



SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS POR CHUVEIROS AUTOMÁTICOS DE ÁGUAS - ESTUDO DA TECNOLOGIA E APLICAÇÃO

Luiz Fernando C. Damasceno

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Jorge dos Santos

Rio de Janeiro
Março / 2014

**SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIOS POR CHUVEIROS
AUTOMÁTICOS DE ÁGUAS - ESTUDO DA TECNOLOGIA E APLICAÇÃO**

Luiz Fernando C. Damasceno

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO CURSO
DE ENGENHARIA CIVIL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO CIVIL.

Examinado por:

Prof.^o Jorge dos Santos, D. Sc.

Prof. Ana Catarina Evangelista

Prof. Wilson Wanderley da Silva

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL.

MARÇO DE 2014

Damasceno, Luiz F. C.

Sistema de Proteção Contra Incêndio por Chuveiros Automáticos de Água/ Luiz Fernando C. Damasceno – Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2014.

x, 137p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Jorge dos Santos

Projeto de Graduação – UFRJ / Escola Politécnica / Curso de Engenharia Civil, 2014.

Referências Bibliográficas: p. 78-79

1. Introdução. 2. Incêndios em Edificações – Causas e Consequências. 3. Incêndios – Contextualização. 4. Prevenção de Incêndios – Legislação. 5. Principais Sistemas de Proteção e Combate a Incêndios em Edificações 6. Boas Práticas em Projetos de Sistemas de Combate a Incêndios Por Chuveiros Automáticos. 7. Estudo de Caso. 8. Conclusão

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai, Paulo Augusto Damasceno, por ser sempre meu maior exemplo, professor e amigo.

À minha mãe, Maria Alice, por todas as broncas, sutilezas, “puxões de orelha”, mas sobretudo o amor e força em todos os momentos.

Aos meus irmãos, Paulo e Maria Beatriz, pelo eterno companheirismo.

As minhas avós e família.

À Yana Alessandri, por todo o companheirismo, a amizade, carinho e amor.

À toda equipe Mat-Incêndio, em especial aos meus eternos professores Silvio Dias e Marluzi Mello.

RESUMO

A presente pesquisa faz um estudo técnico do sistema de proteção contra incêndios com o uso de chuveiros automáticos. Os conhecimentos pertinentes ao fogo, sua dispersão, caminhamento e métodos de extinção bem como a proteção contra incêndio empregando os dispositivos mais usuais como, os hidrantes e os extintores, são comentados. Em decorrência de um processo cada vez mais denso de aglutinação de pessoas e bens em edificações cada vez maiores, torna-se necessário assim a adoção de sistemas protecionais que garantam a segurança destes. Este trabalho apresenta os aspectos construtivos da rede de chuveiros automáticos, sua funcionalidade e por fim o dimensionamento de um sistema de sprinklers para uma edificação de uso industrial, demonstrando de forma particularizada o cálculo hidráulico aplicado na determinação de tubos, conexões, reservação e bombeamento de água, baseado na metodologia adotada pelo programa PIPENET.

Palavras chaves: Sprinklers, chuveiros automáticos, incêndio

ABSTRACT

This research is a technical study of the system protection against fires with the use of automatic showers. The knowledge relevant to fire, their dispersion, path and methods of extinction and to protect against fire using the devices more as usual, the hydrants and extinguishers are commented. Currently, there are buildings with increased concentration of people and goods, which reveals a need for adoption of protectionist systems that ensure the physical safety of persons and goods, so that the system of protection and fire fighting is effectively automated, which act directly on the outbreak of fire at the exact moment that it starts. This paper presents the constructive aspects of the network of automatic showers, its functionality and finally the size of a system of sprinklers for a building for industrial use, demonstrating a specific way of calculation applied in determining the hydraulic pipes, connections, reservoir and pumping of water, based on methodology adopted by the program PIPENET.

Keywords: Sprinklers, automatic showers, fire

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Triângulo do fogo	25
Figura 2 - Tetraedro do fogo.....	25
Figura 3- Sistema tipo grelha	49
Figura 4 - Sistema tipo anel fechado	50
Figura 5 - Componentes de um sprinkler	51
Figura 6 - Chuveiros automáticos dos tipos	54
Figura 7 - Elementos do sistema de chuveiros automáticos.....	58
Figura 8 - Chuveiro automático de pé	60
Figura 9 - Chuveiro automático pendente	60
Figura 10 - Área de cobertura.....	61
Figura 11 - Distância máxima até as paredes	65
Figura 12- Distância do chuveiro automático à parede	66
Figura 13 - Distâncias entre vigas e chuveiros	68
Figura 14 – Layout dos demais sistemas da área.....	72
Figura 15 – Layout do sistema de chuveiros automáticos.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 2 - Características e código de cores dos chuveiros automáticos	55
Tabela 3 - Área máxima servida por uma coluna de alimentação.....	59
Tabela 4 - Áreas de cobertura máxima por chuveiro automático e distância máxima entre chuveiros.....	62
Tabela 5 - Áreas de cobertura máxima por chuveiro automático e distância máxima entre chuveiros automáticos	63
Tabela 6 - Áreas de cobertura máxima por chuveiro automático e distância máxima entre chuveiros automáticos	64
Tabela 7 - Distâncias mínimas entre chuveiros automáticos e a parede	64

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	13
1.2 JUSTIFICATIVA	13
1.3 OBJETIVO GERAL.....	14
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.5 METODOLOGIA.....	14
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2. INCÊNDIOS EM EDIFICAÇÕES – CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS.....	16
2.1 INTRODUÇÃO.....	16
2.2 CONTEXTO HISTÓRICO DOS INCÊNDIOS.....	17
2.3 PRINCIPAIS ORIGENS DOS INCÊNDIOS	18
2.4 PRINCIPAIS MÉTODOS DE PREVENÇÃO.....	19
2.5 PRINCIPAIS MÉTODOS DE EXTINÇÃO	21
3. INCÊNDIOS - CONTEXTUALIZAÇÃO.....	23
3.1 ASPECTOS GERAIS.....	23
3.2 FOGO	24
3.2.1 CONCEITUAÇÃO.....	24
3.2.2 ELEMENTOS ESSENCIAIS DO TRIÂNGULO DO FOGO	26
3.4 CONDIÇÕES PROPÍCIAS AO FOGO	28
4. PREVENÇÃO DE INCÊNDIOS - LEGISLAÇÃO.....	30
4.1 REGULAMENTAÇÃO BRASILEIRA.....	30
4.2 REGULAMENTAÇÃO INTERNACIONAL.....	31
4.2.1 IAFSS - THE INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR FIRE SAFETY SCIENCE	32
4.2.2 NFPA - NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION.....	32
4.2.3 SFPE – SOCIETY OF FIRE PROTECT ION ENGINEERS	33
4.2.4 FPA - FIRE PROTECT ION ASSOCIATION	33
5. PRINCIPAIS SISTEMAS DE PROTEÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS EM EDIFICAÇÕES	35
5.1 EXTINTORES	35

5.1.1	CLASSES DE INCÊNDIO E EXTINTORES EMPREGADOS:.....	36
5.1.2	CUIDADOS COM OS EXTINTORES.....	37
5.2	HIDRANTES E MANGOTINHOS	38
5.2.1	RESERVA DE INCÊNDIO	38
5.2.2	BOMBA DE RECALQUE.....	38
5.2.3	TUBULAÇÃO	39
5.2.4	HIDRANTE.....	39
5.2.5	ABRIGO DE MANGUEIRA	39
5.2.6	REGISTRO DE RECALQUE.....	39
5.3	ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA.....	40
5.4	SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIO.....	40
5.5	SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA.....	41
5.6	BRIGADA DE INCÊNDIO	42
5.7	SAÍDAS DE EMERGÊNCIA	43
5.8	SISTEMA DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS.....	44
6.	BOAS PRÁTICAS EM PROJETOS DE SISTEMAS DE COMBATE A	
	INCENDIOS POR CHUVEIROS AUTOMÁTICOS	46
6.1	ASPECTOS HISTÓRICOS.....	46
6.2	CONCEITUAÇÃO.....	47
6.3	CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS.....	48
6.3.1	SISTEMA CALCULADO POR TABELA.....	48
6.3.2	SISTEMA DE DILÚVIO	48
6.3.3	SISTEMA TIPO GRELHA	49
6.3.4	SISTEMA TIPO ANEL FECHADO.....	49
6.3.5	SISTEMA DE AÇÃO PRÉVIA.....	50
6.3.6	SISTEMA PROJETADO POR CÁLCULO HIDRÁULICO.....	51
6.3.7	SISTEMA DE TUBO MOLHADO	51
6.4	ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE UM CHUVEIRO AUTOMÁTICO..	51
6.5	OPERAÇÃO DOS SISTEMAS DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS.....	52
6.6	CARACTERÍSTICAS DOS CHUVEIROS AUTOMÁTICOS.....	52
6.7	SENSIBILIDADE TÉRMICA	53
6.8	FORMAS DE ORIENTAÇÃO DOS CHUVEIROS AUTOMÁTICOS	53
6.9	TIPOS DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS.....	54

6.10	TEMPERATURAS DE ACIONAMENTO	55
6.11	RESISTÊNCIA PARA OPERAR EM CONDIÇÕES AMBIENTAIS ADVERSAS	55
6.12	CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES	57
6.13	ELEMENTOS DE UM SISTEMA DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS	58
6.14	ÁREAS MÁXIMAS DE PROTEÇÃO DE UM SISTEMA DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS	59
6.15	CHUVEIROS AUTOMÁTICOS PENDENTES OU EM PÉ.....	59
6.16	ÁREA DE COBERTURA.....	60
6.16.1	CHUVEIROS AUTOMÁTICOS EM PÉ E PENDENTES DE COBERTURA PADRÃO	60
6.16.2	CHUVEIROS AUTOMÁTICOS EM PÉ E PENDENTES DE COBERTURA ESTENDIDA	61
6.16.3	CHUVEIROS AUTOMÁTICOS LATERAIS DE COBERTURA PADRÃO.....	61
6.17	ÁREA MÁXIMA DE COBERTURA.....	62
6.17.1	CHUVEIROS AUTOMÁTICOS EM PÉ E PENDENTES DE COBERTURA PADRÃO	62
6.17.2	CHUVEIROS AUTOMÁTICOS EM PÉ E PENDENTES DE COBERTURA ESTENDIDA	63
6.17.3	CHUVEIROS AUTOMÁTICOS LATERAIS DE COBERTURA PADRÃO.....	64
6.18	ESPAÇAMENTOS MÍNIMOS.....	64
6.19	ESPAÇAMENTOS MÁXIMOS	64
6.19.1	CHUVEIROS AUTOMÁTICOS EM PÉ E PENDENTES DE COBERTURA-PADRÃO	64
6.19.2	CHUVEIROS AUTOMÁTICOS EM PÉ E PENDENTES DE COBERTURA ESTENDIDA	65
6.19.3	CHUVEIROS AUTOMÁTICOS LATERAIS DE COBERTURA- PADRÃO.....	65
6.20	AFASTAMENTOS MÁXIMOS E MÍNIMOS DAS PAREDES.....	65
6.21	AFASTAMENTOS MÁXIMOS E MÍNIMOS DO TETO.....	66
6.22	AFASTAMENTOS MÍNIMOS DE OBSTRUÇÕES	67
6.23	FIXAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO.....	68

7. ESTUDO DE CASO	69
7.1 ASPECTOS CONSTRUTIVOS.....	69
7.1.1 CONFIGURAÇÃO DO PRÉDIO	69
7.2 ETAPAS DO PROJETO	70
7.2.1 DEFINIÇÃO DO OBJETIVO DO SISTEMA	70
7.2.2 DEFINIÇÃO DA LEGISLAÇÃO.....	70
7.2.3 DEFINIÇÃO DO MÉTODO DE CÁLCULO	70
7.2.4 ANÁLISE DA ARQUITETURA DO LOCAL.....	71
7.2.5 CÁLCULOS	73
7.3 LAYOUT DO SISTEMA DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS.....	74
7.4 RESUMO DO SISTEMA.....	76
7.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO ESTUDO DE CASO.....	76
8. CONCLUSÃO.....	78
9. BIBLIOGRAFIA	80
10. ANEXOS	82
10.1 ANEXO 1 – ISOMÉTRICO DO SISTEMA.....	82
10.2 ANEXO 2 – LISTA DE MATERIAIS.....	83
10.3 ANEXO 3 – RESULTADOS OBTIDOS PELO PROGRAMA	837

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os incêndios sempre trouxeram acontecimentos trágicos, deixando marcas indestrutíveis nas pessoas envolvidas. Os grandes incêndios estão relacionados às falhas durante a execução do combate inicial, à ausência de políticas públicas na gestão da prevenção e ao controle de incêndios nas edificações (THESIS, 2007).

