min)	107,2	
Pressão no primeiro hidrante mais favorável (mca)	25,26	
Pressão residual verificada no hidrante do último pavimento superior(mca)	14,19	
Vazão verificada no hidrante do último pavimento superior (L/min)	38,79	
Vazão no hidrante mais desfavorável (L/min)	100	
Pressão na alimentação do hidrante mais desfavorável (mca)	24,59	
Vazão no segundo hidrante mais desfavorável (L/min)	105,9	
Pressão na alimentação do segundo hidrante mais desfavorável (mca)	27,57	

Fonte: Próprios Autores,2017

Assim conclui-se que a Reserva de Incêndio de 12,51 m³ está conforme a mínima exigida 5 m³ como pode ser vista na Figura 76 e a velocidade da água na coluna de incêndio também pois a mesma deve ser no máximo 5 m/s.

Assim com projeto concluído e seus dimensionamentos estando conforme as normas vigentes do estado de Goiás retira - se todos os dados obtidos no *software* e é feita a análise de todas as informações obtidas e assim gerando a memória de cálculo em forma de tabela para uma apresentação final de todos os resultados obtidos que está localizado no Apêndice D (Tabela 18).

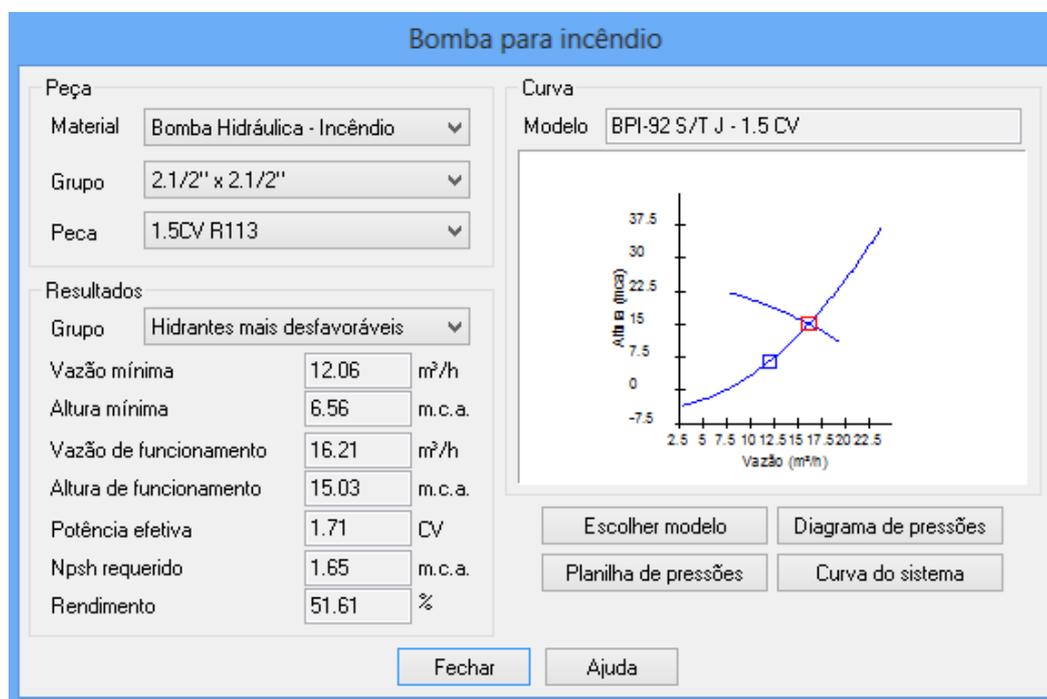
5.3 VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS

5.3.1 Resultados do Hidrante

No Anexo C está expostos o memorial de cálculo realizado pelo AltoQI Hydros ®, em que pode ser observado a proximidade dos cálculos dos softwares criados.

Na figura 81 pode-se verificar a altura manométrica calculada pelo AltoQI Hydros ® que está aproximada do software desenvolvido 8,0735 mca e a do AltoQI Hydros ® 6,56, c

Figura 81 - Bomba de Incêndio



Fonte: AltoQI Hydros ® , 2017

A seguir na Tabela 18 uma breve comparação entre alguns resultados entre o Software criado e o AltoQI Hydros ®, em que se poder ser visto as proximidades dos resultados obtidos.

Tabela 18 - Comparação dos resultados do Hidrante

Programa	Altura Manométrica	Vazão mínima	Potência efetiva	Npsh requerido	Rendimento	Npsh Disponível
Próprios autores	8,07	12,35	1	1.5	55%	11,09
AltoQI Hydros	6,36	12,06	1.5	1.65	51,61%	11,75

Fonte: Próprios Autores, 2017

O programa em relação aos cálculos da altura total manométrica e vazão requerida, como mostrado na tabela 18, adquiriram ótimos resultados, com base nisto é comprovado que o uso do programa é confiável para aplicação do dimensionamento dos hidrantes, apresentando resultados seguro de modo que propicie ao usuário uma maneira mais ágil de dimensionar o sistema de hidrante, a vazão do hidrante mais desfavorável do sistema do programa desenvolvido é estabelecido como 100 L/min segundo a Norma de Goiás e pelo AltoQI Hydros ® foi determinado com o valor resultante de 100,8 L/min em que ambos estão próximos.

5.3.2 Resultados do Chuveiro Automático

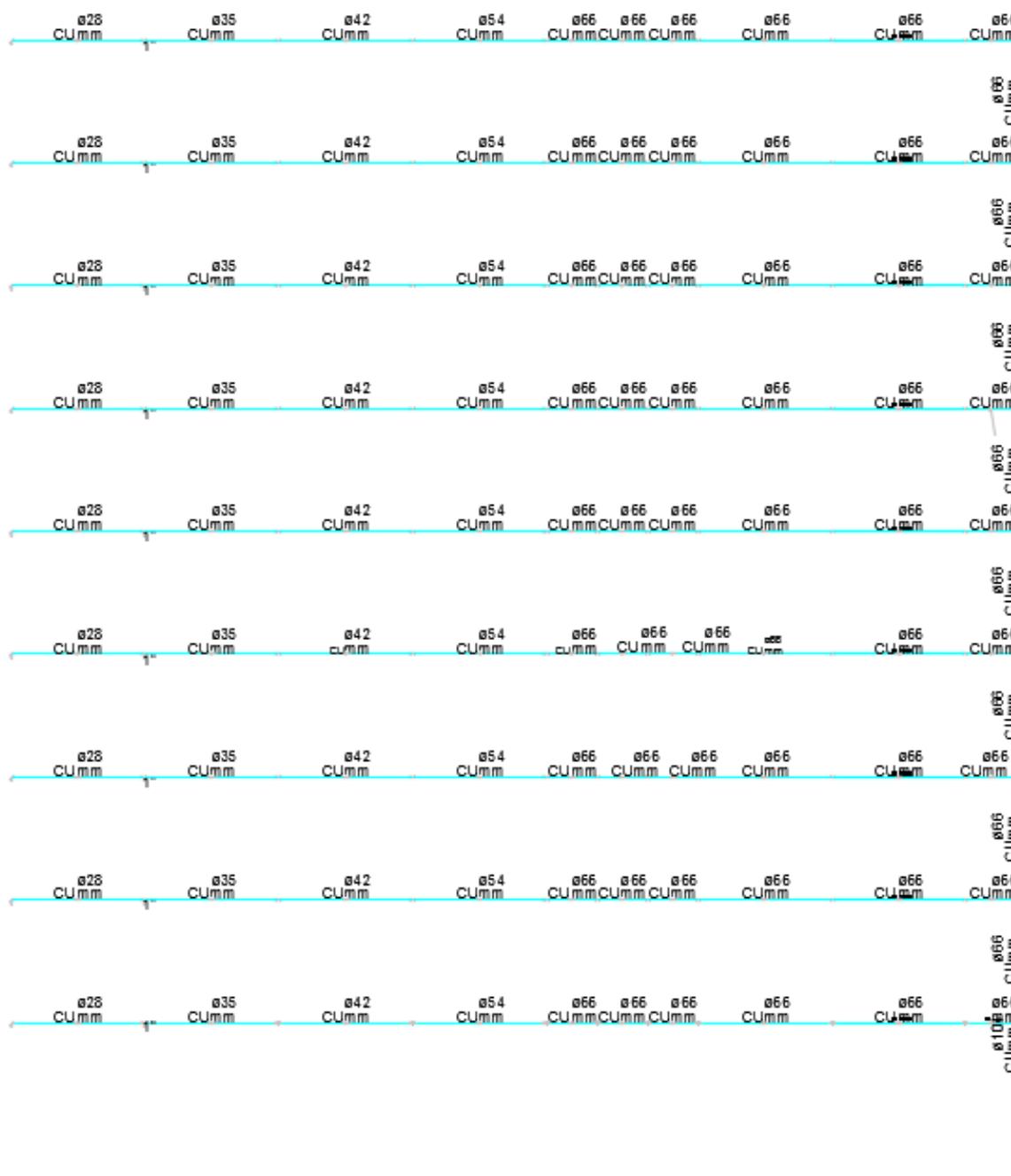
No caso do Sprinkler, conforme a Figura 82 retirada do Programa do AltoQI Hydros[®] pode –se observar que o diâmetros adotados para a área de aplicação do chuveiro estão semelhantes ao obtidos pelo programa como pode-ser visto pela comparação da Tabela 19, além também como pode-se observar diâmetro de sucção no AltoQI Hydros[®] de 104 mm, e no software adota-se 100 mm, as diferenças exibidas no diâmetro deve-se pelo adotamento por parte AltoQI Hydros[®], no programa criado adota-se o diâmetro comercial mais próximo e além do fatores do programa seguirem a norma de Goiás compatibilizando com as normas abrangentes gerais e o AltoQI Hydros[®] considera as norma abrangentes gerais.

Tabela 19 - Comparação do Sprinkler

Programa	DIÂMETRO DA ÁREA DE APLICAÇÃO			
	TRECHO 1	TRECHO 2	TRECHO 3	TRECHO 4
Próprios autores	25	32	40	50
AltoQI Hydros	28	35	42	54

Fonte: Próprios Autores,2017

Figura 82 - Sprinkler (Hydros)



Fonte: AltoQI Hydros ® , 2017

Deste modo constata-se a confiabilidade do programa para a aplicação do dimensionamento do sprinkler, de forma que possibilite ao usuário um meio mais fácil e ágil para o dimensionamento do sprinkler.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil retrata uma grande diversidade de normas, leis, portarias, instruções, etc., em referência ao setor de incêndio quanto em nível federal, estadual e municipal. No entanto umas são mais aprofundadas, outras atuais, outras mais antigas e incompletas, de modo que não tenha uma consolidada que em consequência disto trás dificuldades para sua interpretação e que acaba ocasionando erros e em vista disso maiores falhas. Desta maneira este cenário implica que os profissionais desta área devem estar sempre estudando, ser atento aos novos aperfeiçoamentos e sempre prevenindo da melhor forma possível, de maneira que constitua um papel promissor no mercado de trabalho.

Em vista da ausência bibliográfica em relação ao combate de incêndio, se deduz o quanto a busca para o seu dimensionamento e novos conhecimentos sobre esta é escasso. Apesar de que a legislação atual busque aprimorar as novas imposições de precaução e o combate ao incêndio, o mesmo não acontece nas áreas de formação de profissionalização, deixando ainda mais complexo o seu conhecimento.

O presente trabalho buscou agilizar alguns métodos, sobretudo em relação aos cálculos hidráulicos para a determinação das canalizações de projetos para combate a incêndios, apresentando etapa por etapa os roteiros de cálculo para o conjunto de chuveiros automáticos e para o conjunto de hidrantes e mangotinhos mencionados no capítulo 4 e empregados no capítulo 5

Segundo o êxito dos resultados encontrados, foi alcançado o objetivo principal do trabalho o bom funcionamento do programa envolvendo as normas estaduais trazendo uma confiabilidade ao uso do software para os estudos de casos do sprinkler e do hidrante.

Lembrando que o programa é didático e é essencial o conhecimento básico da matéria para o manuseio do usuário, assim facilitando o seu uso. Deste modo o programa conseguiu a união das normas estaduais com as demais, proporcionando maior eficácia e rapidez para os profissionais desta áreas, tanto estudantes, como pessoas especializadas.