O propósito global da segurança contra incêndio nas edificações é a redução do risco de vidas e das propriedades, sendo o objetivo principal a segurança das pessoas. No Brasil, a preocupação com a segurança tem evoluído bastante. A busca por melhoria contínua das legislações para qualidade da segurança das edificações e áreas de risco envolve uma crescente participação de profissionais que atuam na área e do órgão público responsável pela gestão de segurança contra incêndio.

O fogo sempre começa pequeno, com exceção das grandes explosões, por isso é importante que ele seja combatido de forma eficiente, para que sejam minimizadas suas consequências.

Assim devemos conhecer os aspectos básicos de prevenção e de proteção contra incêndio, para nossa própria segurança.

No presente trabalho, iremos abordar uma série de ações e sistemas de prevenção e combate a incêndio. Realizaremos uma síntese geral dos mesmos, para assim efetuar uma análise mais profunda do sistema mais comumente utilizado em edificações atualmente, o sistema de chuveiros automáticos.

1.2 JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento de um sistema fixo de combate a incêndios com o acionamento automático se torna importante à medida que as edificações passaram a ter grande parte de sua composição construtiva feita em material combustível.

Dentre as inúmeras vantagens de um sistema de combate a incêndio por chuveiros automáticos, sobressai em especial seu mecanismo de acionamento, o qual independe da ação do homem, mas está diretamente ligado a alteração térmica do ambiente protegido.

Busca-se com este estudo disponibilizar uma síntese dos detalhes construtivos e configurações técnicas do conjunto de chuveiros automáticos em conformidade com as normas existentes, numa abordagem abrangente a aspectos do projeto e da sua materialização.

1.3 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desse estudo é apresentar o detalhamento técnico do sistema preventivo de combate a incêndios por chuveiros automáticos, referenciando no mesmo boas práticas para projeto e instalação do mesmo.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho após o estudo bibliográfico do sistema de chuveiros automáticos serão:

- Apresentar o processo de dimensionamento e elaboração do projeto de prevenção contra incêndios baseado no sistema de chuveiros automáticos para uma edificação;
- Apresentar todos os detalhes construtivos e configurações técnicas do sistema estudado, em conformidade com as normas técnicas vigentes.
- Apresentar boas práticas no desenvolvimento de projetos e instalação de sistemas de chuveiros automáticos

1.5 METODOLOGIA

Para a realização dos objetivos estabelecidos neste trabalho, o estudo proposto será baseado na metodologia indicada abaixo:

Realização da revisão bibliográfica com o objetivo de apresentar os principais sistemas de proteção contra incêndio, bem como, de se apresentar as principais características do sistema automático de chuveiros automáticos com suas partes principais, detalhes de funcionamento, vantagens e desvantagens.

- a) Estudo detalhado dos roteiros de cálculos indicados pela atual NBR 10897.

- b) Escolha e análise do projeto arquitetônico da edificação que será adotado para a realização do estudo de caso apresentado neste trabalho.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

No capítulo um é apresentada uma introdução ao tema do trabalho, destacando sua importância na conjuntura atual. No capítulo dois, será feita uma abordagem geral sobre a ocorrência de incêndios em edificações relatando casos de grande repercussão, as principais origens dos incêndios e comportamento das medidas de prevenção e combate previamente instaladas nas edificações.. No terceiro capítulo apresentamos a revisão de conceitos ligados ao fogo e sua evolução, bem como particulariza o incêndio e suas classes. No quarto capítulo iremos falar sobre a legislação vigente, traçando um paralelo do que há no Brasil e no mundo. O quinto capítulo trata dos sistemas de prevenção e combate a incêndio existentes no mercado e mais comumente utilizados em edificações projetadas no Brasil. Reserva-se o sexto capítulo para o conceito e detalhamento do sistema preventivo de incêndios por chuveiros automáticos. No capítulo sete, apresentarei um estudo de caso para enfim elaborar minhas considerações finais no último capítulo.

2. INCÊNDIOS EM EDIFICAÇÕES – CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS

2.1 INTRODUÇÃO

Segundo Brentano (2010), Há milênios o homem convive com o fogo e o utiliza como um elemento auxiliar importante no seu dia-a-dia.

O fogo foi a maior conquista do ser humano na pré-história. A partir desta conquista o homem aprendeu a utilizar a força do fogo em seu proveito, extraíndo a energia dos materiais da natureza ou moldando a natureza em seu benefício. O fogo serviu como proteção aos primeiros hominídeos, afastando os predadores. Depois, o fogo começou a ser empregado na caça, usando tochas rudimentares para assustar a presa, encurralando-a. Foram inventados vários tipos de tochas, utilizando diversas madeiras e vários óleos vegetais e animais. No inverno e em épocas gélidas, o fogo protegeu o ser humano do frio mortal. O ser humano pré-histórico também aprendeu a cozinhar os alimentos em fogueiras, tornando-os mais saborosos e saudáveis, pois o calor matava muitas bactérias existentes na carne.

O fogo também foi o maior responsável pela sobrevivência do ser humano e pelo grau de desenvolvimento da humanidade, apesar de que, durante muitos períodos da história, o fogo foi usado no desenvolvimento e criação de armas e como força destrutiva.

Na antiguidade o fogo era visto como uma das partes fundamentais que formariam a matéria. Na Idade Média, os alquimistas acreditavam que o fogo tinha propriedades de transformação da matéria alterando determinadas propriedades químicas das substâncias, como a transformação de um minério sem valor em ouro.

Hoje em dia, o fogo continua sendo um instrumento de grande valor, quando controlado pelo homem. O fogo continua sendo usado para diversas finalidades de nosso cotidiano e é sem dúvidas, essencial em nossas vidas.

Há casos, porém, em que o fogo torna-se um agente destruidor, fugindo ao controle do homem causando assim um incêndio. Um Incêndio é uma ocorrência de fogo não controlado, que pode ser extremamente perigosa para os seres vivos e as estruturas. A exposição a um incêndio pode produzir a morte, geralmente pela inalação dos gases, ou pelo desmaio causado por eles, ou posteriormente pelas queimaduras graves.

Deve-se, portanto, conhecer os aspectos básicos de prevenção e de proteção contra incêndio. A prevenção consiste em evitar que a ocorrência do fogo, através de medidas básicas que requerem certo conhecimento característico do fogo, propriedade de risco dos materiais, causa de incêndios e estudos de combustíveis.

Entretanto, há casos onde apesar da prevenção, ocorre um princípio de incêndio. Nessas situações é importante que seja efetuado um combate eficiente, para que sejam minimizadas suas consequências. Para tal, um amplo conhecimento dos agentes extintores, aliado a utilização correta dos equipamentos de combate a incêndio são fundamentais.

Desta forma, os conhecimentos apresentados a seguir objetivam fornecer subsídios para prevenir e proteger as edificações em geral contra incêndios; as características dos materiais empregados, dos serviços, dos processos de fabricação, etc., além de determinar as soluções mais adequadas a cada situação, culminando na padronização de procedimentos.

2.2 CONTEXTO HISTÓRICO DOS INCÊNDIOS

O fogo tem sido responsável pela ocorrência de grandes catástrofes ao longo da história. Embora possa dever-se a causas naturais – por exemplo, quando associado à raios, calor excessivo ou vulcões, cada vez mais resulta da atividade humana. Assim, mesmo que surja em consequência de um terremoto ou furacão, seu foco provavelmente estará em depósitos de combustíveis, canalizações de gás e instalações elétricas. Uma ocorrência de fogo não controlado gera um incêndio.

Os incêndios sempre foram acontecimentos trágicos que deixaram e continuam deixando consequências significativas nas pessoas envolvidas. No decorrer dos anos, pode-se destacar grandes ocorrências de incêndios. A nível mundial, os principais acontecimentos foram: em Roma, pelo imperador Nero em 64 d.c; em Londres, quando o incêndio foi iniciado em uma casa de madeira e atingiu 85% da cidade; em Chicago no ano de 1871, deixando 300 pessoas mortas; no Sismo de São Francisco, na Califórnia, em 1906; e em uma boate na Argentina no ano de 2004.

Com a industrialização do Brasil e a migração desordenada da sociedade rural para urbana, no século XIX, os riscos de incêndios aumentaram nas indústrias e nas edificações. Em função dessa industrialização, diversos incêndios passaram a acontecer, deixando, até hoje, rastros de desespero, dor, horror e morte.

Pode-se destacar como os incêndios de proporções devastadoras: o incêndio do edifício Andraus em São Paulo, no ano de 1972, onde 375 pessoas ficaram feridas e 16 morreram; o incêndio do edifício Joelma em São Paulo, no ano de 1974, causando 189 mortes e 300 feridos; no edifício Grande Avenida em São Paulo, no ano de 1981, com

17 mortos e 53 pessoas feridas; e o incêndio no Edifício Sede da CESP em São Paulo, no ano de 1987, ocasionando 2 mortos.

Recentemente, o Brasil foi vítima de um grande incêndio em Santa Maria, no Rio Grande do Sul. O incêndio ocorreu na boate Kiss, na madrugada do dia 27 de janeiro de 2013, deixando 245 mortos. O fogo iniciou-se depois que a banda Gurizada Fandangueira, que se apresentava na boate, acendeu um sinalizador e incendiou o teto que era revestido de material inflamável. Nesse caso, uma série de erros potencializou a tragédia. Sem porta de emergência nem sinalização, muitas pessoas em pânico e no escuro não conseguiram achar a única saída existente na boate. Vale lembrar também que a boate não dispunha de um sistema de chuveiros automáticos de água eficiente, fato que poderia atenuar significativamente a tragédia.

2.3 PRINCIPAIS ORIGENS DOS INCÊNDIOS

Segundo Brentano (2011), os incêndios podem ter várias origens, podendo-se destacar:

- a) Cigarros e assemelhados: além do grande mal que causam a saúde, levam a provocar incêndios por imprudência no seu uso cotidiano, e por irresponsabilidade quando tocos de cigarros são jogados pelas janelas de automóveis em rodovias provocando incêndios nas matas e vegetações ribeirinhas;
- b) Forno e fogão: a origem de incêndio numa cozinha é muito comum, principalmente devido ao mau uso desses equipamentos e ao manejo inadequado de produtos inflamáveis, principalmente o GLP;
- c) Eletricidade: as instalações elétricas mal projetadas e executadas, e principalmente o uso impróprio dos equipamentos elétricos ocasionam grande número de focos de fogo. Instalações elétricas subdimensionadas, gambiarras, falta de proteção nos circuitos, tomadas elétricas sobrecarregadas, equipamentos elétricos funcionando irregularmente ou apresentando faíscas, superaquecimento, etc. Hoje, com a parafernália eletrônica cada vez maior, devem ser previstas instalações dimensionadas prevendo uma demanda maior de energia no futuro, ou, então, deixar possibilidades de aumento de carga sem destruir paredes;

- d) Atrito: Esta causa de foco de fogo acontece geralmente em máquinas e equipamentos usados em processos industriais com defeitos de arrefecimento;
- e) Líquidos Inflamáveis: Esta causa ocorre especialmente em indústrias, através de vazamentos acidentais;
- f) Raios: os raios, além da onda de choque, provocam incêndios, especialmente em locais de armazenamento de líquidos inflamáveis;
- g) Criminal: são os incêndios criminosos provocados para ocultar homicídios ou outros crimes, para receber seguros, por exemplo, etc.

2.4 PRINCIPAIS MÉTODOS DE PREVENÇÃO

A prevenção consiste em evitar que o triângulo do fogo se forme. Mais para isso é importante conhecer as principais causas dos incêndios.

Brentano (2011) menciona, que a proteção contra incêndios não é algo que possa ser adicionado após o projeto da edificação ter sido executado, mas, para ser realmente efetiva, ela deve ser pensada e considerada desde o início da elaboração do projeto arquitetônico e dos seus projetos complementares.

De acordo com a N.F.P.A.- National Fire Protection Association, organismo norte americano de estudos e normatização de assuntos relacionados a incêndios e a prevenção, as fontes de incêndio mais comuns são:

- Eletricidade, incluindo eletricidade estática = 21%
- Atrito = 14%
- Centelhas = 12 %
- Ignição espontânea = 8%
- Cigarros e fósforos = 8%
- Superfícies aquecidas = 7%
- Chamas abertas = 5%
- Solda e corte = 4%

Com este conhecimento podemos recomendar algumas práticas, para assim evitarmos o incêndio. Por exemplo:

- a) Armazenamento de material

Nas empresas geralmente existem os depósitos para o armazenamento dos materiais. Assim devemos manter os mesmos longe de fontes de calor e do comburente.

Deverá ser proibido fumar nessas áreas, pois todo fumante é um incendiário em potencial. (Ele conduz um dos elementos essenciais do fogo: o calor.) Uma ponta de cigarro acesa poderá causar incêndio de graves proporções.

Em edificações, nunca utilize a casa de força, casa de máquinas dos elevadores e a casa de bombas do prédio, como depósito de materiais e objetos. São locais importantes e perigosos, que devem estar sempre desimpedidos.

b) Manutenção adequada

Nas instalações elétricas a sobrecarga é uma das principais causas de incêndio. Se a corrente elétrica está acima do que a fiação suporta, ocorre o superaquecimento dos fios, podendo dar início a um incêndio. Por isso, não devemos ligar mais de um aparelho por tomada e nem fazer ligações provisórias. Antes da instalação de um novo aparelho, devemos verificar se não vai sobrecarregar o circuito. Utilize os aparelhos elétricos conforme especificado pelo fabricante.

Em instalações de gás somente pessoas habilitadas devem realizar consertos ou modificações. Deve-se sempre verificar possíveis vazamentos no botijão, e caso haja irregularidade, toque-o. Na hora de verificar vazamentos, nunca use fósforos, apenas água e sabão. Nunca tente improvisar formas de eliminar os vazamentos, utilizando cera, por exemplo.

Os botijões e os aparelhos que utilizam gás deverão ficar sempre em ambientes com abertura superiores e inferiores para ventilação. Estes aparelhos deverão ser revisados pelo menos a cada dois anos.

c) Organização e limpeza

Os corredores, escadas e saídas de emergência deverão estar sempre desobstruídos. Jamais utiliza-los como depósitos, mesmo que seja provisoriamente. Nunca guarde produtos inflamáveis nesses locais.

As coletas de lixo devem ser bem planejadas para não comprometer o abandono do edifício em caso de emergência.

d) Pára-raios

Os raios também podem causar incêndios, por isso uma boa instalação de pára-raios é importantíssima.

2.5 PRINCIPAIS MÉTODOS DE EXTINÇÃO

Brentano (2011) menciona que a partir do conhecimento dos elementos que são necessários para ocorrer o fogo, se deduz que, para extingui-lo, basta eliminar um dos três elementos, pelo menos, ou interromper a reação química em cadeia.

Os métodos de extinção do fogo, de acordo com o elemento componente do mesmo que se deseja neutralizar, são:

- Extinção por isolamento (retirada do matéria): Em algumas situações de fogo é possível retirar o material combustível. No caso de tanques de combustíveis, o fogo ocorre na superfície do líquido, podendo o mesmo ser retirado para outro local através de drenos pelo fundo. Fechar o registro de gás extinguindo o fogo do queimador do fogão por falta de combustível é uma medida. Em incêndios em edificações maiores, a neutralização desse combustível já é mais difícil, a não ser que tenha uma central de gás na edificação bem projetada e protegida, para possibilitar a interrupção total do fornecimento de gás.
- Extinção por abafamento (retirada do comburentes): Neste caso, procura-se evitar que o material em combustão seja alimentado por mais oxigênio do ar, reduzindo a sua concentração na mistura inflamável. Nos incêndios em edificações, isso é conseguido abafando o fogo com espuma aquosa que é mais leve e insolúvel na água, ou isolando o local com o fechamento do ambiente. No projeto arquitetônico pode ser prevista a compartimentação de áreas, que podem ser isoladas por ocasião de um incêndio. Pode-se extinguir o fogo por abafamento, também, reduzindo o índice de concentração de oxigênio no ar, com o uso de agentes extintores de gases inertes, mais pesados que o ar, sendo os mais comuns o CO₂ e o tetraedro do carbono. Eles atuam formando uma placa protetora entre o fogo e o ar, impedindo a propagação do incêndio.
- Extinção por resfriamento (retirada do calor): Com a utilização de um agente extintor, ele absorve calor do fogo e do material em combustão, com o conseqüente resfriamento deste. Quando o material em combustão não é mais capaz de gerar gases e vapores em quantidades suficientes para se misturar com o oxigênio do ar e alimentar a mistura combustível necessária para manter a reação química em cadeia, porque a perda de calor para o agente extintor é maior que o recebido do fogo, este começa a ser controlado

até sua completa extinção. De uma forma geral. O resfriamento do material combustível é a forma mais comum de extinguir o fogo em edificações e o agente extintor mais utilizado é a água.

- Extinção química (quebra da cadeia de reação química): Com os lançamentos ao fogo de determinados agentes extintores, suas moléculas se dissociam pela ação do calor formando átomos e radicais livres, que se combinam com uma mistura inflamável resultante do gás ou vapor do material combustível com o comburente, formando outra mistura não inflamável, interrompendo a reação química em cadeia. Determinados tipos de pós químicos são utilizados por este método de extinção.

3. INCÊNDIOS - CONTEXTUALIZAÇÃO

3.1 ASPECTOS GERAIS

Para Gomes (1998), conceitua-se Incêndio como sendo o fogo anômalo: tanto o que simplesmente se manifesta como o que ameaça destruir alguma coisa ou o que, não sendo avistado, se propaga e envolve tudo quanto possa devorar. Seja ele de qualquer causa. O incêndio tem uma característica constante: é a periculosidade de que se reveste, afrontando a integridade e a existência de todos os seres, onde quer que os surja. Os incêndios surgem e se desenvolvem lenta ou repentinamente, em função dos elementos que lhes dão causa, e se avolumam conforme a quantidade e a qualidade dos combustíveis e o ambiente que se encontram.

Carrasco (1999) afirma que para ocorrer um incêndio devem concorrer de forma simultânea, a presença de um combustível, um comburente, uma fonte de calor e uma reação em cadeia não controlada.

A ABNT, através da NBR 13860 define: o incêndio é o fogo fora de controle.

Todas essas conceituações são bem claras ao afirmar que o incêndio independe do tamanho do fogo. Por esse motivo, trataremos como incêndio qualquer tipo de fogo que coloque em risco o patrimônio e a vida das pessoas.

Segundo Gomes (1998), o incêndio normalmente se alastra e muda de proporções, e, não raro, ocasiona o aparecimento de outro, em virtude da propagação não só do calor, mas, também, por sua ação evolutiva, que é uma constante, caprichosa tal a uma trajetória. A propagação pode processar-se de maneira direta, por contato ou disseminação, ou indireta, por influência (como nas explosões) ou repercussão. A propagação direta ocorre:

- Alastramento: Ocorre quando o fogo que se desdobra e atinge elementos de fácil combustão, distintos, contíguos ou ligados intimamente ao local do foco inicial;
- Contato direto: Ocorre quando os corpos descontínuos que se encontram muito próximo daquele que arde;
- Alongamento espontâneo das chamas: Ocorre quando o vento prolonga as labaredas, fazendo que estas atinjam outros corpos adjacentes nas vizinhanças do incêndio;
- Veiculação: Transmissão de calor em alta temperatura, através do espaço, por irradiação ou convecção, o qual afetando pontos favoráveis propicia a formação de novos focos;

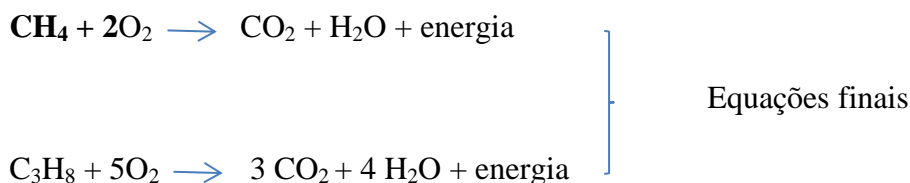
- Contato com chama aberta: Ocorre quando há queda de paredes e destroços que estão em ardência;
- Disseminação de fagulhas cadentes: São incêndios decorrentes de caminhamento de fagulhas provindas do incêndio;
- Rastilhos: Caminhamento de chamas por pisos oleosos, rastros de líquidos ou de quaisquer matérias inflamáveis;
- Líquidos inflamados, em flutuação ou que jorre no local do incêndio;
- Estilhaços expelidos ou resíduos ignescentes, arremessados de explosões ou comoções havidas na área incendiada;
- Gases libertados; também por labaredas de retorno;
- Acidentes elétricos e outros.

3.2 FOGO

3.2.1 CONCEITUAÇÃO

Segundo Drysdale (1995), o fogo é um complexo processo que envolve diversas interações entre processos físico-químicos.