Este projeto possibilitou por parte dos seus autores um maior conhecimento sobre o assunto, pois este conteúdo é limitado nas universidades, assim serviu como grande utilidade para atuação do mesmo no mercado de trabalho. Desta forma, conclui-se que o aplicativo tem

grande segurança para o seu dimensionamento, trazendo resultados viáveis, em grande parte, de modo que pode ser utilizado para os dimensionamentos dos mesmos.

Por fim, mesmo com todos os obstáculos, teve-se um ganho de aprendizagem na área do audiovisual, tanto teórico quanto prático.

6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para os pesquisadores que decidirem trabalhar com a linguagem de programação no âmbito de dimensionamento é indicado a integração de todo o projeto contra combate ao incêndio com o propósito de agilidade, pois é um estudo mais aprofundado que pode gastar um tempo considerável, e em vista da falta de material, como um apoio para os profissionais e as pessoas que estão iniciando neste área como um meio de auxílio.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10897: Sistemas de Proteção contra incêndio por chuveiros automáticos - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2014. 130 p.

_____. **NBR 12779: Mangueiras de incêndio – Inspeção, manutenção e cuidados**. Rio de Janeiro, 2009. 16 p.

_____. **NBR 13714: Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio**. Rio de Janeiro, 2000. 25 p.

_____. **NBR 14870: Esguicho para combate a incêndio - Parte 1: Esguicho básico de jato regulável**. Rio de Janeiro, 2013. 9 p.

ARAÚJO, Rogerio L. **Comportamento do Fogo**. Cascavel, 2007.

BEZERRA, Douglas Mato. **Segurança Contra Incêndio em Edificações tombadas pelo patrimônio na cidade de Ribeirão Preto**. 2014. 57fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Área de concentração: Prevenção de Incêndios. Universidade Regional de Blumenau, Ribeirão Preto.

BRENTANO, Telmo. **Instalações Hidráulicas de Combate a incêndios nas Edificações - 3 ed.** –Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.450p.

_____. **Instalações Hidráulicas e o projeto de Arquitetura - 5 ed.** –Porto Alegre: EDIPUCRS, 2016, 700p.

CARVALHO JUNIOR, Roberto de **Instalações Hidráulicas e o Projeto de Arquitetura**. 9. ed. São Paulo: Blucher. 1990. 360 p.

CORPO DE BOMBEIRO MILITAR DO ESTADO DE GOIÁS. **NT 02: Conceitos básicos de segurança contra incêndio**. Código do Corpo de Bombeiros de Goiás. Goiás, 2014. [s. L.], 2014. 32 p.

CORPO DE BOMBEIRO MILITAR DO ESTADO DE GOIÁS. **NT 22: Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio**. Código do Corpo de Bombeiros de Goiás. Goiás, 2014. [s. L.], 2014. 32 p.

CORPO DE BOMBEIRO MILITAR DO ESTADO DE GOIÁS. **NT 23: Sistemas de Chuveiros Automáticos**. Código do Corpo de Bombeiros de Goiás. Goiás, 2014. [s. L.], 2014. 5 p.

DREHER, Mary A. **Higiene e Segurança do Trabalho - Conceitos e Fundamentos** Universidade do Sul de Santa Catarina - SEMAI - Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial, Tubarão, 2004.

FERRARI JUNIOR, B. **Curso de Formação de Bombeiro Profissional Civil**. Disponível em: <<http://www.cb.es.gov.br/files/meta/9c79332b-f0d2-4891-8f9c-b26d981b2258/56b170a6-6d1b-43bd-9f52-c1975beb2971/91.pdf>>. Acesso em: 10 maio de 2017.

FLORES, Bráulio Cançado; ORNELAS, Éliton Ataíde; DIAS, Leônidas Eduardo. **Fundamentos de Combate a Incêndio – Manual de Bombeiros. Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás**. Goiânia-GO, 1ªed: 2016, 150p.

GOMES, A. G. Sistema de Prevenção Contra Incêndios: sistema hidráulicos, sistemas sob comando, rede de hidrantes e sistemas automáticos. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

GONÇALVES, O., GUIMARÃES, A., OLIVEIRA, L. **Sistema de combate a incêndio com água**. In: SEITO, A. I. (Org). A segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p.233-255.

GONÇALVES, Orestes Marraccini. **Sistemas de Chuveiros Automáticos**. São Paulo, 1998.p. 17

HYDROS ® , V4 Gold. AltoQI: Tecnologia aplicada à engenharia, 2017.

MACINTYRE, Archibald Joseph **Manual de Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. 1. ed. Rio de Janeiro: Ltda. 1990. 324 p.

MACINTYRE, Archibald Joseph **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. 6. ed. São Paulo: Blucher. 2013. 578 p.

MELLO, Julio Cezar Sousa. **Sistema de hidrantes e mangotinhos em ambiente residencial multifamiliar**. 2014. 70fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Hidrantes Mangotinhos. UNISC

MUSITANO, M. O Homem e o Fogo. Disponível em: <<http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inford=1014&sid=9>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 13: Standard for the Installation of Sprinkler Systems**. Quincy, 2013

OLIVEIRA, Marcos de. **Estudo sobre Incêndios de Progresso Rápido**. 2005. 88fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Área de concentração: Prevenção de Incêndios. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

OSWALDO, SD FILHO. Tubulação de agua para sistemas de combate a incêndio – Prevenção e combate a sinistros causados por incêndio. Disponível em: <<http://bombeiroswaldo.blogspot.com.br/2015/07/tubulacao-de-agua-para-sistema-de.html>>. Acesso em 31 maio. 2017.

PEREIRA, Á. G.; POPOVIC, R. R. Tecnologia em Segurança contra Incêndio. São Paulo: LTr, 2007.184 p.

PEREIRA, G. A.; ARAÚJO JR, C. F. **Abordagem didática de hidráulica aplicada ao dimensionamento de sistema e hidrante prediais**. TEMA: Revista Eletrônica de Ciências, v. 13, p. 1-8, 2010.

PIOLLI, O. J. **Sistemas fixos de combate a incêndio**. 93 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil Com Ênfase Ambiental), Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2003.

ROQUE, E. **Redução de custos de redes de sprinklers: otimização por cálculo hidráulico**. 2015. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre. 117p.

SCHNEIDER, **Tabela para seleção de bombas e motobombas 2017**. Franklin Electric Industria de motobombas, 2017. 84p.

SILVA, Edson Marconni Almeida da **Prevenção Contra Incêndios**. 2. ed. São Paulo: Clube de Autores. 2012. 52 p.

VIRGINIO, Marcelo da Silva. **Avaliação dos sistemas de combate a incêndio em uma instituição de Ensino Superior localizada no Município de Mossoró**. 2013. 66fls Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil, UFRSA, Rio Grande do Norte.

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

APÊNDICE A– CANALIZAÇÕES UTILIZADAS NO SOFTWARE PARA O DIMENSIONAMENTO DO HIDRANTE

Figura 83 - Peças na canalização no ramal do hidrante em análise

Componente	Quantidade	Componente	Quantidade
Alargamento	0	Registro de Gaveta Aberto	1
Cotovelo 90°	4	Registro de Globo Aberto	0
Cotovelo 45°	0	Saída de canalização	0
Curva 90°	0	Tê de saída bilateral	0
Curva 45°	0	Tê passagem direta	1
Entrada de borda	0	Tê passagem lateral	5
Entrada normal	0	Válvula de Pé de Crivo	0
Redução gradual	0	Válvula de retenção Tipo Leve	1
Registro de Ângulo Aberto	0	Válvula de retenção Tipo Pesado	0

Próximo

Fonte: Próprios Autores,2017

Figura 84 - Peças na canalização de sucção do hidrante em análise

Componente	Quantidade	Componente	Quantidade
Alargamento	0	Registro de Gaveta Aberto	0
Cotovelo 90°	0	Registro de Globo Aberto	0
Cotovelo 45°	0	Saída de canalização	0
Curva 90°	0	Tê de saída bilateral	0
Curva 45°	0	Tê passagem direta	0
Entrada de borda	1	Tê passagem lateral	1
Entrada normal	0	Válvula de Pé de Crivo	0
Redução gradual	0	Válvula de retenção Tipo Leve	0
Registro de Ângulo Aberto	0	Válvula de retenção Tipo Pesado	0

Próximo

Fonte: Próprios Autores,2017

Figura 85 - Canalização do reservatório até o ultimo do hidrante análise

Seleção a quantidade de peças na canalização do reservatório até o hidrante do último andar

Alargamento	0	Registro de Gaveta Aberto	1
Cotovelo 90°	3	Registro de Globo Aberto	0
Cotovelo 45°	0	Saída de canalização	0
Curva 90°	0	Tê de saída bilateral	0
Curva 45°	0	Tê passagem direta	0
Entrada de borda	0	Tê passagem lateral	1
Entrada normal	0	Válvula de Pé de Crivo	0
Redução gradual	0	Válvula de retenção Tipo Leve	1
Registro de Ângulo Aberto	0	Válvula de retenção Tipo Pesado	0

Próximo

Fonte: Próprios Autores,2017

Figura 86 - Peças na Mangueira de hidrante e no esguicho do último pavimento

Peças

Seleção a quantidade de peças na canalização do ramal, na mangueira de hidrante e no esguicho do hidrante do último pavimento.

Alargamento	0	Registro de Gaveta Aberto	0
Cotovelo 90°	0	Registro de Globo Aberto	0
Cotovelo 45°	0	Saída de canalização	0
Curva 90°	0	Tê de saída bilateral	0
Curva 45°	0	Tê passagem direta	0
Entrada de borda	0	Tê passagem lateral	1
Entrada normal	0	Válvula de Pé de Crivo	0
Redução gradual	0	Válvula de retenção Tipo Leve	0
Registro de Ângulo Aberto	0	Válvula de retenção Tipo Pesado	0

Próximo

Fonte: Próprios Autores,2017

APÊNDICE B – CANALIZAÇÕES UTILIZADAS NO SOFTWARE PARA O DIMENSIONAMENTO DO SPRINKLER

Figura 87 - Peças na canalização entre o primeiro sub-ramal e o ramal do sprinkler

Peças

Selecione a quantidade de peças na canalização entre o primeiro subramal e o ramal

Alargamento	0	Registro de Gaveta Aberto	0
Cotovelo 90°	1	Registro de Globo Aberto	0
Cotovelo 45°	0	Saída de canalização	0
Curva 90°	0	Tê de saída bilateral	0
Curva 45°	0	Tê passagem direta	0
Entrada de borda	0	Tê passagem lateral	10
Entrada normal	0	Válvula de Pé de Crivo	0
Redução gradual	0	Válvula de retenção Tipo Leve	1
Registro de Ângulo Aberto	0	Válvula de retenção Tipo Pesado	0

Próximo

Fonte: Próprios Autores,2017

Figura 88 - Peças na canalização entre o último sub-ramal e o sub-ramal anterior do sprinkler

Peças

Selecione a quantidade de peças na canalização entre o último subramal de aplicação

Alargamento	0	Registro de Gaveta Aberto	0
Cotovelo 90°	1	Registro de Globo Aberto	0
Cotovelo 45°	0	Saída de canalização	0
Curva 90°	0	Tê de saída bilateral	0
Curva 45°	0	Tê passagem direta	0
Entrada de borda	0	Tê passagem lateral	0
Entrada normal	0	Válvula de Pé de Crivo	0
Redução gradual	0	Válvula de retenção Tipo Leve	0
Registro de Ângulo Aberto	0	Válvula de retenção Tipo Pesado	0

Próximo

Fonte: Próprios Autores,2017

Figura 89 - Peças na canalização de recalque do sprinkler

Componente	Quantidade	Componente	Quantidade
Alargamento	0	Registro de Gaveta Aberto	1
Cotovelo 90°	4	Registro de Globo Aberto	0
Cotovelo 45°	0	Saída de canalização	0
Curva 90°	0	Tê de saída bilateral	0
Curva 45°	0	Tê passagem direta	0
Entrada de borda	0	Tê passagem lateral	8
Entrada normal	0	Válvula de Pé de Crivo	1
Redução gradual	0	Válvula de retenção Tipo Leve	0
Registro de Ângulo Aberto	0	Válvula de retenção Tipo Pesado	0