O fogo é a rápida oxidação de um material combustível liberando calor, luz e produtos de reação, tais como o dióxido de carbono e a água. O fogo é uma mistura de gases a altas temperaturas, formada em reação exotérmica de oxidação, que emite radiação eletromagnética nas faixas do infravermelho e visível. Desse modo, o fogo pode ser entendido como uma entidade gasosa emissora de radiação e decorrente da combustão.



Para que ocorra essa reação química, deve existir no mínimo dois reagentes, que, a partir da existência de uma circunstância favorável, poderão combinar-se.

Os elementos essenciais do fogo são O combustível, O comburente e A fonte de calor.

Quando os três elementos se apresentam, sob condições propícias, em determinado ambiente, temos o chamado triângulo de fogo (figura 1)



Figura 1 - Triângulo do fogo

Fonte: <http://www.areaseq.com.br>

Entretanto, após a descoberta do agente extintor “Halon”, foi criada uma nova teoria, denominada “Tetraedro do Fogo” (figura 2).

Nota: O halon (hidrocarboneto halogenado) é um agente extintor de compostos químicos formados por elementos halogênios (flúor, cloro, bromo e iodo). É utilizado em equipamentos elétricos por apagar incêndios sem deixar resíduos.

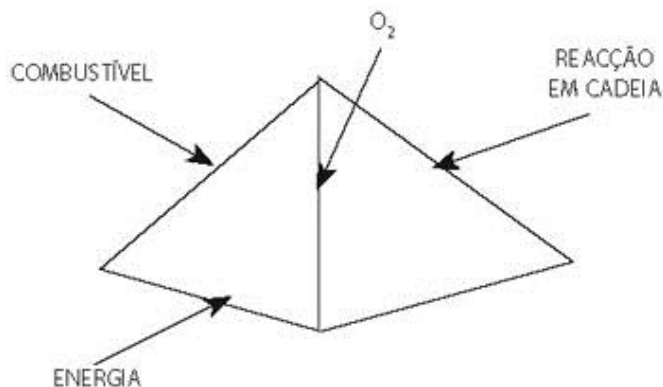


Figura 2 - Tetraedro do fogo

Fonte: <http://www.areaseq.com.br>

No tetraedro do fogo, cada face da figura geométrica espacial representa um elemento do fogo (combustível, oxigênio, energia e reação em cadeia). O que ela propõe é que para que o fogo se mantenha, todos esses elementos devem coexistir ligados.

3.2.2 ELEMENTOS ESSENCIAIS DO TRIÂNGULO DO FOGO

Conforme visto no item anterior para que ocorra fogo e conseqüentemente um incêndio, os elementos combustível, oxigênio, energia e reação em cadeia precisam estar presentes. neste item será feita uma abordagem sintética de cada um destes elementos para permitir a avaliação da ocorrência e dos aspectos contributivos para a ocorrência de incêndios.

3.2.2.1 COMBUSTÍVEL

Segundo Brentano (2011), os combustíveis são as matérias suscetíveis à queima, isto é, após a inflamação, continuam queimando sem nenhuma adição suplementar de calor. Podem ser sólidos, líquidos ou gasosos.

Os combustíveis sólidos, como madeiras, papéis, tecidos, borrachas, vários tipos de plástico etc., para entrar em combustão, devem primeiramente ser aquecidos, quando liberam vapores combustíveis que se misturam com o oxigênio do ar, gerando assim uma mistura inflamável. Uma pequena chama, fagulha ou o contato com uma superfície aquecida faz a mistura inflamável entrar em combustão. Os combustíveis sólidos queimam em superfície e em profundidade.

Os combustíveis líquidos, como gasolina, álcool etílico, acetona, etc., vaporizam ao serem aquecidos, misturando-se com o oxigênio do ar, formando uma mistura inflamável. Na realidade, não há rigorosamente a combustão de um combustível líquido, pois o que queima é o vapor liberado, misturado com o oxigênio do ar, fazendo com que, desta forma, os combustíveis líquidos queimem somente em superfície.

Os gases, como o GLP, metano, hidrogênio, etc., para entrar em combustão, devem formar uma mistura inflamável com o oxigênio do ar, cuja concentração deve estar dentro de uma faixa predeterminada. Os gases combustíveis têm maior facilidade para iniciar a combustão porque não necessitam da fase de vaporização como, os materiais combustíveis sólidos e líquidos, pois como suas moléculas têm maior liberdade de movimento, conseguem mais facilmente encontrar e reagir com as moléculas de oxigênio. Os gases queimam totalmente após a sua mistura com o oxigênio.

Do ponto de vista do combustível, alguns aspectos devem ser considerados para melhor se entender a sua contribuição para os incêndios:

A. PONTO DE FULGOR

Segundo Brentano (2011), o ponto de fulgor ou temperatura de inflamação corresponde a temperatura mínima na qual um material combustível sólido ou líquido,

começa a emitir vapores em quantidade suficiente para formar uma mistura inflamável com o oxigênio do ar, junto com a sua superfície, que entra em ignição quando em contato com uma chama ou centelha, criando somente um lampejo, porque a chama não se mantém devido a insuficiência de geração desses vapores inflamáveis para manter a combustão.

Exemplificando, o ponto de fulgor varia de combustível para combustível. Para a gasolina ele é de -42°C (menos quarenta e dois graus centígrados), para o asfalto é de 204°C (duzentos e quatro graus centígrados).

B. PONTO DE COMBUSTÃO

Menciona Brentano (2011), que o ponto ou temperatura de combustão corresponde a temperatura mínima na qual um material combustível começa a emitir vapores em quantidade suficiente para formar uma mistura inflamável com o oxigênio do ar junto a sua superfície, que entra em ignição quando em contato com uma chama ou centelha, e que se mantém queimando após a retirada da fonte de calor. O ponto de combustão ocorre alguns graus acima do ponto de fulgor.

C. TEMPERATURA DE IGNIÇÃO

Segundo Brentano (2011), o ponto de ignição ou auto-inflamação corresponde a temperatura mínima, a pressão atmosférica normal, na qual um material combustível sólido ou líquido, começa a emitir vapores em quantidade suficiente junto a superfície que entra espontaneamente em ignição simplesmente ao entrar em contato com o oxigênio do ar, independentemente de qualquer fonte de calor.

Exemplificando, o éter atinge sua temperatura de ignição a 180°C (cento e oitenta graus celsius) e o enxofre a 232°C (duzentos e trinta e dois graus celsius).

3.2.2.2 CALOR

Segundo Brentano (2011), calor é a energia que dá início, mantém e incentiva a propagação do fogo. Em outras palavras, o calor é o provocador da reação química da mistura inflamável proveniente da combinação dos gases ou dos vapores do combustível ou do comburente.

Gomes (1998) menciona também, que o calor pode surgir de fontes naturais ou artificiais. As fontes naturais advêm da ação do sol ou são originadas por fenômenos químicos e meteorológicos que podem desencadear-se de maneira surpreendente e indeterminada. As fontes de calor não naturais surgem de fenômenos físicos, os quais presidem toda a formação de calor, qualquer que seja o local onde este se manifeste: são

inumeráveis e se multiplicam com os progressos tentaculares da mecânica e da eletricidade, principalmente aplicadas nas indústrias.

Gomes (2008) afirma que até mesmo a temperatura ambiente já pode vaporizar um material combustível; é o caso da gasolina, cujo ponto de fulgor é de aproximadamente -40°C (menos quarenta graus celsius). Considerando-se que o ponto de combustão é superior em apenas alguns graus a uma temperatura ambiente de 20°C (vinte graus celsius) já ocorre a vaporização. O calor pode atingir uma determinada área por condução, convecção ou radiação.

3.2.2.3 COMBURENTE

Brentano (2011) menciona que o comburente, geralmente o oxigênio do ar, é o agente químico que ativa e conserva a combustão, combinando-se com os gases ou vapores do combustível, formando uma mistura inflamável. Em ambientes mais abertos, onde há boa circulação de ar ou vento, portanto mais ricos em oxigênio, as chamas são intensificadas por ocasião de um incêndio. O componente oxigênio no ar atmosférico seco é de 21 % em volume. Quando esta concentração cai abaixo de 14 % a maioria dos materiais combustíveis não mantém as chamas na sua superfície.

3.3 AÇÃO DO FOGO

Para Gomes (1998), a incidência da chama e o calor que o fogo emite, agindo direta ou indiretamente sobre os corpos, dão lugar a vários fenômenos tais como: carbonização, desidratação (resseca, torra), dilatação, desagregação, ebulição, vaporização, fusão, sublimação, calefação, redução de resistência, etc., alterando assim a constituição dos corpos sujeita a sua ação, intensa e demorada. Conforme a espécie e o estado dos combustíveis e as quantidades dos demais elementos, o fogo é mais ou menos pronto no seu desenvolvimento e mais ou menos vivo, tornando-se intenso, progressivamente, com as renovadas decomposições que o calor e a combustão vão suscitando pelo seu constante aumento e pelas transformações decorrentes.

3.4 CONDIÇÕES PROPÍCIAS AO FOGO

O fenômeno da combustão requer além dos elementos essenciais fogo, a necessidade de que as condições em que esses elementos se apresentam sejam propícias para o início do fogo. Portanto, o estado de ignição só será alcançado quando o combustível se apresentar na forma de vapor ou gás. Qualquer outro estado haverá a necessidade de um aquecimento prévio para a liberação dos mesmos.

É importante lembrar também, que para haver combustão é necessário que se tenha no ambiente porcentagens adequadas de oxigênio. Caso essa porcentagem for inferior a

16 % (dezesseis por cento) podemos afirmar que não haverá combustão, uma vez que a mistura combustível-comburente estará muito pobre.

4. PREVENÇÃO DE INCÊNDIOS - LEGISLAÇÃO

4.1 REGULAMENTAÇÃO BRASILEIRA

A proteção contra incêndio no Brasil não contempla uma lei federal, isto é cada Estado da federação é autônomo para legislar a respeito e os municípios podem também legislar sobre a questão. É um sonho dos militantes do ramo que o país possa ter uma legislação federal, respeitadas as particularidades de cada região.

Na verdade, se busca uma diretriz em volta da qual cada Estado, cada região pudesse elaborar os códigos de proteção contra incêndio e pânico respeitando as diretrizes do “Código Nacional de Proteção Contra Incêndio e Pânico”. Apesar de envidados muitos esforços, não foram possíveis alcançá-lo, permanecendo como um desafio a ser superado.

Todos os Estados possuem legislação, contudo, a grande maioria ainda não apresenta o rigor almejado. Felizmente, aqueles que ainda estão em busca desse, utilizam como modelo as já existentes, o que de certa forma está colaborando para uma uniformidade de conceitos o que, certamente, facilitará a elaboração do tão almejado Código Nacional.

Enquanto esse Código não está disponibilizado, temos que utilizar as ferramentas disponíveis, que são as normas técnicas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e as Instruções Técnicas dos Corpos de Bombeiros das unidades da federação que as possuem.

Segundo Brentano (2011), a fiscalização não consegue abranger todas as edificações, novas ou existentes, em todos os recantos do Brasil. Nosso país é continental, a falta de recursos financeiros é crônica e o pessoal também é insuficiente, inviabilizando uma fiscalização mais objetiva e atuante.

Outro grande problema para todas as partes intervenientes no processo de segurança contra incêndios no Brasil é a diversidade de legislações existentes, lembra Brentano.

Dentre as principais normas relacionadas a procedimentos para projeto e construção das edificações relacionadas a incêndio, podemos listar:

- NBR 10897 - Proteção contra Incêndio por Chuveiro Automático;
- NBR 10898 - Sistemas de Iluminação de Emergência;
- NBR 11742 - Porta Corta-fogo para Saída de Emergência;
- NBR 12615 - Sistema de Combate a Incêndio por Espuma.
- NBR 12692 - Inspeção, Manutenção e Recarga em Extintores de Incêndio;
- NBR 12693 - Sistemas de Proteção por Extintores de Incêndio;

- NBR 13434 - Sinalização de Segurança contra Incêndio e Pânico - Formas, Dimensões e cores;
- NBR 13435 - Sinalização de Segurança contra Incêndio e Pânico;
- NBR 13437 - Símbolos Gráficos para Sinalização contra Incêndio e Pânico;
- NBR 13523 - Instalações Prediais de Gás Liquefeito de Petróleo;
- NBR 13714 - Instalação Hidráulica Contra Incêndio, sob comando.
- NBR 13714 - Instalações Hidráulicas contra Incêndio, sob comando, por Hidrantes e Mangotinhos;
- - NBR 13932 - Instalações Internas de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) - Projeto e Execução;
- NBR 14039 - Instalações Elétricas de Alta Tensão
- NBR 14276 - Programa de brigada de incêndio;
- NBR 14349 - União para mangueira de incêndio - Requisitos e métodos de ensaio
- NBR 5410 - Sistema Elétrico.
- NBR 5419 - Proteção Contra Descargas Elétricas Atmosféricas;
- NBR 5419 - Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (Pára-raios.)
- NBR 9077 - Saídas de Emergência em Edificações;
- NBR 9441 - Sistemas de Detecção e Alarme de Incêndio;
- NR 23, da Portaria 3214 do Ministério do Trabalho: Proteção Contra Incêndio para Locais de Trabalho;

4.2 REGULAMENTAÇÃO INTERNACIONAL

Internacionalmente, a segurança contra incêndio no mundo é encarada como uma ciência, portanto uma área de pesquisa, desenvolvimento e ensino. Vemos uma enorme atividade nessa área na Europa, nos EUA, no Japão e, em menor intensidade, mas em franca evolução, em outros países, como Brasil e Índia.

É uma tendência internacional exigir que todos os materiais, componentes, sistemas construtivos, equipamentos e utensílios usados nas edificações sejam analisados e testados do ponto de vista da segurança contra incêndio. Para alcançar um desempenho cada vez maior, a sociedade desenvolve novas soluções em todas essas áreas. Materiais não inflamáveis vêm ganhando cada dia mais espaço no mercado e se tornando itens

indispensáveis muitas vezes na aprovação de projetos do Corpo de Bombeiros. Um exemplo marcante disso, é a placa de isopor não inflamável que deveria estar instalada na boate de Santa Maria, que com certeza evitaria a tragédia.

A legislação e os códigos de segurança contra incêndio vêm sendo substituídos para as edificações mais complexas pela engenharia de segurança contra incêndio, outra área também em expansão internacionalmente.

Grande parte das normas utilizadas no Brasil e no mundo, para prevenção de incêndios no tocante a equipamentos, sistemas e treinamentos, são originárias da N.F.P.A. - National Fire Protection Association dos EUA, organismo norte americano de estudos e normatização de assuntos relacionados a incêndios e a prevenção destes.

Dentre as principais associações regulamentadoras internacionais, podemos citar:

4.2.1 IAFSS - THE INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR FIRE SAFETY SCIENCE

O objetivo principal da associação é encorajar a pesquisa sobre prevenção e minimização dos efeitos adversos dos incêndios e implementar para apresentação dos resultados dessas pesquisas. A associação sente que seu papel está nas bases científicas para alcançar o progresso em problemas insolúveis de incêndios. Ela procura cooperação com outras organizações com aplicações ou envolvidas com a ciência que é fundamental para seus interesses em incêndio. Procura promover altos padrões e normas para encorajar e estimular cientistas a dedicar-se aos problemas de fogo, para dar fundamentos científicos e para facilitar as aplicações desejadas, a fim de reduzir as perdas humanas e materiais.

A associação possui mais de quatrocentos membros, de mais de vinte e oito países, incluindo o Brasil. A associação já realizou oito simpósios em diversos países. Os anais desses simpósios podem ser encontrados no site da associação.

4.2.2 NFPA - NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION

A missão dessa associação é reduzir as perdas devido a incêndios e a outros riscos para a qualidade de vida, fornecendo e defendendo por consenso: código, padrões, normas, pesquisa, treinamento e educação. Atualmente, a associação conta com mais de oitenta e um mil membros individuais em todo mundo, e mais de oitenta companhias americanas e organizações profissionais.

Os manuais:

- Código de segurança a vida.

- Código nacional de instalações elétricas NFPA 70.

Mais de duzentas normas em SCI foram produzidas pela NFPA, que é uma referência internacional.

4.2.3 SFPE – SOCIETY OF FIRE PROTECT ION ENGINEERS

A associação dos engenheiros de proteção contra incêndios, conta com aproximadamente quatro mil e quinhentos membros e cinquenta e sete sedes regionais. Tem como objetivo o desenvolvimento da ciência e a prática na engenharia de segurança contra incêndio e nos campos do conhecimento próximos, para manter altos padrões éticos entre seus membros e para alavancar a educação em engenharia de proteção a incêndios.

É importante entre suas publicações o “Manual de Engenharia de Proteção a Incêndios”, uma obra de referência com sessenta e oito áreas de conhecimento organizadas em cinco capítulos.

4.2.4 FPA - FIRE PROTECT ION ASSOCIATION

A associação de proteção contra incêndios, com sede no Reino Unido, é financiada principalmente pelas firmas de seguro, por meio da associação dos seguradores ingleses e dos lordes. Seus objetivos são:

- Proteção das pessoas, propriedade e meio ambiente por meio de técnicas avançadas de proteção a incêndio.
- Colaborar com os membros, seguradores, governo local e central, corpos de bombeiros e outros.
- Ajudar a focar a atenção tanto nacional como internacionalmente nessas questões.
- Influenciar nas decisões feitas por consumidores e negociantes.
- Coletar, analisar e publicar estatísticas, identificar tendências e promover pesquisa.
- Publicar guias, recomendações e códigos de treinamento.
- Disseminar aconselhamentos.

Entre as publicações, é de particular importância o programa desenvolvido para computador de “Lifesaver Fire Software”, que pode ser acessado pela internet para teste

e compra; esse programa permite treinar os funcionários em segurança contra incêndio, por meio de processo interativo, repetitivo e contínuo, que permite a segurança contra incêndios nos postos de trabalho sem muito esforço e com bom custo-benefício.

5. PRINCIPAIS SISTEMAS DE PROTEÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS EM EDIFICAÇÕES

Partindo do princípio de que, para haver fogo, são necessários o combustível, comburente e o calor, formando o triângulo do fogo ou, mais modernamente, o quadrado ou tetraedro do fogo, quando já se admite a ocorrência de uma reação em cadeia, para que haja a extinção do fogo, basta retirar um desses elementos. Assim sendo, os sistemas de proteção e combate a incêndios são baseados neste princípio. Para a com a retirada de um dos elementos do fogo, podem ser adotados os seguintes métodos de extinção: extinção por retirada do material, por abafamento, por resfriamento e extinção química. Brentano (2011).

- RESFRIAMENTO - Esse método consiste em jogarmos água no local em chamas provocando seu resfriamento e conseqüentemente eliminando o componente "calor" do triângulo do fogo.
- ABAFAMENTO - Quando abafamos o fogo, impedimos que o oxigênio participe da reação. Logo, ao retirarmos esse componente comburente (oxigênio) do triângulo, também extingüimos o fogo.
- ISOLAMENTO - Separando o combustível dos demais componentes do fogo, isolando-o, como na abertura de uma trilha (acero) na mata, por exemplo, o fogo não passa, impedindo que se forme o triângulo.

Há vários sistemas de proteção contra incêndios disponíveis no mercado, neste item é feita uma rápida abordagem de algumas das principais tecnologias usadas.

5.1 EXTINTORES

Segundo Pereira, Almiron e Del Carlo (2008), os extintores de incêndio surgiram no século XV, de forma rudimentar, sendo constituído de uma espécie de seringa metálica provida de um cabo de madeira. No século seguinte, o extintor foi renovado e passou a ser constituído por um grande recipiente de ferro montado sobre rodas, proveniente de um enorme gargalo curvo, podendo penetrar nas aberturas dos edifícios em chamas.

Del Carlo lembra que os extintores portáteis fazem parte do sistema básico de segurança contra incêndio em edificações. Eles têm como objetivo o combate de princípio de incêndio e devem ter como características principais: facilidade de uso, portabilidade, manejo e operação. Os princípios de incêndio têm características diferentes, devido a sua origem elétrica e aos materiais combustíveis envolvidos. Logo, o treinamento das pessoas para o seu uso é de fundamental importância para o cumprimento do seu objetivo (PEREIRA; ALMIRON; DEL CARLO, 2008).

Os extintores de incêndio são regulamentados no Código de Obras e Edificações dos Municípios e estão nos regulamentos dos Corpos de Bombeiros de todo Brasil, tornando seu uso obrigatório na maioria dos tipos de edificações, sendo não obrigatório em residências unifamiliares.

Todos os extintores no Brasil devem ser fabricados de acordo com a NBR 15808.

5.1.1 CLASSES DE INCÊNDIO E EXTINTORES EMPREGADOS:

Cada produto tem características próprias de inflamabilidade, de teor combustível de liberação de produtos ao queimar.

A classificação dos combustíveis visa agrupar aqueles que apresentam comportamento similar durante a combustão, de forma a facilitar a aplicação de técnicas e agentes extintores para obter uma extinção eficiente e rápida do fogo.

De acordo com a NR 23 do Ministério do Trabalho e a NBR 12.693, adota-se as seguintes classes de incêndio:

- Classe A: Os fogos de classe A são os que ocorrem em materiais combustíveis comuns, ordinários, como madeiras, papéis, tecidos, plásticos, etc. Esses materiais queimam em superfície e em profundidade e, em razão de seu volume, deixam resíduos após a combustão, como brasas e cinzas. A extinção se dá por resfriamento, principalmente pela ação da água, que é o mais efetivo agente extintor, e por abafamento, como ação secundária.
- Classe B: Os fogos de classe B são os que ocorrem em líquidos combustíveis inflamáveis, como óleos, gasolina, etc., que queimam somente em superfície, e em gases inflamáveis, como o GLP, gás natural, acetileno, hidrogênio e outros. A combustão destes materiais se caracteriza por não deixarem resíduos. A extinção se dá por abafamento, pela quebra de cadeia de reação química e/ou pela retirada do material combustível. Os agentes extintores podem ser produtos químicos secos, líquidos vaporizantes, gases, água nebulizada e a espuma mecânica, que é o melhor agente extintor.
- Classe C: Os fogos de classe C são os que ocorrem em equipamentos elétricos energizados. Deve ser usado um agente extintor não condutor de eletricidade. São usados pós químicos, líquidos vaporizantes e gases.
- Classe D: Os fogos de classe D são os que ocorrem em metais combustíveis, chamados de pirofóricos, como magnésio, titânio, zircônio, lítio, alumínio, etc. Esses metais queimam mais rapidamente, reagem com o oxigênio atmosférico, atingindo temperaturas mais altas que outros materiais

combustíveis. O combate exige equipamentos, técnicas e agentes extintores especiais para cada tipo de metal combustível, que formam uma capa protetora isolando o metal combustível do ar atmosférico. Estes tipos de fogos ocorrem em processos industriais, cujos agentes extintores específicos são de conhecimento do fabricante.