Próximo

Fonte: Próprios Autores,2017

Figura 90 - Peças na canalização de sucção do sprinkler

Componente	Quantidade	Componente	Quantidade
Alargamento	0	Registro de Gaveta Aberto	0
Cotovelo 90°	0	Registro de Globo Aberto	0
Cotovelo 45°	0	Saída de canalização	0
Curva 90°	0	Tê de saída bilateral	0
Curva 45°	0	Tê passagem direta	0
Entrada de borda	1	Tê passagem lateral	1
Entrada normal	0	Válvula de Pé de Crivo	0
Redução gradual	0	Válvula de retenção Tipo Leve	0
Registro de Ângulo Aberto	0	Válvula de retenção Tipo Pesado	0

Próximo

Fonte: Próprios Autores,2017

**APÊNDICE C – MEMORIAL DE CÁLCULO DO SOFTWARE PARA O
DIMENSIONAMENTO DO SPRINKLER E DO HIDRANTE**

Tabela 20 - Memorial de Cálculo do Hidrante

Hidrante	Vazão	Diâmetro	Segmentos	Equivalente	Total	Perda de Carga			Total	Desnível do trecho	Pressão no ponto
	Arbitrada	Nominal	Retos			Canalização	Mangueira	Esguicho			
	-	d	Ln	le	lt	hpc	Hpm	hpesg	H	p	
	l/min	mm	M	m	m	m	M	m	M	m	
H05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	100,0	65	3	31,3	34,3	0,45	13,84	0,8	14,65	3,0	
H04	-	-	-	-	-	0,01	15,16	-	15,17	-	
-	105,9	65	3	39,2	42,2	-	-	-	-	3,0	
H03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	101,36	65	3	-	3	-	-	-	-	3,0	
H02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	107,2	65	3	-	3	-	-	-	-	3,0	
H01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Fonte: Próprios Autores,2017

Tabela 21 - Memorial de Cálculo do Sprinkler

MEMÓRIA DE CALCULO									
Chuveiro	Trecho	Vazão		Diâmetro		Comprimento	Perda de Carga	Desnível	Pressão
		Chuveiro	Trecho	Adotado	Referência	Real	Total		Dinâmica
-	-	l/min	l/min	mm	Pol	m	m	m	mca
1		73,13	-	-	-	-	-	-	8,356
-	1--2	-	73,13	25	1"	3,6	0,931	-	-
2		73,13	-	-	-	-	-	-	9,286
-	2--3	-	146,25	32	1"1/4	3,6	1,06	-	-
3		150,22	-	-	-	-	-	-	9,415
-	3--4	-	296,47	40	1"1/2	3,6	0,773	-	-
4		227,85	-	-	-	-	-	-	9,128
-	4--5	-	524,32	50	2"	3,6	0,445	-	-
5		304,28	-	-	-	-	-	-	8,801
-	5--A	-	828,60	65	2"1/2	19,45	13,702	-	-
Nó A		304,28	-	-	-	-	-	-	13,702
-	A--B	-	1132,87	80	3"	3,33	3,615	-	-
Nó B		382,57	-	-	-	-	-	-	3,616
-	B--C	-	1515,44	80	3"	3,33	2,827	-	-
Nó C		615,12	-	-	-	-	-	-	2,827
-	C--MB	-	1515,44	80	3"	20,69	12,766	-	-
MB		1515,44	-	-	-	-	-	15	12,766
R'I-MB		-	1515,44	100	4"	2	4,002	-	-
R'i		-	1515,44	-	-	-	-	-	-

Fonte: Próprios Autores,2017

ANEXO A– NORMAS

Quadro 2 - Classificação do edifício em relação a habitação ou uso

(continua)

Grupo	Ocupação/Uso	Divisão	Descrição	Tipificação
A	Residencial	A-1	Habitação unifamiliar	Condomínios de casas térreas ou assobradadas isoladas e assemelhados.
		A-2	Habitação multifamiliar	Condomínios de casas térreas ou assobradadas não isoladas, edifícios de apartamentos em geral e condomínios verticais e assemelhados.
		A-3	Habitação coletiva	Pensionatos, internatos, alojamentos, mosteiros, conventos, residências geriátricas. Todos com capacidade máxima de 16 leitos e assemelhados.
B	Serviço de Hospedagem	B-1	Hotel e assemelhado	Hotéis, motéis, pensões, hospedarias, pousadas, albergues, casas de cômodos e divisão A3 com mais de 16 leitos e assemelhados.
		B-2	Hotel residencial	Hotéis e assemelhados com cozinha própria nos apartamentos (incluem-se apart-hotéis, flats, hotéis residenciais) e assemelhados.
C	Comercial	C-1	Comércio com baixa carga de incêndio	Armarinhos, artigos de metal, louças, artigos hospitalares e outros.
		C-2	Comércio com média e alta carga de incêndio	Edifícios de lojas de departamentos, magazines, galerias comerciais, supermercados em geral, mercados e outros.
		C-3	Shoppings centers	Centro de compras em geral, feiras permanentes, <i>shopping centers</i> e outros.
D	Serviço profissional	D-1	Local para prestação de serviço profissional ou condução de negócios. Administração pública em geral.	Escritórios administrativos ou técnicos, instituições financeiras (que não estejam incluídas em D-2), cartórios, cabeleireiros, centros profissionais e assemelhados. Repartições públicas (Edificações do Executivo, Legislativo e Judiciário) e assemelhados.
		D-2	Agência bancária	Agências bancárias e assemelhados.

Quadro 2 – Classificação do edifício em relação a habitação ou uso

(continua)

Grupo	Ocupação/Usos	Divisão	Descrição	Tipificação
		D-3	Serviço de reparação (exceto os classificados em G-4)	Lavanderias, assistência técnica, reparação e manutenção de aparelhos eletrodomésticos, chaveiros, pintura de letreiros e outros.
		D-4	Laboratório	Laboratórios de análises clínicas sem internação, laboratórios químicos, fotográficos e assemelhados.
		E-1	Escola em geral	Escolas de primeiro, segundo e terceiro graus, cursos supletivos, pré-universitários e assemelhados.
E	Educativa e cultura física	E-2	Escola especial	Escolas de artes e artesanato, de línguas, de cultura geral, de cultura estrangeira, escolas religiosas e assemelhados.
		E-3	Espaço para cultura física	Locais de ensino e/ou práticas de artes marciais, ginásticas (artística, dança, musculação e outros) esportes coletivos (tênis, futebol e outros que não estejam incluídos em F-3), sauna, casas de fisioterapia e assemelhados.
		E-4	Centro de treinamento profissional	Escolas profissionais em geral.
		E-5	Pré-escola	Creches, escolas maternas e de educação infantil e assemelhados.
		E-6	Escola para portadores de deficiências	Escolas para excepcionais, deficientes visuais e auditivos e assemelhados.
		F-1	Local onde há objeto de valor inestimável	Museus, centro de documentos históricos, bibliotecas e assemelhados.
		F-2	Local religioso e velório	Igrejas, capelas, sinagogas, mesquitas, templos, cemitérios, crematórios, necrotérios, salas de funerais e assemelhados.
		F-3	Centro esportivo e de exibição	Estádios, ginásios e piscinas com arquibancadas, rodeios, autódromos, sambódromos, arenas em geral, pista de patinação e assemelhados.
		F-4	Estação e terminal de passageiro	Estações rodoferroviárias, metrô, aeroportos, heliponto, estações de transbordo em geral e assemelhados.
		F-5	Arte cênica e auditório	Teatros em geral, cinemas, óperas, auditórios de estúdios de rádio e televisão, auditórios em geral e assemelhados.

Quadro 2 – Classificação do edifício em relação a habitação ou uso

(continua)

Grupo	Ocupação/Usos	Divisão	Descrição	Tipificação
		F-6	Clubes sociais e de Diversão	Boates, clubes em geral, salões de baile, restaurantes dançantes, clubes sociais, bingo, bilhares, tiro ao alvo, boliche e assemelhados.
		F-7	Eventos Temporários	Eventos temporários com concentração de público.
		F-8	Local para refeição	Restaurantes, lanchonetes, bares, cafés, refeitórios, cantinas e assemelhados.
		F-9	Recreação pública	Jardim zoológico, parques recreativos e assemelhados, instalados em edificações permanentes.
		F-10	Exposição de objetos e animais	Salões e salas de exposição de objetos e animais, <i>show-room</i> , galerias de arte, aquários, planetários e assemelhados em edificações permanentes.
G	Serviço automotivo e assemelhados	G-1	Garagem sem acesso de público e sem abastecimento de combustível	Garagens automáticas.
		G-2	Garagem com acesso de público e sem abastecimento de combustível	Garagens coletivas sem automação, em geral, sem abastecimento (exceto veículos de carga e coletivos).
		G-3	Local dotado de abastecimento de combustível	Postos de abastecimento de combustível e serviço, garagens (exceto veículos de carga e coletivos).
		G-4	Serviço de conservação, manutenção e reparos	Oficinas de conserto de veículos, borracharias (sem recauchutagem); oficinas e garagens de veículos de carga e coletivos, máquinas agrícolas e rodoviárias, retificadoras de motores.
		G-5	Hangares	Abrigos para aeronaves com ou sem abastecimento de combustível.
		G-6	Marinas, portos, garagens náuticas	Gestão e atividades auxiliares de transporte aquaviário.
H	Serviço de saúde e institucional	H-1	Hospital veterinário e assemelhados	Hospitais, clínicas e consultórios veterinários e assemelhados (inclui-se alojamento com ou sem adestramento).

Quadro 2 – Classificação do edifício em relação a habitação ou uso

(continua)

Grupo	Ocupação/Usos	Divisão	Descrição	Tipificação
		H-2	Local onde pessoas requerem cuidados especiais por limitações físicas ou mentais	Asilos, orfanatos, abrigos geriátricos, hospitais psiquiátricos, reformatórios, tratamento de dependentes de drogas, álcool e assemelhados. Todos sem celas.
		H-3	Hospital e assemelhado	Hospitais, casa de saúde, prontos-socorros, clínicas com internação, ambulatórios e postos de atendimento de urgência, postos de saúde e puericultura e assemelhados com internação.
		H-4	Quartéis, unidades de segurança pública e assemelhados	Quartéis, centrais de polícia, delegacias, postos policiais, postos de bombeiros e assemelhados.
		H-5	Local onde a liberdade das pessoas sofre restrições	Hospitais psiquiátricos, manicômios, reformatórios, prisões em geral (casa de detenção, penitenciárias, presídios) e instituições assemelhadas. Todos com celas.
		H-6	Clínica e consultório médico e odontológico	Clínicas médicas, consultórios em geral, unidades de hemodiálise, ambulatórios e assemelhados. Todos sem internação.
I	Indústria	I-1	Indústrias com carga de incêndio de risco baixo	Atividades que manipulem materiais com baixo risco de incêndio, tais como fábricas em geral, onde os processos não envolvem a utilização intensiva de materiais combustíveis (aço; aparelhos de rádio e som; armas; artigos de metal; gesso; esculturas de pedra; ferramentas; fotogravuras; joias; relógios; sabão; serralheria; suco de frutas; louças; metais; máquinas).
		I-2	Indústrias com carga de incêndio de risco médio	Atividades que manipulam materiais com médio risco de incêndio, tais como: artigos de vidro; automóveis, bebidas destiladas; instrumentos musicais; móveis; alimentos marcenarias, fábricas de caixas e assemelhados.
		I-3	Indústrias com carga de incêndio de risco alto	Fabricação de explosivos, atividades industriais que envolvam líquidos e gases inflamáveis, materiais oxidantes, destilarias, refinarias, ceras, espuma sintética, tintas, borracha e assemelhados.
J	Depósito	J-1	Depósitos de material incombustível	Edificações sem processo industrial que armazenem tijolos, pedras, areias, cimentos, metais e outros materiais incombustíveis. Todos sem embalagem.
		J-2	Depósitos com carga de incêndio de risco baixo	Todo tipo de depósito.

Quadro 2 – Classificação do edifício em relação a habitação ou uso

(continua)

Grupo	Ocupação/Usos	Divisão	Descrição	Tipificação
		J-3	Depósitos com carga de incêndio de risco médio	Todo tipo de depósito.
		J-4	Depósitos com carga de incêndio de risco alto	Todo tipo de depósito.
L	Explosivos	L-1	Comércio	Comércio em geral de fogos de artifício e assemelhados.
		L-2	Indústria	Indústria de material explosivo.
		L-3	Depósito	Depósito de material explosivo.
M	Especial	M-1	Túnel	Túnel rodoferroviário, destinado a transporte de passageiros ou cargas diversas.
		M-2	Líquido ou gás, inflamáveis ou combustíveis	Edificação destinada a produção, manipulação, armazenamento e distribuição de líquidos ou gases combustíveis e inflamáveis.
		M-3	Central de comunicação e energia	Central telefônica, centros de comunicação, centrais de transmissão ou de distribuição de energia e assemelhados.
		M-4	Propriedade em transformação	Locais em construção ou demolição e assemelhados.
		M-5	Silos	Armazéns de grãos e assemelhados.
		M-6	Terra Selvagem	Floresta reserva ecológica, parque florestal e assemelhados.
		M-7	Pátio de Contêiner	Área aberta destinada a armazenamento de contêiner.
		M-8	Torres de telefonia móvel	Torre metálica com armários para equipamentos de telefonia.

Quadro 2 – Classificação do edifício em relação a habitação ou uso

(conclusão)

Grupo	Ocupação/Use	Divisão	Descrição	Tipificação
		M-9	Transporte e Navegação	Atividades de transporte de passageiros ou mercadorias, nas modalidades ferroviária, rodoviária, aquaviária e aérea.(sem armazenamento).
		M-10	Resíduos	Coleta, tratamento e gestão de resíduos, recuperação de materiais.
N	Setor Primário	N-2	Zootecnia	Cultivo de plantas e Criação e viveiros de Animais no interior de edificações

Nota: Quando não houver previsão de classificação na tabela 1, será adotada a tipificação mais próxima para a sua destinação, ocupação ou uso.

Fonte: NT 01 (CBMGO, 2017)

Quadro 3 - Classificação dos edifícios em relação a altura

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

Notas:

(1) – Para implementação das instalações de segurança contra incêndio e pânico nas edificações que tiverem saídas para mais de uma via pública, em níveis diferentes, prevalecerá a de maior altura;

(2) – Para o dimensionamento das saídas de emergências, as alturas poderão ser tomadas de forma independente, em função de cada uma das saídas.

(3) Área a ser desconsiderada na mensuração da altura da edificação:

I – os subsolos destinados exclusivamente a estacionamento de veículos, vestiários e instalações sanitárias ou respectivas dependências sem aproveitamento para quaisquer atividades ou permanência humana;

II – pavimentos superiores destinados, exclusivamente, a áticos, casas de máquinas, barriletes, reservatórios de água e assemelhados;

III – mezaninos cuja área não ultrapasse a 1/3 (um terço) da área do pavimento onde se situa e possuam área inferior a 250 m²;

IV – o pavimento superior da unidade "duplex" do último piso da edificação.

Fonte: NT 01 (CBMGO, 2017)

Quadro 4 - Edifícios do grupo “A” e “B” com área maior que 750 m² ou altura maior que 12 m

Grupo de ocupação e uso	GRUPO A – RESIDENCIAL					
Divisão	A-1 ⁵ , A-2 e A-3					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Hidrante e Mangotinhos	x1	x1	x2	X	X	X
Hidrante Urbano	x1	x1	x1	x1	x1	x1
Grupo de ocupação e uso	GRUPO B – SERVIÇOS DE HOSPEDAGEM					
Divisão	B-1 e B-2					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Compartimentação Horizontal	-	x3	x3	x4	x4	X
Compartimentação Vertical	-	-	-	x5	x5	X
Hidrante e Mangotinhos	x6	x6	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	X	X
Hidrante Urbano	x1	x1	x1	x1	x1	x1

Notas:

- (1) Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m².
- (2) Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.200 m² ou altura superior a 10 m.
(Pode ser substituída por chuveiros automáticos.)
- (4) Pode ser substituída por sistema de detecção de incêndio e chuveiros automáticos.
- (5) Pode ser substituída por sistema de controle de fumaça, detecção de incêndio, chuveiros automáticos, exceto para as compartimentações das fachadas e selagens dos *shafts* e dutos de instalações.
- (6) Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m² ou número de pavimentos superior a dois.

Fonte: NT 01 (CBMGO, 2017)

Quadro 5 - Edificações do grupo “C”, “D” e “F” com área maior que 750m² ou altura maior que 12,00 m

Grupo de ocupação e uso	GRUPO C – COMERCIAL					
Divisão	C-1, C-2 e C-3					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Compartimentação Horizontal	x1	x1	x2	x2	x2	X
Compartimentação Vertical	-	-	-	x3	x3	X
Detecção de Incêndio	x4	x4	x4	x4	x4	X
Hidrante e Mangotinhos	x5	x5	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	X	X
Hidrante Urbano	x6	x6	x6	x6	x6	x6
Grupo de ocupação e uso	GRUPO D – SERVIÇOS PROFISSIONAIS					
Divisão	D-1, D-2, D-3 e D-4					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Compartimentação Horizontal	x1	x1	x1	x2	x2	X
Compartimentação Vertical	-	-	-	x3	x3	X
Hidrante e Mangotinhos	x5	x5	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	-	X
Hidrante Urbano	x6	x6	x6	x6	x6	x6
Grupo de ocupação e uso	GRUPO E – EDUCACIONAL E CULTURAL					
Divisão	E-1, E-2, E-3, E-4, E-5 e E-6					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Compartimentação Vertical	-	-	-	x7	x7	x3
Hidrante e Mangotinhos	x5	x5	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	-	X
Hidrante Urbano	x6	x6	x6	x6	x6	x6

Notas:

- (1) Pode ser substituída por chuveiros automáticos.
- (2) Pode ser substituída por sistema de detecção de incêndio e chuveiros automáticos
- (3) Pode ser substituída por sistema de controle de fumaça, detecção de incêndio, chuveiros automáticos; exceto para as compartimentações das fachadas e selagens dos shafts e dutos de instalações.

(4) O sistema de detecção de incêndios será exigido somente para as áreas de depósitos superiores a 750m² onde também deve ser instalado sistema de alarme independente da área.

(5) Para edificações com área total construída igual ou superior a 1500,00 m² ou número de pavimentos /superior a dois.

(6) Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m².

(7) A compartimentação vertical será considerada para as fachadas e selagens dos shafts e dutos de instalações.

Fonte: NT 01 (CBMGO, 2017)

Quadro 6 - Edificações do grupo “F” (F-1 e F-2) com área maior que 750m² ou altura maior que 12,00 m

Grupo de ocupação e uso	GRUPO F – LOCAIS DE REUNIÃO DE PÚBLICO					
Divisão	F-1					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Segurança Estrutural	X	X	X	X	X	X
Compartimentação Vertical	-	-	-	x2	x5	x6
Hidrante e Mangotinhos	X	X	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	-	X
Hidrante Urbano	x4	x4	x4	x4	x4	x4
Divisão	F-2					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Segurança Estrutural	X	X	X	X	X	X
Compartimentação Vertical	-	-	-	x1	x5	x6
Hidrante e Mangotinhos	x3	x3	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	-	-
SPDA	x4	x4	x4	X	X	X
Hidrante Urbano	x4	x4	x4	x4	x4	x4

Notas:

(1) A compartimentação vertical será considerada para as fachadas e selagens dos *shafts* e dutos de instalações;

(2) Pode ser substituída por chuveiros automáticos, exceto para as compartimentações das fachadas e selagens dos *shafts* e dutos de instalações;

(3) Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m² ou número de pavimentos superior a dois;

(4) Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m²;

(5) Pode ser substituída por detecção de incêndio e chuveiros automáticos, exceto para as compartimentações das fachadas e selagens dos *shafts* e dutos de instalações;

(6) Pode ser substituída por sistema de controle de fumaça, detecção de incêndio e chuveiros automáticos exceto para as compartimentações das fachadas e selagens dos *shafts* e dutos de instalações;

Fonte: NT 01 (CBMGO, 2017)

Quadro 7 - Edificações do grupo “F” (F-3, F-4, F-5, F-6, F-8 e F-9) com área maior que 750m² ou altura maior que 12,00 m

Grupo de ocupação e uso	GRUPO F – LOCAIS DE REUNIÃO DE PÚBLICO					
Divisão	F-3 e F-9					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H≤6	6 < H≤12	12 < H≤23	23 < H≤30	Acima de 30
Hidrante e Mangotinhos	x1	x1	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	x3	x3	x3
Hidrante Urbano	x2	x2	x2	x2	x2	x2
Divisão	F-4					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H≤6	6 < H≤12	12 < H≤23	23 < H≤30	Acima de 30
Hidrante e Mangotinhos	x1	x1	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	x4	x4	x4	x4	X	X
Hidrante Urbano	x2	x2	x2	x2	x2	x2
Divisão	F-5 e F-6					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H≤12	12 < H≤ 23	23 < H≤ 30	Acima de 30
Compartimentação Horizontal	x1	x1	x1	x1	X	X
Compartimentação Vertical	-	-	-	x2	x2	X
Hidrante e Mangotinhos	X	X	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	-	X
Hidrante Urbano	x4	x4	x4	x4	x4	x4
Divisão	F-8					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H≤12	12 < H≤ 23	23 < H≤ 30	Acima de 30
Compartimentação Horizontal	-	-	-	x5	X	X
Compartimentação Vertical	-	-	-	x6	x6	X
Hidrante e Mangotinhos	x1	x1	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	-	X
Hidrante Urbano	x2	x2	x2	x2	x2	x2

Notas:

- (1) Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m² ou número de pavimentos superior a dois.
- (2) Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m²;
- (3) Não exigido nas arquibancadas. Nas áreas internas, verificar exigências conforme o uso ou ocupação

específica. Para divisão F-3, verificar também a NT-12 do CBMGO.

(4) Exigido para áreas edificadas superiores a 10.000 m². Nas áreas internas, verificar exigências conforme o uso ou ocupação específica.

(5) Pode ser substituída por sistema de detecção de incêndio e de chuveiros automáticos.

(6) Pode ser substituída por sistema de controle de fumaça, detecção de incêndio, chuveiros automáticos, exceto para as compartimentações das fachadas e selagens dos *shafts* e dutos de instalações.

Fonte: NT 01 (CBMGO, 2017)

Quadro 8 - Edificações do grupo “F” (F-7 e F-10) com área maior que 750m² ou altura maior que 12,00m

Grupo de ocupação e uso	GRUPO F – LOCAIS DE REUNIÃO DE PÚBLICO					
Divisão	F-7 ⁸					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Compartimentação Horizontal	-	-	-	-	-	-
Compartimentação Vertical	-	-	-	-	-	-
Hidrante e Mangotinhos	-	-	-	-	-	-
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	-	-
SPDA	-	-	-	-	-	-
Hidrante Urbano	-	-	-	-	-	-
Divisão	F-7 ⁵					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Compartimentação Horizontal	x1	x1	x1	x1	X	X
Compartimentação Vertical	-	-	-	x2	x2	X
Hidrante e Mangotinhos	x4	x4	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	X	X
SPDA	x3	x3	x3	X	X	X
Hidrante Urbano	x3	x3	x3	x3	x3	x3

Notas:

(1) Pode ser substituída por chuveiros automáticos.

(2) Pode ser substituída por sistema de detecção de incêndio e chuveiros automáticos, exceto para as compartimentações das fachadas e selagens dos *shafts* e dutos de instalações.

(3) Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m².

(4) Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m² ou número de pavimentos superior a dois.

(5) A Divisão F-7, com altura superior a 6 metros, será submetida à Comissão Técnica para definição das medidas de segurança contra incêndio e pânico a serem adotadas nas edificações.

Fonte: NT 01 (CBMGO, 2017)

Quadro 9- Edificações do grupo “G” (G-1, G-2, G-3 e G-4) com área maior que 750m² ou altura maior que 12,00 m

Grupo de ocupação e uso	GRUPO G – SERVIÇOS AUTOMOTIVOS E ASSEMBLHADOS					
Divisão	G-1 e G-2					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Hidrante e Mangotinhos	x1	x1	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	X	X
Hidrante Urbano	x2	x2	x2	x2	x2	x2
Divisão	G-3					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Compartimentação Horizontal	-	-	-	-	-	-
Hidrante e Mangotinhos	x3	x3	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	X	X
Hidrante Urbano	x2	x2	x2	x2	x2	x2

Notas:

(1) Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m² ou número de pavimentos superior a dois.