- Classe K: Os fogos de classe K são os que ocorrem em óleos comestíveis de fritura, gorduras animais em estado líquido, graxas, etc., que são usados em cozinhas comerciais e industriais. O combate ao fogo exige agentes extintores que proporcionem ótima cobertura em forma de lençol de abafamento. São usados pó químicos e líquidos especiais que provocam a saponificação do combustível.
- Classe I: Fogos em materiais radioativos.

5.1.2 CUIDADOS COM OS EXTINTORES

A instalação dos extintores de incêndio nas edificações e áreas de risco é resultante da necessidade de se efetuar o combate ao incêndio de imediato após sua detecção, ou seja, na sua origem.

Porém, para usar os extintores, é necessário ter alguns cuidados e seguir as normas regulamentadas pelo Corpo de Bombeiros. A seguir serão especificados os principais cuidados a serem tomados:

- Não deverá permanecer obstruído;
- Deverá estar visível e sinalizado;
- Não deverá ser colocado na escada e/ou obstruindo rotas de fuga;
- É permitida a instalação de extintores sobre suportes e nunca diretamente sobre o piso;
- Ensaio hidrostático (validade 5 anos) e a validade de recarga deverão estar dentro dos parâmetros das Normas Técnicas Oficiais;
- Quando os extintores estiverem localizados em pilares, a sinalização deve ser implantada em todas as faces do pilar;
- Deverá ser instalado onde haja menos probabilidade de o fogo bloquear o seu acesso;
- Altura da instalação: 1,60 metros a altura máxima, 0,20 metros a altura mínima;
- Deverá possuir o selo ou marca de conformidade de órgão competente ou credenciado;

- Deverá ser instalado de modo a ser adequado à extinção das várias classes de incêndios, dentro da área de proteção;
- O lacre não poderá estar rompido;
- A sinalização dos extintores deve ser implantada também no piso, quando estiverem localizados em garagens, depósitos, áreas de fabricação, por meio de um quadrado vermelho com lado igual a 70 cm e com moldura amarela de 15 cm de largura.

5.2 HIDRANTES E MANGOTINHOS

O Sistema de Hidrantes é composto por Reserva de Incêndio, Bomba de Recalque, Tubulação, Hidrante, Abrigo de Mangueira e Registro de Recalque. O agente extintor, utilizado no sistema de hidrantes, é a água e o método de extinção é por resfriamento.

Conforme Piolli (2003), os sistemas de hidrantes têm a função de extinguir o incêndio em seus estágios iniciais, ou seja, enquanto o incêndio ainda estiver localizado, não tiver ocorrido à inflamação generalizada e houver condições dos brigadistas se aproximarem para desenvolver, com segurança, as operações de combate ao incêndio.

5.2.1 RESERVA DE INCÊNDIO

É um compartimento feito de concreto armado ou de metal, destinado ao armazenamento de grande quantidade de água que, efetivamente, deverá ser fornecida para o uso exclusivo de combate ao incêndio.

A capacidade da reserva de incêndio deverá ser suficiente para garantir o suprimento dos pontos de hidrantes, considerando em funcionamento simultâneo, durante o tempo solicitado nas especificações técnicas.

5.2.2 BOMBA DE RECALQUE

A Bomba de Recalque efetua o deslocamento da água no interior das tubulações. O seu acionamento é manual – botoeira tipo liga/desliga – ou automático, através da chave de fluxo para reservatórios elevados ou manômetros para reservatórios subterrâneos.

As Bombas de Recalque possuem motor elétrico ou motor a explosão. As instalações da bomba recalque deverão seguir as seguintes condições:

- Devem ser protegidas contra intempéries, fogo, umidade, agentes químicos e danos mecânicos;
- A automatização da bomba deve ser executada de maneira que, após a partida do motor, seu desligamento seja obtido somente por acionamento manual, localizado dentro da casa de bombas e em um ponto estratégico da edificação ou no prédio de maior risco;

- O funcionamento automático é iniciado pela simples abertura de qualquer ponto de hidrante da instalação;
- Devem ser utilizadas somente para esse fim;
- As chaves elétricas de alimentação das bombas devem ser sinalizadas com a inscrição “Alimentação da Bomba de Incêndio – Não desligue”
- As bombas de recalque devem possuir uma placa de identificação na qual poderá ser constatada a sua potência.

5.2.3 TUBULAÇÃO

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.

Conforme a NBR 13714, nenhuma tubulação de alimentação dos pontos de hidrantes pode ter diâmetro nominal inferior a 65 mm. A tubulação aparente deverá ser pontada na cor vermelha e os acessórios na cor amarela (registros e válvulas).

5.2.4 HIDRANTE

Hidrante é um ponto de tomada de água provido de dispositivo de manobra (registro) e união de engate rápido. Os hidrantes poderão ser de coluna ou de parede e com uma única expedição ou duplos.

Todos os pontos de hidrantes devem receber sinalizações que permitam sua rápida localização, também não podendo ficar obstruídos. A utilização do sistema de hidrantes não deve comprometer a fuga dos ocupantes da edificação; portanto, deve ser projetado de forma a proteger a área da edificação, sem que obstrua as rotas de fuga.

5.2.5 ABRIGO DE MANGUEIRA

Compartimento (cor vermelha), embutido ou aparente, dotado de porta, destinado a armazenar mangueiras, esguichos e outros equipamentos de combate ao incêndio, capaz de proteger contra intempéries e danos diversos. Deverá ser instalado a não mais de 5 metros de cada hidrante de coluna, em lugar visível e de fácil acesso, com o dístico “incêndio” na porta.

5.2.6 REGISTRO DE RECALQUE

O sistema deve ser dotado de registro de recalque, consistindo em um prolongamento da tubulação, com diâmetro nominal mínimo de 65 mm até a entrada

principal da edificação, cujos engastes são compatíveis aos utilizados pelo Corpo de Bombeiros.

O dispositivo de recalque pode ser instalado na fachada da edificação ou no muro da divisa com a rua, com a introdução voltada para a rua e para baixo em um ângulo de 45 graus e a uma altura entre 0,60m e 1 metro, em relação ao piso do passeio.

5.3 ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Quando ocorre um incêndio em um edifício, a dificuldade da visibilidade em corredores, escadas e passagens pode significar a diferença entre uma evacuação planejada e o caos. O sistema de iluminação de emergência complementa a viabilidade da saída dos ocupantes do edifício, portanto, não pode ser concebido isoladamente dos demais sistemas de segurança da edificação (ARAUJO; GUBEROVICH, 2008).

A iluminação de emergência é obrigatória em todos os locais que proporcionam uma circulação horizontal ou vertical, de saídas para o exterior da edificação. O sistema de iluminação do ambiente deve garantir um nível mínimo de iluminamento no piso de 05 lux em locais com desnível e 03 lux em locais planos; deve permitir o reconhecimento de obstáculos que possam dificultar a circulação, como grades, saídas, mudanças de direção, etc.; e não pode deixar sombras nos degraus das escadas e obstáculos (BRASIL, 1999).

De acordo com Araújo e Guberovich (2008), o projeto do sistema de iluminação de emergência deve levar em consideração a falta ou falha de energia elétrica fornecida pela concessionária ou o desligamento voluntário, em caso de incêndio na área afetada. Além disso, deve indicar pontos da instalação dos dispositivos de iluminação, com o tempo mínimo de funcionamento do sistema previsto nessas áreas, em caso de planejamento da variação da autonomia de iluminação de emergência em diferentes áreas. O projeto deve ser constituído de memoriais e outros documentos, bem como das plantas de leiaute que definam as exigências do projeto da iluminação de emergência e suas soluções, além de definir e facilitar a instalação do sistema.

5.4 SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIO

Os sistemas de detecção e alarme de incêndio são constituídos por elementos que fornecem informações sobre os princípios de incêndio por meio de indicações sonoras e visuais, esses sistemas controlam os dispositivos de segurança e de combate automático instalados no edifício ou área de risco.

O objetivo é detectar o incêndio, que se apresenta sob a forma de três fenômenos físicos:

- Fumaça;
- Elevação da temperatura ambiente em relação à normal;
- Radiação da luz de chama aberta.

Primeiramente, é feita uma detecção do incêndio, após a detecção, os acionadores manuais enviam uma mensagem do local do fogo até a central de processamento, o aviso é ativado pela central de alarme e, por fim, são acionados os dispositivos auxiliares para ativação de outros sistemas de combate a incêndio.

A proposta do sistema de detecção e alarme de incêndio (SDAI) é detectar o fogo em seu estágio inicial, a fim de possibilitar o abandono rápido e seguro dos ocupantes do edifício e iniciar as ações de combate ao fogo, evitando assim a perda de vidas, do patrimônio e também evitar contaminação do meio ambiente (BRASIL, 2010).

5.5 SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA

A sinalização de segurança contra incêndio e pânico tem como objetivo reduzir o risco de ocorrência de incêndio, alertando para os riscos existentes, além de garantir que sejam adotadas ações adequadas à situação de risco, que orientem as ações de combate e facilitem a localização dos equipamentos e das rotas de saída para abandono seguro da edificação em caso de incêndio. A sinalização de segurança contra incêndio e pânico faz uso de símbolos, mensagens e cores definidos na ABNT NBR 13434-2 e instalados nas áreas de risco (BRASIL, 2004).

Brasil (2004) descreve os requisitos exigíveis que devem ser satisfeitas pela instalação do sistema de sinalização contra incêndio e pânico em edificações. A sinalização de segurança é classificada em básica e complementar.

A sinalização básica é constituída por quatro categorias, que são:

- Sinalização de proibição;
- Sinalização de alerta;
- Sinalização de orientação e salvamento;
- Sinalização de equipamentos.

A sinalização de proibição tem a função de proibir ações capazes de conduzir o início de um incêndio; a sinalização de alerta tem a função de alertar para áreas e materiais com potencial de risco; a sinalização de orientação e salvamento tem a função de indicar as rotas de saídas e ações necessárias para o seu acesso e a sinalização de equipamentos de combate a alarme tem a função de indicar a localização e os tipos de equipamentos de combate aos incêndios disponíveis.

A sinalização complementar é formada por faixas de cor ou mensagens, onde são empregadas nas seguintes situações:

- Indicação continuada de rotas de saída, como pilares, arestas de paredes, vigas, etc.;
- Indicação de obstáculos e riscos de utilização das rotas de saída;
- Mensagens específicas que acompanham a sinalização básica, onde for necessária a complementação da mensagem dada pelo símbolo.

Os diversos tipos de sinalização de segurança contra incêndio e pânico devem ser implantados em função de características específicas do uso e dos riscos, bem como em função de necessidades básicas para a garantia da segurança contra incêndio na edificação (BRASIL, 2004).