(2) Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m².

(3) Pode ser substituída por chuveiros automáticos.

Fonte: NT 01 (CBMGO, 2017)

Quadro 10 - Edificações do grupo “G” (G-4, G-5 e G-6) com área maior que 750m² ou altura maior que 12,00 m

Grupo de ocupação e uso	GRUPO G – SERVIÇOS AUTOMOTIVOS E ASSEMBLHADOS					
Divisão	G-4					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Compartimentação Horizontal	x3	x3	x3	x3	x3	x3
Hidrante e Mangotinhos	x1	x1	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	X	X
Hidrante Urbano	x2	x2	x2	x2	x2	x2
Divisão	G-5 e G-6					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Hidrante e Mangotinhos	x1	x1	X	X	X	X
Sistema de espuma	x4	x4	x4	x4	x4	x4
Hidrante Urbano	x2	x2	x2	x2	x2	x2

Notas:

- (1) Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m² ou número de pavimentos superior a dois.
- (2) Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m².
- (3) Pode ser substituída por chuveiros automáticos.
- (4) Não exigido entre 750 m² e 2.000 m². Para áreas entre 2.000 m² e 5.000 m², o sistema de espuma pode ser manual. Para áreas superiores a 5.000 m², o sistema de espuma deve ser fixo por meio de chuveiros, tipo dilúvio, podendo ser setorizado; quando automatizado, deve-se interligar ao sistema de detecção automática de incêndio. Para o dimensionamento ver NT-23 e NT-25.

Fonte: NT 01 (CBMGO, 2017)

Quadro 11 - Edificações do grupo “H” (H-1, H-2, H-3 e H-4) com área maior que 750m² ou altura maior que 12,00 m

Grupo de ocupação e uso	GRUPO H – SERVIÇOS DE SAÚDE E INSTITUCIONAL					
Divisão	H-1					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Compartimentação Vertical	-	-	-	x1	x3	x3
Hidrante e Mangotinhos	x2	x2	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	-	X
Hidrante Urbano	x4	x4	x4	x4	x4	x4
Divisão	H-2					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Compartimentação Vertical	-	-	-	x1	x3	x3
Hidrante e Mangotinhos	x2	x2	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	-	X
Hidrante Urbano	x4	x4	x4	x4	x4	x4
Divisão	H-3					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Compartimentação Horizontal	-	x5	x5	x5	x5	X
Compartimentação Vertical	-	-	x6	x1	x1	x1
Hidrante e Mangotinhos	X	X	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	-	X
Hidrante Urbano	x4	x4	x4	x4	x4	x4
Divisão	H-4					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Compartimentação Horizontal	-	-	-	-	-	-
Compartimentação Vertical	-	-	-	x1	x1	x1
Hidrante e Mangotinhos	x2	x2	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	-	X
Hidrante Urbano	x4	x4	x4	x4	x4	x4

Notas:

(1) Pode ser substituída por sistema de detecção de incêndio, chuveiros automáticos, exceto as compartimentações das fachadas e selagens dos *shafts* e dutos de instalações;

- (2) Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m² ou número de pavimentos superior a dois;
- (3) Pode ser substituída por sistema de controle de fumaça, detecção de incêndio e chuveiros automáticos exceto para as compartimentações das fachadas e selagens dos *shafts* e dutos de instalações;
- (4) Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m².
- (5) Poderá ser substituído por chuveiros automáticos.
- (6) Exigido para selagens dos *shafts* e dutos de instalações

Fonte: NT 01 (CBMGO, 2017)

Quadro 12 - Edificações do grupo “H” (H-5 e H-6) com área maior que 750m² ou altura maior que 12,00

Grupo de ocupação e uso	GRUPO H – SERVIÇOS DE SAÚDE E INSTITUCIONAL					
Divisão	H-5					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Compartimentação Horizontal	-	-	-	-	-	-
Compartimentação Vertical	-	-	-	X	X	X
Hidrante e Mangotinhos	X	X	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	-	X
Hidrante Urbano	x6	x6	x6	x6	x6	x6
Divisão	H-6					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Compartimentação Horizontal	x1	x1	x1	x3	x3	x2
Compartimentação Vertical	-	-	-	x5	x5	x5
Hidrante e Mangotinhos	x5	x5	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	-	X
Hidrante Urbano	x16	x6	x6	x6	x6	x6

Notas:

- (1) Pode ser substituída por sistema de chuveiros automáticos.
- (2) Recomendado para as vias de acesso e faixas de estacionamento. Exigido para o portão de acesso da edificação.
- (3) Pode ser substituída por sistema de detecção de incêndio e chuveiros automáticos.
- (4) Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m² ou número de pavimentos superior a dois.
- (5) Pode ser substituída por sistema de controle de fumaça, detecção de incêndio e chuveiros automáticos,

exceto para as compartimentações das fachadas e selagens dos *shafts* e dutos de instalações.

(6) Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m².

Fonte: NT 01 (CBMGO, 2017)

Quadro 13 - Edificações do grupo “I” (I-1, I-2 e I-3) com área maior que 750m² ou altura maior que 12,00 m

Grupo de ocupação e uso	GRUPO I – INDUSTRIAL					
Divisão	I-1					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	$H \leq 6$	$6 < H \leq 12$	$12 < H \leq 23$	$23 < H \leq 30$	Acima de 30
Compartimentação Horizontal	-	-	-	-	-	-
Hidrante e Mangotinhos	x2	x2	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	-	X
Hidrante Urbano	x3	x3	x3	x3	x3	x3
Divisão	I-2					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	$H \leq 6$	$6 < H \leq 12$	$12 < H \leq 23$	$23 < H \leq 30$	Acima de 30
Compartimentação Horizontal	x1	x1	x1	x1	x1	x1
Hidrante e Mangotinhos	X	X	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	X	X
Hidrante Urbano	x3	x3	x3	x3	x3	x3
Divisão	I-3					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	$H \leq 6$	$6 < H \leq 12$	$12 < H \leq 23$	$23 < H \leq 30$	Acima de 30
Compartimentação Horizontal	x1	x1	x1	x1	X	X
Compartimentação Vertical	-	-	-	x4	x4	X
Hidrante e Mangotinhos	X	X	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	X	X	X
Hidrante Urbano	x3	x3	x3	x3	x3	x3

Notas:

- (1) Pode ser substituída por chuveiros automáticos;
- (2) Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m² ou número de pavimentos superior a dois;
- (3) Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m²;
- (4) Pode ser substituída por sistema de controle de fumaça, detecção de incêndio e chuveiros automáticos, exceto para as compartimentações das fachadas e selagens dos *shafts* e dutos de instalações.

Fonte: NT 01 (CBMGO, 2017)

Quadro 14 - Edificações do grupo “I” (J-1, J-2 e J-3) com área maior que 750m² ou altura maior que 12,00 m

Grupo de ocupação e uso	GRUPO J – DEPÓSITO					
Divisão	J-1					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Compartimentação Horizontal	-	-	-	-	-	-
Compartimentação Vertical	-	-	-	x2	x2	X
Hidrante e Mangotinhos	-	-	-	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	-	X
Hidrante Urbano	x4	x4	x4	x4	x4	x4
Divisão	J-2					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Compartimentação Horizontal	x1	x1	x1	x1	x1	X
Compartimentação Vertical	-	-	-	x3	x3	X
Hidrante e Mangotinhos	X	X	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	-	X	X
Hidrante Urbano	x4	x4	x4	x4	x4	x4
Divisão	J-3					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Compartimentação Horizontal	x1	x1	x1	x1	x1	X
Compartimentação Vertical	-	-	-	x2	x2	X
Hidrante e Mangotinhos	X	X	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	X	X	X
Hidrante Urbano	x3	x3	x3	x3	x3	x3
Divisão	J-4					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Compartimentação Horizontal	x1	x1	x1	x1	x1	X
Compartimentação Vertical	-	-	-	x3	x3	X
Hidrante e Mangotinhos	X	X	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	X	X	X
Hidrante Urbano	x4	x4	x4	x4	x4	x4

Notas:

(1) Pode ser substituída por chuveiros automáticos;

- (2) Exigido para as compartimentações das fachadas e selagens dos *shafts* e dutos de instalações;
- (3) Pode ser substituída por sistema de controle de fumaça, detecção de incêndio e chuveiros automáticos, exceto para as compartimentações das fachadas e selagens dos *shafts* e dutos de instalações;;
- (4) Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m²;
- (5) Em qualquer tipo de ocupação, sempre que houver depósito de materiais combustíveis (J-2, J-3 e J-4), dispostos em áreas descobertas, serão exigidos nestes locais proteção por sistema de hidrantes e brigada de incêndio para áreas delimitadas de depósito superiores a 2.500 m²;

Fonte: NT 01 (CBMGO, 2017)

Quadro 15 - Quadro 14 - Edificações do grupo “M” (M-1) com área maior que 750m² ou altura maior que 12,00 m

Grupo de ocupação e uso	GRUPO M – ESPECIAIS			
Divisão	M-1 TÚNEL			
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Extensão em metros (m)			
	Até 200	De 200 a 500	De 500 a 1000	Acima de 1000 ¹
Hidrantes e de mangotinhos	-	X	X	X

Notas:

(1) Túneis acima de 1.000 metros de extensão devem ser regularizados mediante Comissão Técnica

(2) Recomendatório:

a – Atender às exigências e condições particulares para as medidas de segurança contra incêndio de acordo com a NT- 35 (Túnel Rodoviário).

b – Observar ainda as exigências para os riscos específicos das respectivas NTCBMGO.

Fonte: NT 01 (CBMGO, 2017)

Quadro 16 - Edificações do grupo “M” (M-2) com área maior que 750m² ou altura maior que 12,00 m

Grupo de ocupação e uso	GRUPO M – ESPECIAIS				
Divisão	M-2 – Líquidos e gases combustíveis e Inflamáveis				
Medidas de Segurança Contra Incêndio e Pânico	Tanques ou Cilindros		Plataformas de carregamento	Produtos acondicionados	
	Líquidos até 20 m ³ ou gases até 10m ³ (2)	Líquidos acima de 20 m ³ ou gases acima de 10m ³ (2)		Líquidos até 20 m ³ ou gases até 24.960kg	Líquidos acima de 20 m ³ ou gases acima de 24.960kg
Hidrante e Mangotinhos	-	X	X	-	X
Hidrante Urbano	x4	X	X	x4	X

Notas:

- (1) - Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m².
- (2) - Considera-se para efeito de gases inflamáveis a capacidade total do volume em água que o recipiente pode comportar, expressa em m³ (metros cúbicos).

Fonte: NT 01 (CBMGO, 2017)

Quadro 17 - Edificações do grupo “M” (M-3) com área maior que 750m² ou altura maior que 12,00 m

Grupo de ocupação e uso	GRUPO M – ESPECIAIS					
Divisão	M-3 – Centrais de Comunicação e Energia					
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Classificação Quanto à altura (em metros)					
	Térrea	H ≤ 6	6 < H ≤ 12	12 < H ≤ 23	23 < H ≤ 30	Acima de 30
Hidrante e Mangotinhos	x5	x5	X	X	X	X
Chuveiros Automáticos	-	-	-	x1	x1	X
Hidrante Urbano	x4	x4	x4	x4	x4	x4

Notas:

- (1) O sistema de chuveiros automáticos para a divisão M-3 pode ser substituído por sistema de gases, através de supressão total do ambiente.
- (2) Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m².
- (3) Para edificações com área total construída igual ou superior a 750,00 m².

Fonte: NT 01 (CBMGO, 2017)

Quadro 18 - Edificações do grupo “M” (M-4, M-5 e M-7) com área maior que 750m² ou altura maior que 12,00 m

Grupo de ocupação e uso	GRUPO M – ESPECIAIS		
Divisão	M-4	M-7	M-5 – Silos ⁵
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Qualquer área e altura	Qualquer área e altura	Qualquer área e altura
Hidrante Urbano	x3	x3	x3

Notas:

(1) Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m².

Fonte: NT 01 (CBMGO, 2017)

Quadro 19 - Edificações do grupo “M” (M-4, M-5 e M-7) com área maior que 750m² ou altura maior que 12,00 m

Grupo de ocupação e uso	GRUPO M – ESPECIAIS
Divisão	M-10 – Resíduos
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Qualquer área e altura
Compartimentação Horizontal	x1
Hidrante e Mangotinhos	x2
Hidrante Urbano	x1

Notas:

(1) Pode ser substituída por chuveiros automáticos.

(2) Para edificações com área total construída igual ou superior a 1.500,00 m² ou número de pavimentos superior a dois.

Fonte: NT 01 (CBMGO, 2017)

Quadro 20 - Edificações do grupo “N” (N-2) com área maior que 750m² ou altura maior que 12,00 m

Grupo de ocupação e uso	GRUPO N – SETOR PRIMÁRIO
Divisão	N-2 – Zootécnica
Medidas de segurança contra Incêndio e Pânico	Qualquer área e altura
Hidrante Urbano	x1

Notas:

(1) Quando a área total construída for igual ou superior a 5.000m² (considerando-se o somatório de todas as unidades), deverá ser instalada uma reserva técnica de incêndio - RTI, de no mínimo 10m³, visando o reabastecimento das viaturas de combate a incêndios, devendo ser instalado um hidrante atendendo os parâmetros da NT-34;

(2)

a – Edificações com área total construída inferior a 200m², edificada isoladamente, ficam isentas de qualquer exigência, com exceção, se possuir instalação de gás combustível e líquidos combustíveis e inflamáveis.

b - Exigências relativas a atividades de zootecnia (criação de animais). Nas demais áreas de processos industriais ou áreas de apoio deverão ser observadas as exigências previstas em tabelas específicas, conforme ocupação e características das edificações.

Fonte: NT 01 (CBMGO, 2017)

Quadro 21 - Exigências adicionais para ocupações em subsolos diferentes de estacionamento

(continua)

Área ocupada (m ²) no(s) subsolo(s)	Ocupação do subsolo	Medidas de segurança adicionais no subsolo	
No primeiro ou segundo subsolo	Área ≤ 50m ²	Todas	Sem exigências adicionais
	50 < Área ≤100m ²	Depósito	Depósitos individuais ¹ com área máxima até 25m ² cada, ou depósitos individuais ¹ com área máxima até 50m ² cada, detecção automática e alarme de incêndio no depósito, ou chuveiros automáticos ² de resposta rápida no depósito, ou controle de fumaça.
		Divisões F-1, F-2, F-3, F- 5, F-6, F-10	Ambientes subdivididos ¹ com área máxima até 50m ² , detecção automática e alarme de incêndio em todo o subsolo, ou chuveiros automáticos ³ de resposta rápida em todo subsolo, ou controle de fumaça.
		Outras ocupações	Ambientes subdivididos ¹ com área máxima até 50m ² , detecção automática e alarme de incêndio nos ambientes ocupados, ou chuveiros automáticos ² de resposta rápida nos ambientes ocupados, ou controle de fumaça.
	100 < Área ≤ 250m ²	Depósito	Depósitos individuais ¹ com área máxima até 25m ² cada, ou ambientes subdivididos ¹ com área máxima até 50m ² , detecção automática e alarme de incêndio no depósito e exaustão ⁴ , ou chuveiros automáticos ³ de resposta rápida no depósito e exaustão ⁴ ou controle de fumaça.
		Divisões F-1, F-2, F-3, F- 5, F-6, F-10	Detecção automática e alarme de incêndio em todo o subsolo, exaustão ⁴ e duas saídas de emergência ou chuveiros automáticos ³ de resposta rápida em todo o subsolo e exaustão ⁴ , ou controle de fumaça.
		Outras ocupações	Detecção automática e alarme de incêndio nos ambientes ocupados e exaustão ⁴ , ou chuveiros automáticos ³ de resposta rápida nos ambientes ocupados e exaustão ⁴ , ou controle de fumaça

Quadro 21 - Exigências adicionais para ocupações em subsolos diferentes de estacionamento

(continua)

Área ocupada (m ²) no(s) subsolo(s)	Ocupação do subsolo	Medidas de segurança adicionais no subsolo
250 < Área ≤ 500m ²	Depósito ⁵	Depósitos individuais ¹ , em edificações residenciais, com área máxima até 25m ² cada, ou detecção automática e alarme de incêndio em todo o subsolo e exaustão ⁴ ou chuveiros automáticos ³ de resposta rápida em todo o subsolo e exaustão ⁴ , ou controle de fumaça.
	Divisões F-1, F-2, F-3, F-5, F-6, F-10	Detecção automática e alarme de incêndio em todo o subsolo, exaustão ⁴ e duas saídas de emergência em lados opostos, ou chuveiros automáticos ³ de resposta rápida em todo o subsolo e exaustão ⁴ , ou controle de fumaça.
	Outras ocupações	Detecção automática e alarme de incêndio em todo o subsolo e exaustão ⁴ ou chuveiros automáticos ³ de resposta rápida em todo o subsolo e exaustão ⁴ , ou controle de fumaça.
Área > 500m ²	Depósito ⁵	Depósitos individuais ¹ , em edificações residenciais, com área máxima até 25m ² cada, ou chuveiros automáticos ³ de resposta rápida, detecção automática e alarme de incêndio, em todo o subsolo, duas saídas de emergência em lados opostos e controle de fumaça.
	Outras ocupações	Chuveiros automáticos ³ de resposta rápida, detecção automática e alarme de incêndio, em todo o subsolo, duas saídas de emergência em lados opostos e controle de fumaça.
Nos demais subsolos	Depósito	Depósitos individuais ¹ com área máxima até 15m ² cada, ou depósitos individuais ¹ com área máxima até 25m ² cada e detecção automática e alarme de incêndio no depósito, ou chuveiros automáticos ² de resposta rápida no depósito, ou controle de fumaça.
	Divisões F-1, F-2, F-3, F-5, F-6, F-10	Detecção automática e alarme de incêndio em todo o subsolo, exaustão ⁴ e duas saídas de emergência ou chuveiros automáticos ³ de resposta rápida em todo o subsolo e exaustão ⁴ , ou controle de fumaça.

Quadro 21 - Exigências adicionais para ocupações em subsolos diferentes de estacionamento
(conclusão)

Área ocupada (m ²) no(s) subsolo(s)	Ocupação do subsolo	Medidas de segurança adicionais no subsolo	Área ocupada (m ²) no(s) subsolo(s)
		Outras ocupações	Detecção automática e alarme de incêndio nos ambientes ocupados e exaustão ⁴ , ou chuveiros automáticos ² de resposta rápida nos ambientes ocupados e exaustão ⁴ , ou controle de fumaça.
	Área > 100m ²	Depósito ⁵	Depósitos individuais ¹ , em edificações residenciais, com área máxima até 15m ² cada, ou chuveiros automáticos ³ de resposta rápida, detecção automática e alarme de incêndio, em todo o subsolo, duas saídas de emergência em lados opostos e controle de fumaça.
		Outras ocupações	Chuveiros automáticos ³ de resposta rápida, detecção automática e alarme de incêndio, em todo o subsolo, duas saídas de emergência em lados opostos e controle de fumaça.

Notas:

- (1) As paredes e as portas dos compartimentos devem ser construídas com material resistente ao fogo por 60 minutos, no mínimo;
- (2) Pode ser interligado à rede de hidrantes pressurizada, utilizando-se da bomba e da reserva de incêndio dimensionada para o sistema de hidrantes;
- (3) Pode ser interligado à rede de hidrantes pressurizada, utilizando-se da reserva de incêndio dimensionada para o sistema de hidrantes, entretanto a bomba de incêndio deve ser dimensionada considerando o funcionamento simultâneo de seis bicos e um hidrante. Havendo chuveiros automáticos instalados no edifício, não há necessidade de trocar os bicos de projeto por bicos de resposta rápida;
- (4) Exaustão natural ou mecânica nos ambientes ocupados conforme estabelecido na NT específica do CBMGO (Controle de Fumaça);
- (5) Somente depósitos situados em edificações residenciais.
- (6) a -Ocupações permitidas nos subsolos (qualquer nível) sem necessidade de medidas adicionais: garagem de veículos, lavagem de autos, vestiários até 100m², banheiros, áreas técnicas não habitadas (elétrica, telefonia, lógica, moto gerador) e assemelhados;
b – Entende-se por medidas adicionais àquelas complementares às exigências prescritas ao edifício;
c – Para área total ocupada de até 500 m², se houver compartimentação de acordo com a NT específica do CBMGO (Compartimentação Horizontal e Compartimentação Vertical) entre os ambientes, as exigências desta tabela poderão ser consideradas individualmente para cada compartimento;
d – O sistema de controle de fumaça será considerado para os ambientes ocupados.

Fonte: NT 01 (CBMGO, 2017)

Quadro 22 - Exemplo de classificação de ocupação

(continua)

Classificação	Exemplos
Risco leve	Igrejas
	Clubes
	Escolas públicas e privadas (1º, 2º e 3º graus)
	Hospitais com ambulatórios, cirurgias e centros de saúde
	Hotéis e edifícios residenciais e similares
	Bibliotecas e salas de leituras, exceto salas com prateleiras altas
	Museus
	Asilos e casas de repouso
	Prédios de escritório, incluindo processamento de dados
	Área de refeições em áreas de serviço
	Teatros e auditórios, exceto palcos e proscênios
	Prédios da administração pública
	Escolas públicas e privadas (1º, 2º e 3º graus)
	Risco Ordinário - Grupo 1
Padarias	
Fabricação de bebidas (refrigerantes e sucos)	
Fábricas de conservas	
Processamento e fabricação de produtos lácteos	
Fábricas de produtos eletrônicos	
Fabricação de vidro e produto de vidro	
Lavanderias	
Áreas de serviço de restaurantes	
Risco Ordinário - Grupo 2	Moinhos de grãos
	Fábricas de produtos químicos – comuns
	Confeitarias
	Destilarias
	Instalações para lavagem a seco
	Fábricas de ração animal
	Estábulos
	Fabricação de produtos de couro
	Bibliotecas - áreas de prateleiras altas
	Áreas de usinagem
	Indústria metalúrgica
	Lojas
	Fábricas de papel e celulose
Processamento de papel	

Quadro 22 - Exemplo de classificação de ocupação

(conclusão)

Classificação	Exemplos
	Péres e embarcadouros
	Correios
	Gráficas
	Oficinas mecânicas
	Áreas de aplicação de resinas
	Palcos
	Indústrias têxteis
	Fabricação de pneus
	Fabricação de produtos de tabaco
	Processamento de madeira
	Montagem de produtos de madeira
Extraordinário - Grupo 1	Hangares
	Áreas de uso de fluídos hidráulicos combustíveis
	Fundições
	Extrusão de metais
	Fabricação de compensados e aglomerados
	Gráficas (que utilizem tintas como ponto de fulgor menor 100 ° F (38°C))
	Recuperação, formulação, secagem, moagem e vulcanização de borracha
	Serrarias
	Processos da indústria têxtil: escolha da matéria - prima, abertura de fardos, elaboração de misturas, batedores, cardagem, etc.
Estofamento de móveis com espumas plásticas	
Extraordinário - Grupo 2	Saturação com asfalto
	Aplicação de líquidos inflamáveis de spray
	Pintura por flowcoating
	Manufaturas de casas pré-fabricadas ou componentes pré-fabricados para construção (quando a estrutura final a estiver presente e tiver interiores combustíveis)
	Tratamento térmico em tanques de óleos abertos
	Processamento de plásticos
	Limpeza com solventes
	Pintura e envernizamento por imersão

Fonte: NBR 10897(ABNT, 2014)

ANEXO B– REGULAMENTAÇÕES PARA SPRINKLER

Tabela 22 - Área de Cobertura Máxima para cálculo hidráulico para chuveiros automáticos em pé ou pendente

Tipo de teto ou empilhamento	Tipo de chuveiro	Classe de Risco		
		Leve	Ordinário	Extraordinário
		m ²	m ²	m ²
	Padrão	21(18)	12(12)	9,3 ^(*) (8) 12 ^(**)
Não Combustível: Não obstruído e Obstruído		37	37	-
Combustível: Não Obstruído	CE	30	30	-
		24	24	-
		-	18	18
		-	14	14
Combustível Obstruído	Padrão	15(15)	12(12)	9,3 ^(*) (8) 12 ^(**)
	CE	-	-	-
Armazenamento combustíveis em pilhas – Obstruído	Padrão	15(15)	12(12)	9,3 ^(*) (8) 12 ^(**)
	CE	-	-	-
Armazenamento incombustíveis em pilhas - Obstruído/ Desobstruído	Padrão	15(15)	12(12)	9,3 ^(*) (8) 12 ^(**)
	CE	-	-	-
Combustível desobstruído com elementos estruturais distanciados a _≥ 90	Padrão	21(18)	12(12)	9,3 ^(*) (8) 12 ^(**)
	CE	-	-	-
Combustível desobstruído com elementos estruturais distanciados a _≤ 90	Padrão	12(12)	12(12)	9,3 ^(*) (8) 12 ^(**)
	CE	-	-	-
Combustível obstruído com elementos estruturais distanciados a _≥ 90	Padrão	15(15)	12(12)	9,3 ^(*) (8) 12 ^(**)
	CE	-	-	-
Combustível obstruído com elementos estruturais distanciados a _≤ 90	Padrão	12(12)	12(12)	9,3 ^(*) (8) 12 ^(**)
	CE	-	-	-

Notas: Os valores das áreas de cobertura indicados na tabela acima, que atendem aos tipos de teto, tipos de chuveiros automáticos e classes de risco, podem ser usados em sistemas de chuveiros automáticos dimensionados por cálculo hidráulico.