5.6 BRIGADA DE INCÊNDIO

A instalação de equipamentos de proteção nos edifícios e áreas de risco não garante que, na ocorrência de um incêndio, seja ele simplesmente extinto ainda em seu princípio. É necessário que os ocupantes tenham conhecimentos básicos sobre a operação de tais equipamentos e saibam agir ordenadamente, atuando assim de modo eficaz durante a situação de emergência.

Segundo Pereira e Popovic (2007), a utilização dos equipamentos de proteção deverá ser realizada por uma equipe especializada, ou seja, pelos integrantes da Brigada de Incêndio. A Brigada de Incêndio é um grupo organizado de pessoas treinadas e capacitadas para atuar na prevenção e no combate a um princípio de incêndio, bem como na evasão do local e na prestação de primeiros socorros, dentro de uma área preestabelecida.

A organização da Brigada de Incêndio nas edificações é feita de acordo com algumas características, tais como: a altura, área construída, número de ocupantes, número de pavimentos e tipo de ocupação da edificação. Porém, é necessário consultar a Norma Técnica – NBR 14276.

São atribuições das Brigadas de Incêndio: ações de prevenção e ações de emergência. Essas ações consistem em:

- Ações de prevenção
- Elaboração de relatórios das irregularidades encontradas;
- Inspeção geral dos equipamentos de proteção contra incêndio;
- Orientação à população fixa e flutuante;
- Avaliação dos riscos existentes;

- Realização de exercícios simulados;
- Inspeção de saídas de emergência e acessos;
- Encaminhamento do relatório aos setores competentes.
- Ações de emergência
- Combate ao princípio de incêndio;
- Corte de energia;
- Recepção e orientação ao Corpo de Bombeiros;
- Identificação do sinistro;
- Preenchimento do formulário de registro de trabalho dos bombeiros;
- Primeiros socorros;
- Alarme/evasão da área;
- Acionamento do Corpo de Bombeiros;
- Encaminhamento do formulário ao Corpo de Bombeiros para atualização de dados estatísticos.

Devem ser realizados exercícios simulados no estabelecimento ou local de trabalho, com a participação de toda a população, em intervalos máximos de três meses para simulados parciais e seis meses para simulados completos. Avalia-se assim, a brigada de incêndio, com o intuito de obter o melhor desempenho durante as ações de emergência (PEREIRA;POPOVIC, 2007).

5.7 SAÍDAS DE EMERGÊNCIA

As saídas de emergência consistem em áreas especiais utilizadas para dar conforto mínimo e segurança aos usuários nas situações de emergências. As saídas deverão ser executadas no processo inicial da construção, para que possam ser observados todos os detalhes construtivos.

Segundo Pereira, Almiron e Del Carlo (2008), o tempo necessário para que todos os ocupantes de uma edificação consigam atingir um local seguro, previamente estabelecido depende de:

- a) características da população: número de ocupantes, sua distribuição pela edificação, sua condição física, suas reações, seu estado físico e mental; tempo que dormiu ou o tempo que esteja acordado e se é ou não treinado para enfrentar emergências;
- b) tipo de atividade exercida: natureza dos componentes, dos processos industriais, etc.;

- c) instalações industriais abertas: são consideradas de alto risco para a evacuação. São os processos industriais que, em fração de segundos, colocam em risco uma grande área. A saída de funcionários de plataformas e torres de refinação deve estar no sistema de evacuação e receber um tratamento particular e requerem um treinamento específico (indústrias químicas, petroquímicas).

Durante o período de evacuação, a população envolvida procura determinados pontos de apoio para servir de orientação. Dentre os mais procurados, estão os corredores e as escadas de Segurança.

Os corredores devem ter as posições e os espaços completamente desobstruídos, com trânsito livre para as pessoas, além de luz e ventilação necessárias ao bom andamento, também deve possuir materiais de acabamento e de revestimento incombustível e largura de acordo com as necessidades de unidades de passagem. As escadas deverão possuir sistema de ventilação, facilitando a aeração e a extração de possível entrada de fumaça, devem ter lances retos e em alguns tipos de escadas também existe a necessidade de haver portas cota fogo, dutos de ventilação ou ainda a pressurização da caixa da escada. Todas as escadas de segurança devem possuir resistência ao fogo compatível com a ocupação (PEREIRA; ALMIRON; DEL CARLO, 2008).

Os grandes intervalos de tempo proporcionam insegurança aos ocupantes da edificação, que por outra parte, pode incluir pessoas idosas, enfermas ou mesmo inválidas temporária ou permanentemente (cegos, gestantes, surdos-mudos).

Infelizmente, a busca incessante de controle de gastos e a diminuição de custos nas obras levam vários profissionais a ignorar itens fundamentais nas saídas de emergência. Como resultados têm-se a inconsciência, a imprudência, o risco para os outros, a negligência, a in consequência e a ignorância. É para a proteção do homem que existe a legislação e o correto projeto suprimindo as falhas do aspecto humano e salvaguardando os bens. Nas sociedades evoluídas é dado um valor inestimável às pessoas e as perdas de vidas humanas são consideradas como inaceitáveis (ABOLINS; BIANCHINI; NOMELLINI, 2008).

5.8 SISTEMA DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS

O sistema de chuveiros automáticos é um sistema fixo de combate a incêndio e caracteriza-se por entrar em operação automaticamente, quando ativado por um foco de

incêndio, liberando água em uma densidade adequada ao risco do local que visa proteger e de forma rápida para extingui-lo ou controlá-lo em seu estágio inicial.

A sua eficácia é reconhecida em função do menor tempo decorrido entre a detecção e o combate ao incêndio, pois essa característica pode evitar a propagação do incêndio para o restante da edificação. Outra característica importante desse sistema é o acionamento do alarme simultaneamente com o início de operação, o que propicia a fuga dos usuários com segurança.

O princípio de operação desse sistema consiste em confinar o fogo na área de aplicação controlando ou extinguindo o foco do incêndio em seu estágio inicial, por meio de descarga automática de água. Assim, em uma grande área sem compartimentação como, por exemplo, em um galpão industrial, o sistema de chuveiros automáticos opera como compartimentação agindo na área restrita ao foco do incêndio, evitando a propagação do fogo e reduzindo os danos. Já o princípio de funcionamento do chuveiro automático é atuar como alarme, detectar e combater fogo.

Como esse sistema é objeto de estudo do trabalho, uma abordagem mais detalhada será realizada no capítulo 6.

6. BOAS PRÁTICAS EM PROJETOS DE SISTEMAS DE COMBATE A INCENDIOS POR CHUVEIROS AUTOMÁTICOS

6.1 ASPECTOS HISTÓRICOS

O sistema de chuveiros automáticos teve o início de seu desenvolvimento no século XIX, embora o aperfeiçoamento de vários tipos de sistemas e de chuveiros tenha ocorrido no século XX.

Segundo BRYAN (1976), o primeiro sistema de chuveiros automáticos foi criado na Inglaterra, em 1806, por John Carey. Esse sistema consistia de tubos perfurados conectados a um sistema de suprimento de água com um reservatório elevado. A coluna de distribuição de água continha uma válvula fechada conectada a um sistema de cordas e de pesos, que era arranjado de tal forma que as cordas ao serem queimadas abriam uma válvula por operação de um contrapeso liberando água para a extinção do fogo.

Em 1812, Sir William Congreve melhorou o sistema de John Carey substituindo as cordas por um cimento fundível, projetado para entrar em operação a 44°C. Ao patentear o seu sistema, Congreve incluiu uma ligação que é considerada a primeira válvula de alarme, que operava pela queda de um peso.

O Major Stewart Marcison, em 1864, projetou um chuveiro automático, considerado como o protótipo, pois apresentava elemento termo-sensível, que se fundia sob a ação do calor e permitia a descarga da água sob pressão em todas as direções, acionando somente aqueles atingidos pela ação do calor. Mais tarde, Henry Parmelee produziu um chuveiro automático que foi o primeiro a ser aceito comercialmente e também reconhecido pelas seguradoras (GONÇALVES e FEITOSA (1998)).

Ainda, segundo os mesmos autores, em 1922 foi lançado pela Grinnell um chuveiro com ampola de vidro com o objetivo de eliminar os problemas de corrosão que ocorria nos modelos de metal. A partir daí, houve uma série de pesquisas contínuas no sentido de aperfeiçoar e, conseqüentemente, melhorar a eficiência desse sistema, que é atualmente considerado o mais importante sistema de proteção contra incêndio.

Conforme o API GROUP INC. (s.d), a evolução histórica do sistema de chuveiros automáticos pode ser descrita da seguinte forma:

- 1806 – John Carey projeta um sistema de tubos perfurados, atuadores e cordas em chamas.
- 1812 – Cel. William Congreve projeta tubos perfurados com válvulas.
- 1875 – Parmelee inventa o primeiro chuveiro automático moderno.

- 1882 – Grinnell inventa um sistema de chuveiro automático melhorado que com capacidade de suportar pressões maiores e de distribuir a água mais uniformemente.
- 1885 – John R. Freeman realiza testes extensivos em sistemas de chuveiros automáticos.
- 1895 – Reunião dos representantes de seguradoras em Nova York para estabelecer normas de proteção contra incêndio.
- 1896 – a NFPA (National Fire Protection Association) é oficialmente instituída e publica normas para sistemas de proteção contra incêndio.

6.2 CONCEITUAÇÃO

O sistema de chuveiro automático torna-se recomendável para ocupações de risco aumentado, haja vista a concentração de carga combustível. Quando se analisa um sistema de proteção contra incêndio, deve-se considerar uma série de importantes fatores, tais como:

- Perdas na economia;
- Paralisação de atividade;
- Risco a vida.

Para Hernandez Filho (1987), o dimensionamento de um sistema de combate à incêndio deve entender os riscos de perdas que podem advir de um sinistro, sejam no âmbito econômico ou relativo a vida dos ocupantes desta edificação. Entendo este princípio de risco, um sistema adequadamente projetado minimiza consideravelmente os potenciais de perdas.

Desde sua invenção, os sprinkler (chuveiros automáticos) tem demonstrado ser o melhor e mais eficiente equipamento disponível no combate a incêndios. Contudo é prudente lembrar que um sistema de sprinklers tem como função o combate das chamas em sua fase incipiente, visando a extinção ou retardo que permita o combate por parte da unidade de bombeiros.

Segundo pesquisa realizada ao longo da década de 80 nos Estados Unidos, Solomon (1989) apresentou os seguintes resultados:

- 28 % dos incêndios foram extintos ou controlados por 1 (um) sprinkler;
- 46 % dos incêndios foram extintos ou controlados por 2 (dois) sprinkler;
- 89 % dos incêndios foram extintos ou controlados por até 15 (quinze) sprinkler.

O sistema de chuveiros automáticos é um sistema fixo de combate a incêndio e caracteriza-se por entrar em operação automaticamente, quando ativado por um foco de incêndio, liberando água em uma densidade adequada ao risco do local que visa proteger e de forma rápida para extingui-lo ou controlá-lo em seu estágio inicial.

A sua eficácia é reconhecida em função do menor tempo decorrido entre a detecção e o combate ao incêndio, pois essa característica pode evitar a propagação do incêndio para o restante da edificação. Outra característica importante desse sistema é o acionamento do alarme simultaneamente com o início de operação, o que propicia a fuga dos usuários com segurança.