(1) Para densidade de água(Vazão/Área) sobre as áreas de aplicação **iguais ou maiores** que 10 l/min/m², somente para risco Extraordinário, ver a Figura 16.

(2) Para densidade de água(Vazão/Área) sobre as áreas de aplicação **menores** que 10 l/min/m², somente para risco Extraordinário, ver a Figura 16.

(3) Incombustível Obstruído: Podem ser usados chuveiros automáticos de Cobertura Estendida quando especificamente testados para esta finalidade. Sempre é importante consultar os catálogos dos fabricantes que eles fornecem essas informações.

(*) Os valores entre parênteses referem-se as áreas de cobertura dos chuveiros automáticos que podem ser usados em cálculos por tabela. Sempre deve ser consultado a legislação local sobre as condições e restrições de uso do cálculo por tabela, de acordo com o risco da edificação.

(**) – As áreas de cobertura de chuveiro automático para cobertura estendida (CE) devem ser áreas de proteção quadrada e não devem ser menores do que aquelas recomendadas pelos fabricantes. A NFPA 13.

2013 recomenda uma área máxima de 37m².

Fonte: BRENTANO(2015)

Tabela 23 - Espaçamento Máximo entre os chuveiros para cálculo hidráulico para chuveiros automáticos em pé ou pendente

Tipo de teto ou empilhamento	Tipo de chuveiro	Classe de Risco		
		Leve	Ordinário	Extraordinário
		m ²	m ²	m ²
Combustível/Incombustível - Desobstruído	Padrão			3,7 ^(*)
				4,8 ^(**)
		6,1	6,1	-
	CE	5,5	5,5	-
		5,0	5,0	-
		-	4,3	4,3
Incombustível Obstruído	Padrão	-	3,7	3,7
		4,6	4,6	3,7 ^(*)
				4,8 ^(**)
	CE	6,1	6,1	-
		5,5	5,5	-
		5,0	5,0	-
Combustível Obstruído	Padrão	-	4,3	4,3
		-	3,7	3,7
		4,6	4,6	3,7 ^(*)
	CE	-	-	-
		-	-	-
		-	-	-
Armazenamento combustíveis em pilhas Obstruído	Padrão	4,6	4,6	3,7 ^(*)
	CE	-	-	4,8 ^(**)
Armazenamento incombustíveis em pilhas Obstruído/Desobstruído	Padrão	-	-	-
	CE	-	-	-

Notas:

- (1) O cálculo hidráulico somente para risco Extraordinário para densidades iguais ou maiores que 10 l/min/m², ver a Figura 16.
 - (2) O cálculo hidráulico para densidade de água (Vazão/Área) **menores** que 10 l/min/m², ver a Figura 16.
 - (3) Podem ser usados chuveiros automáticos de Cobertura Estendida quando especificamente testados para esta finalidade.
- (*) Os valores entre parênteses referem-se as áreas de cobertura dos chuveiros automáticos que podem ser usados em cálculos por tabela. Sempre deve ser consultado a legislação local sobre as condições e restrições de uso do cálculo por tabela, de acordo com o risco da edificação.

(**) – O espaçamento máximo entre chuveiro automático para cobertura estendida (CE) não devem ser menores do que aquelas recomendadas pelos fabricantes.

Fonte: BRENTANO(2015)

Tabela 24 - Espaçamento Mínimo entre os chuveiros para cálculo hidráulico para chuveiros automáticos em pé ou pendente

Tipo de chuveiro automático	Espaçamento mínimo
Cobertura Padrão	1,8
CE	2,4

Nota: Chuveiros Automáticos internos localizados entre as caixas e paletes armazenados em estantes podem ter espaçamento menores

Fonte: BRENTANO(2015)

Tabela 25 - Área máxima de cobertura para os chuveiros automáticos laterais para cálculo hidráulico

Tipo de teto	Tipo de chuveiro automático	Classe de risco	
		Leve	Ordinária
		Área Máxima de cobertura	
Liso combustível		11	7
Liso incombustível	Cobertura Padrão	18	9
Liso	CE	37	37

Fonte: BRENTANO(2015)

Tabela 26 - Espaçamento máxima entre os chuveiros automáticos para tetos lisos para cálculo hidráulico

Tipo de chuveiro automático	Disposição dos chuveiros automáticos no ambiente	Classe de Risco			
		Leve		Ordinário	
		Combustível	Incombustível	Combustível	Incombustível
		Espaçamento máximo(m)			
Padrão	Espaçamento máximo ao longo do sub-ramal	4,3	4,3	3	3
CE**	na parede	8,5	8,5	7,3	7,3
Padrão	Distância máxima da parede oposta*	3,7	3,7	3	3
CE**		7,3	7,3	7,3	7,3

Nota:

(*) Em salas ou vãos com largura entre 3,7 e 7,3m para risco Leve e entre 3,0 e 6,0 para risco Ordinário devem ser instalados chuveiros automáticos laterais do tipo de Cobertura Padrão ao longo de duas paredes opostas, desde que nenhum chuveiro automático esteja localizado dentro da área máxima de cobertura de outro chuveiro automático.

(**) Em ambientes com larguras maiores que 7,3 para risco Leve e Ordinário devem ser usados chuveiros automáticos de Cobertura Estendida (CE) nas mesmas disposições recomendadas para os Chuveiros do tipo de Cobertura Padrão, observando os limites estabelecidos por normas para cada tipo.

Fonte: BRENTANO(2015)

ANEXO C – RESULTADOS DAS ANÁLISES DO HIDRANTES EXECUTADO NO HYDROS V4

Tabela 27 - Hidrantes Analisados

Peça	Incêndio Hidrante mangueira 2.1/2 2x15m requinte 2.1/2 13 mm	Incêndio Hidrante mangueira 2.1/2 2x15m requinte 2.1/2 13 mm
Pavimento	COBERT.	COBERT.
Nível geométrico (m)	11,50	11,50
Vazão (l/s)	1,68	1,67
Pressão (m.c.a.)	8,53	8,37

Fonte: AltoQI Hydros ® , 2017.

Tabela 28 – Trechos

Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Tubo	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
12	3,35	60,00	1,18	0,55	0,00	0,55	0,0303	0,02	13,72	0,00	8,30	8,29
23	3,35	60,00	1,18	0,36	12,50	12,86	0,0303	0,42	13,72	0,00	8,29	7,87
34	3,35	60,00	1,18	1,29	0,92	2,21	0,0303	0,07	13,72	0,00	7,87	7,80
45	3,35	60,00	1,18	0,50	2,40	2,90	0,0303	0,09	13,72	0,50	8,30	8,21
56	3,35	60,00	1,18	0,35	2,40	2,75	0,0303	0,09	13,22	0,00	8,21	8,12
67	3,35	60,00	1,18	1,72	2,40	4,12	0,0303	0,13	13,22	1,72	9,84	9,71
78	1,67	60,00	0,59	0,40	20,00	20,40	0,0083	0,18	11,50	0,00	9,71	9,53
89	1,67	60,00	0,59	0,00	20,00	20,00	0,0089	1,16	11,50	0,00	9,53	8,37

Fonte: AltoQI Hydros ® , 2017.

Tabela 29 - Pressões

Estática inicial	Perda de carga			Dinâmica disponível	Mínima necessária
	Trajeto	Mangueira	Esguicho		
2,22	1,18	0,17	0,80	8,37	8,37

Fonte: AltoQI Hydros ® , 2017

Tabela 30 - Materiais

Material	Especificação do Material			L equivalente (m)	
	Grupo	Item	Quant.	Unitária	Total
BH	2.1/2" x 2.1/2"	1.5CV R113	1	0,00	0,00
F°G°	Válvula de retenção horizontal c/ F°G°	2.1/2"	1	12,50	12,50
F°G°	Registro bruto de gaveta industrial	2.1/2"	1	0,92	0,92
F°G°	Cotovelo 90	2.1/2"	3	2,40	7,20
		Requinte			
	Hidrante mangueira 2.1/2 2x15m	2.1/2 13 mm	1	20,00	20,00

Fonte: AltoQI Hydros ® , 2017

Tabela 31 - Bomba de incêndio (Cobertura)

	COBERT.	Hidrante analisado
Peça	Incêndio Hidrante mangueira 2.1/2 2x15m requinte 2.1/2 13 mm	Incêndio Hidrante mangueira 2.1/2 2x15m requinte 2.1/2 13 mm
Pavimento	COBERT.	COBERT.
Nível geométrico (m)	11,50	11,50
Vazão (l/s)	2,26	2,24
Pressão (m.c.a.)	15,40	15,12

Fonte: AltoQI Hydros ® , 2017

Tabela 32 - Trecho de Recalque

Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Velo c. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Tubo	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
12	4,50	60,00	1,59	0,55	0,00	0,55	0,0523	0,03	13,72	0,00	16,69	16,66
23	4,50	60,00	1,59	0,36	12,50	12,86	0,0523	0,72	13,72	0,00	16,66	15,94
34	4,50	60,00	1,59	1,29	0,92	2,21	0,0523	0,12	13,72	0,00	15,94	15,82
45	4,50	60,00	1,59	0,50	2,40	2,90	0,0523	0,16	13,72	0,50	16,32	16,16
56	4,50	60,00	1,59	0,35	2,40	2,75	0,0523	0,15	13,22	0,00	16,16	16,01
67	4,50	60,00	1,59	1,72	2,40	4,12	0,0523	0,22	13,22	1,72	17,73	17,50
78	2,24	60,00	0,79	0,40	20,00	20,40	0,0144	0,31	11,50	0,00	17,50	17,19
89	2,24	60,00	0,79	0,00	20,00	20,00	0,0155	2,06	11,50	0,00	17,19	15,12

Fonte: AltoQI Hydros ® , 2017

Tabela 33 - Trecho de Sucção

Trecho	Vazão (l/s)	Ø (mm)	Veloc. (m/s)	Comprimento (m)			J (m/m)	Perda (m.c.a)	Altura (m)	Desnível (m)	Pressões (m.c.a.)	
				Tubo	Equiv.	Total					Disp.	Jusante
12	4,50	75,00	1,02	1,50	2,20	3,70	0,0176	0,07	15,57	1,50	16,53	16,46
23	4,50	75,00	1,02	0,35	2,80	3,15	0,0176	0,06	14,07	0,00	16,46	16,40
34	4,50	75,00	1,02	0,35	2,80	3,15	0,0176	0,06	14,07	0,35	16,75	16,69
45	4,50	60,00	1,59	0,00	0,00	0,00	0,0562	0,00	13,72	0,00	16,69	16,69

Fonte: AltoQI Hydros ® , 2017

Tabela 34 - Altura manométrica

Altura manométrica (m.c.a.)							Vazão de Projeto (l/s)	NPSH disponível (m.c.a.)	Potência teórica (CV)
Recalque				Sucção		Total			
Altura	Perda	Mangueira	Esguicho	Altura	Perda				
2,22	2,03	11,75	1,45	1,85	0,19	15,03	4,50	11,75	1,71

Fonte: AltoQI Hydros ® , 2017

Tabela 35 - Peças de Recalque

Material	Trecho de Recalque			L equivalente (m)	
	Item	Item	Quant.	Unitária	Total
BH	2.1/2" x 2.1/2"	1.5CV R113	1	0,00	0,00
F°G°	Válvula de retenção horizontal c/ F°G°	2.1/2"	1	12,50	12,50
F°G°	Registro bruto de gaveta industrial	2.1/2"	1	0,92	0,92
F°G°	Cotovelo 90	2.1/2"	3	2,40	7,20
	Hidrante mangueira 2.1/2 2x15m	Requinte 2.1/2 13 mm	1	20,00	20,00

Fonte: AltoQI Hydros ® , 2017

Tabela 36 - Peças de Sucção

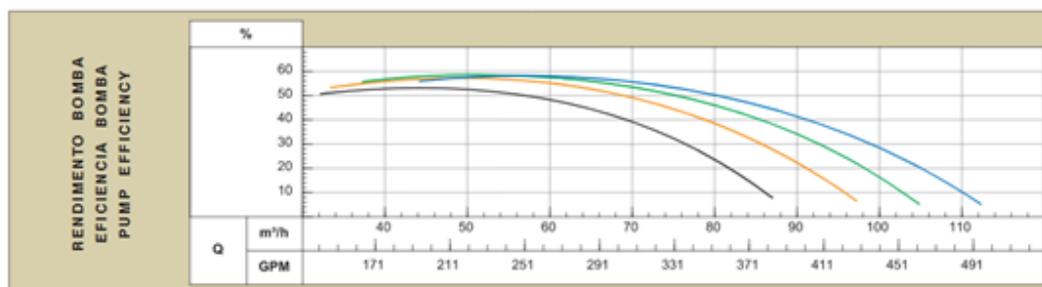
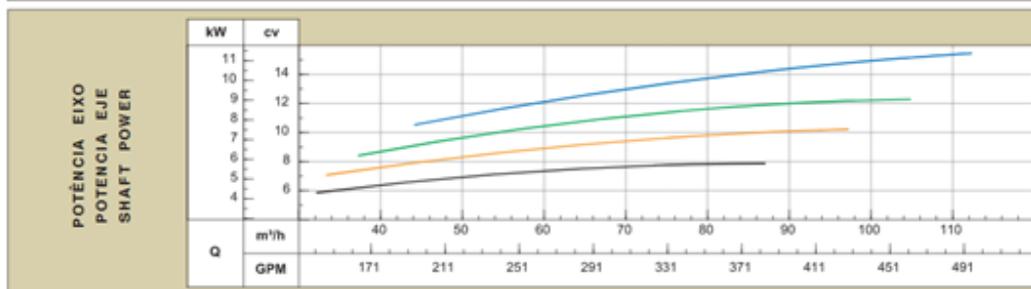
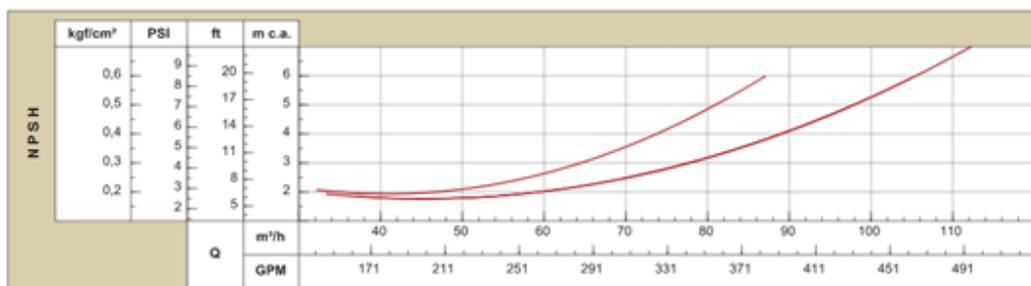
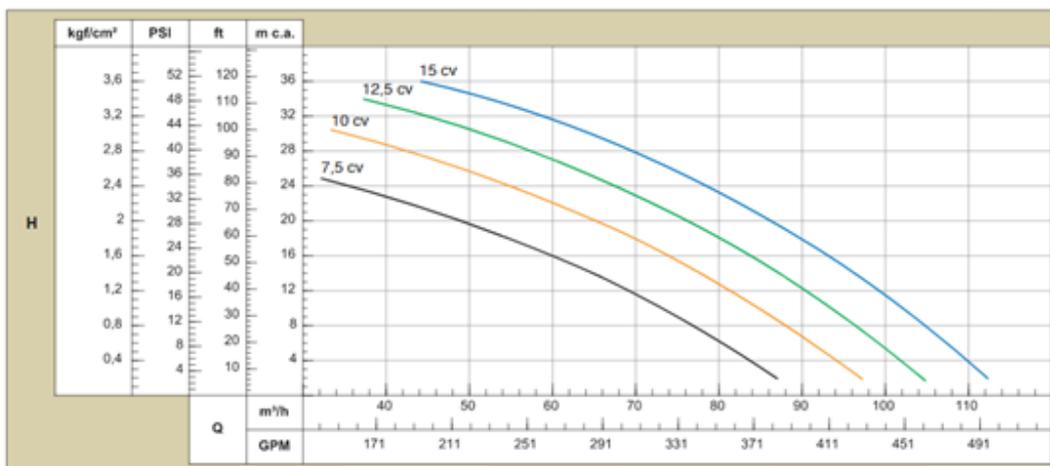
Material	Trecho de Sucção		L equivalente (m)	
	Item	Quant.	Unitária	Total
F°G°	3"	1	2,20	2,20
F°G°	3"	2	2,80	5,60

Fonte: AltoQI Hydros ® , 2017

ANEXO D- BOMBA DE INCÊNDIO UTILIZADAS NO DIMENSIONAMENTO PARA O SPRINKLER E PARA O HIDRANTE

Figura 91 - Bomba de Incêndio para o Sprinkler

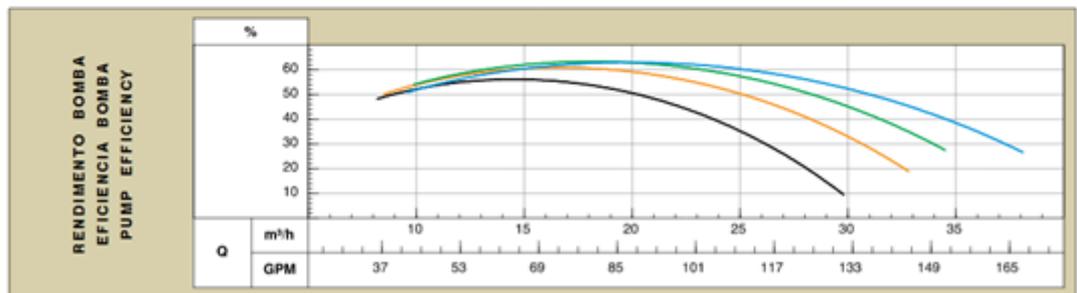
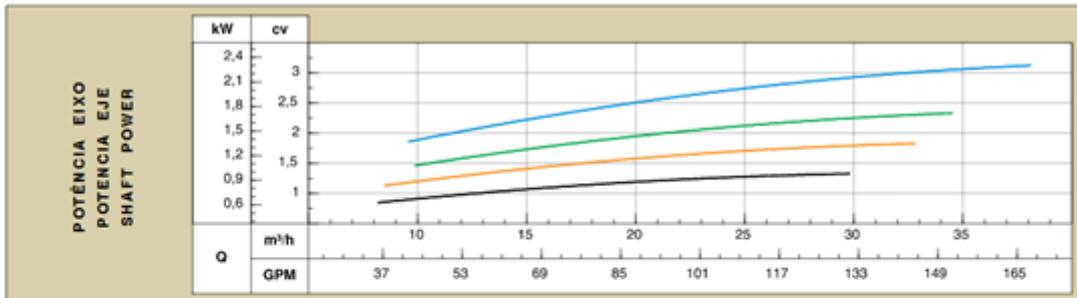
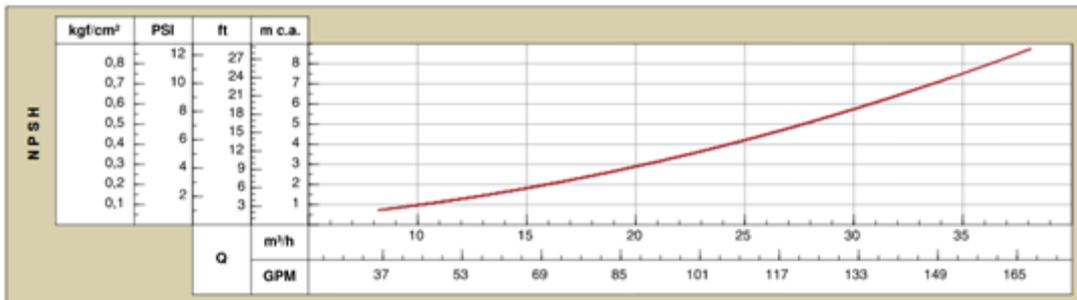
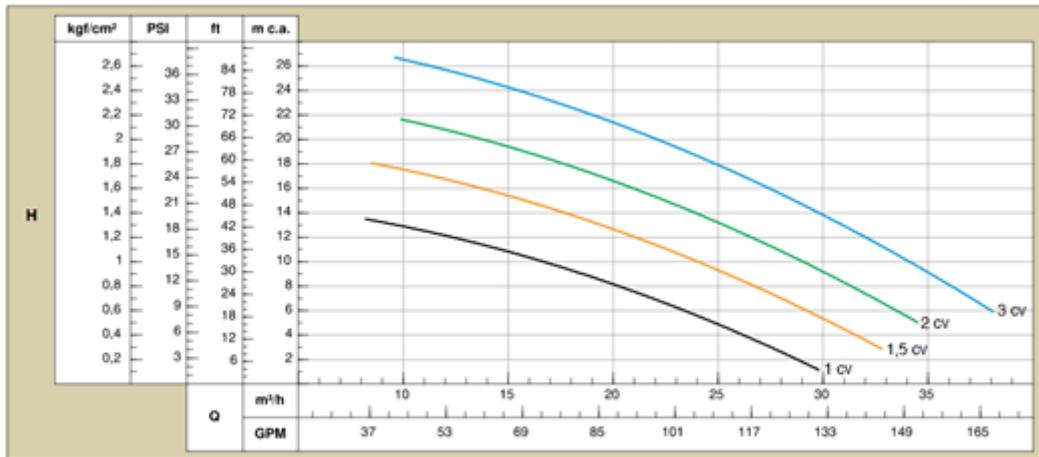
SCHNEIDER MOTOBOMBAS	MODELO	MSA-21 R/F 2	86411	sch NAC		
	MODEL			60 Hz II polos/poles		
Sucção / Succión / Suction	2 1/2"	Potência / Potencia / Power [kW(cv)]	5,5 (7,5)	7,5 (10)	9,2 (12,5)	11 (15)
Recalque / Descarga / Discharge	2"	Rotor / Impulsor / Impeller [mm]	128	137	142	147



Obs.: - Curvas características conforme ISO 9906 anexo "A".
 - Desempenho hidráulico de acordo a la ISO 9906 anexo "A".
 - Hydraulic performance according to ISO 9906 annex-A.

Figura 92 - Bomba de Reforço para o Hidrante

SCHNEIDER MOTOBOMBAS	MODELO	BPI-92 S/T R/F 2 1/2	87100114	sch NAC		
	MODEL			60 Hz		
		II polos/poles				
Sucção / Succión / Suction	2 1/2"	Potência / Potencia / Power [kW(cv)]	0,75 (1)	1,1 (1,5)	1,5 (2)	2,2 (3)
Recalque / Descarga / Discharge	2 1/2"	Rotor / Impulsor / Impeller [mm]	94	105	115	127



Obs: -Curvas características conforme ISO 9906 anexo "A".
 -Desempenho hidráulico de acordo a la ISO 9906 anexo "A".
 Hydraulic performance according to ISO 9906 annex-A.

Revisto 02 - Março/2012

Fonte: SCHNEIDER,2017

ANEXO E – PROJETO DO HIDRANTE

ANEXO F – PROJETO DO CHUVEIRO AUTOMÁTICO