O princípio de operação desse sistema consiste em confinar o fogo na área de aplicação controlando ou extinguindo o foco do incêndio em seu estágio inicial, por meio de descarga automática de água. Assim, em uma grande área sem compartimentação como, por exemplo, em um galpão industrial, o sistema de chuveiros automáticos opera como compartimentação agindo na área restrita ao foco do incêndio, evitando a propagação do fogo e reduzindo os danos. Já o princípio de funcionamento do chuveiro automático é atuar como alarme, detectar e combater o fogo.

6.3 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS

Conforme a NBR 10897 (2008), os sistemas de chuveiros automáticos classificam-se em:

- Sistema calculado por tabela;
- Sistema dilúvio;
- Sistema tipo grelha;
- Sistema tipo anel fechado;
- Sistema de ação prévia;
- Sistema projetado por cálculo hidráulico;
- Sistema de tubo molhado;

6.3.1 SISTEMA CALCULADO POR TABELA

Sistema de chuveiros automáticos cujos diâmetros de tubulação são selecionados em Tabelas preparadas conforme a classificação da ocupação e no qual um dado número de automáticos pode ser alimentado por diâmetros específicos de tubulação.

6.3.2 SISTEMA DE DILÚVIO

Consiste de uma rede de tubulação seca em cujos ramais estão instalados os chuveiros automáticos abertos, ou seja, não possuem elementos termos-sensíveis como também nenhum tipo de obstrução. É acrescido de um sistema de detecção de incêndio,

na mesma área de proteção e interligado a uma válvula, denominada válvula- dilúvio e instalada na entrada da rede de tubulação, a qual entra em operação quando da atuação de qualquer detector, motivado pelo princípio de incêndio ou mesmo pela ação manual de um controle remoto. Após a abertura da válvula-dilúvio, a água entra na rede e é descarregada por todos os chuveiros abertos. Nesse instante, de forma automática e simultânea, soa um alarme de incêndio.

Em casos especiais, o acionamento da válvula-dilúvio pode ser feito por meio de um sistema de detecção de gases específicos.

6.3.3 SISTEMA TIPO GRELHA

Sistema de chuveiros no qual as tubulações subgerais são conectadas a ramais múltiplos. Um chuveiro em operação deve receber água pelas duas extremidades do ramal enquanto outros ramais auxiliam a transportar água entre as tubulações subgerais, conforme Figura 7.

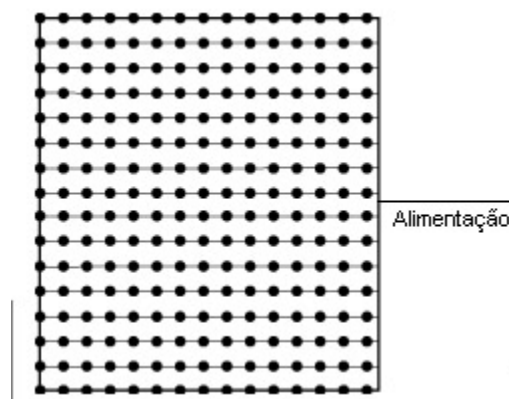


Figura 3-Sistema tipo grelha

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008

6.3.4 SISTEMA TIPO ANEL FECHADO

Sistema de chuveiros no qual tubulações subgerais múltiplas são conectadas de modo a permitir que a água siga mais do que uma rota de escoamento até chegar a um chuveiro em operação. Neste sistema, os ramais não são conectados entre si, conforme Figura 8.

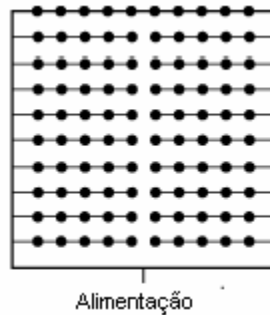


Figura 4 - Sistema tipo anel fechado

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008

6.3.5 SISTEMA DE AÇÃO PRÉVIA

Consiste de uma rede de tubo seco contendo ar que pode estar ou não sob pressão, em cujos ramais são instalados os chuveiros automáticos. Na mesma área protegida pelo sistema de chuveiro, é instalado um sistema de detecção de incêndio muito mais sensível, interligado a uma válvula especial, instalada na entrada da rede de tubulação. A atuação de quaisquer dos detectores, motivada por princípio de incêndio, faz com que a válvula especial seja aberta automaticamente. Uma vez aberta a válvula especial, ela permite a entrada de água na rede, que descarregará nos chuveiros ativados pelo fogo. A ação prévia do sistema de detecção faz soar simultânea e automaticamente um alarme de incêndio, antes da abertura de qualquer chuveiro automático.

A principal diferença entre os sistemas de ação prévia e de tubo seco é que no sistema de ação prévia a válvula especial atua independentemente da abertura dos chuveiros, ou seja, ela é acionada pela operação automática de um sistema de detecção de incêndio e não pela abertura de um chuveiro.

O sistema de ação prévia apresenta algumas vantagens sobre o sistema de tubo seco, sendo destacadas as seguintes:

- a válvula é aberta em menor tempo, uma vez que o detector automático é mais sensível que o chuveiro.
- o sistema de detecção torna o acionamento do alarme mais rápido.
- o alarme é dado quando a válvula é aberta.
- os danos causados pela água e pelo fogo são menores, pois a água é descarregada sobre o fogo assim que o chuveiro é aberto.

6.3.6 SISTEMA PROJETADO POR CÁLCULO HIDRÁULICO

Um sistema de chuveiros automáticos no qual os diâmetros de tubulação são selecionados com base na perda de carga, de modo a 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.

6.3.7 SISTEMA DE TUBO MOLHADO

Emprega chuveiros automáticos ligados aos ramais de uma rede de tubulação fixa contendo água sob pressão. É controlado em sua entrada, por uma válvula de alarme cuja função é fazer soar automaticamente um alarme quando da abertura de um ou mais chuveiros acionados pelo incêndio. Os chuveiros automáticos realizam de forma simultânea a detecção, alarme e combate ao fogo. Nesse sistema o agente extintor, a água, somente é descarregada pelos chuveiros ativados pela ação do fogo. É recomendado para locais nos quais não há risco de congelamento da água na tubulação.

6.4 ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE UM CHUVEIRO AUTOMÁTICO

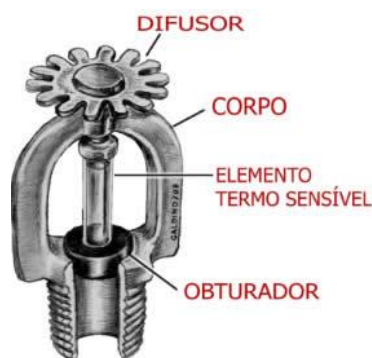


Figura 5 - Componentes de um sprinkler

Fonte: <http://revista.fundacaoaprender.org.br/index.php?id=141>

Segundo Brentano (2011), os chuveiros automáticos são compostos basicamente, de:

- Corpo: É a parte dos chuveiros automáticos que contém a rosca para sua fixação na canalização de água, braços e orifício de descarga e serve como suporte dos demais componentes;

- Obturador: É um pequeno disco metálico que veda o orifício de descarga da água do chuveiro automático nas condições normais de temperatura do local de sua instalação, mantido comprimido pelo elemento termo sensível;
- Elemento Termo Sensível: É o componente destinado a liberar o obturador e permitir a passagem da água quando o local da instalação do chuveiro automático atingir a faixa de temperaturas de seu acionamento. Esse elemento termo sensível pode ser um fusível de liga metálica especial ou uma ampola de vidro, que possui um líquido especial no seu interior altamente expansível com o calor.
- Defletor: É um disco, com ranhuras e vários formatos, presos a uma estrutura do chuveiro automático, sobre o qual incide com bastante força o jato sólido de água depois de removido o obturador, formando um cone de aspersão sobre toda a área de proteção do referido chuveiro automático. O jato sólido de água pode ser ascendente, descendente ou horizontal para atingir o defletor e formar o cone de aspersão, de acordo com o tipo de chuveiro adotado no projeto, em pé, pendente ou lateral respectivamente.

6.5 OPERAÇÃO DOS SISTEMAS DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS

Chuveiros automáticos são equipamentos providos de um disco obturador que veda completamente o orifício por onde sai a água, comandado por um elemento termo sensível, que pode ser uma ampola de vidro, que contém um líquido expansível com calor ou, então, uma peça fusível de liga metálica eutética de ponto de fusão baixo, que o mantém hermeticamente fechado.

Os chuveiros automáticos são providos de elementos termo sensíveis que são calibrados para se romper quando atingirem uma faixa de temperaturas predeterminadas devido ao calor proveniente do foco de incêndio, regulados para o ambiente protegido, de acordo com a classe de risco. Por ocasião de um foco de incêndio, o calor do fogo sobe até junto ao teto onde encontram-se localizados os chuveiros automáticos. Quando o ar aquecido no entorno do chuveiro automático atinge sua temperatura de acionamento, o elemento termo sensível se rompe, soltando o disco obturador que é removido com a pressão da água, que após incide sobre um defletor, originando uma aspersão com determinado raio de ação sobre o local onde irrompeu o fogo.

6.6 CARACTERÍSTICAS DOS CHUVEIROS AUTOMÁTICOS

Segundo Brentano (2011), os chuveiros automáticos são caracterizados basicamente das seguintes formas:

- Alta sensibilidade térmica;
- Várias formas de ação sobre o fogo;
- Várias formas de orientação;
- Vários níveis de temperatura de acionamento;
- Pode operar em condições especiais.

6.7 SENSIBILIDADE TÉRMICA

A NBR 10897 (2008) define sensibilidade térmica como a medida da velocidade de operação de um elemento termo-sensível, na maneira como instalado em um chuveiro específico. Uma medida da sensibilidade térmica é o índice de tempo de resposta (RTI) medido sob condições padronizadas de teste:

- Chuveiros de resposta rápida possuem elementos termo-sensíveis com RTI igual ou menor a 50 (metrossegundos)^{1/2}
- Chuveiros de resposta padrão possuem elementos termo-sensíveis com RTI igual ou maior a 80 (metrossegundos)^{1/2}

Brentano (2011) destaca que um dos fatores mais importantes de um sistema de chuveiros automáticos é projetá-lo com a localização correta dos chuveiros automáticos no teto ou nas paredes, para que a sensibilidade térmica ou a sua velocidade de resposta seja preservada e o acionamento imediato do sistema por ocasião de um incêndio não seja prejudicado.

Os chuveiros automáticos devem ser localizados onde se concentram as iniciais e grandes quantidades de calor decorrente de um fogo, isto é, sempre o mais próximo do teto. Portanto, sempre devem ser observados os afastamentos máximos do teto e as exceções recomendadas pela norma e pelos fabricantes para cada tipo de chuveiro automático, lembra Brentano (2011).

6.8 FORMAS DE ORIENTAÇÃO DOS CHUVEIROS AUTOMÁTICOS

Segundo a NBR 10897 (2008), os chuveiros a seguir são definidos conforme a sua orientação de instalação:

- Chuveiro Oculito: Chuveiro embutido coberto por uma placa que é liberada antes do funcionamento do chuveiro.
- Chuveiro Flush: Chuveiro decorativo cujo corpo, ou parte dele, incluindo a rosca, é montado acima do plano inferior do teto. Ao ser ativado, o defletor se prolonga para baixo do plano inferior do teto.

- Chuveiro Pendente: Chuveiro projetado para ser instalado em uma posição na qual o jato de água é direcionado para baixo, contra o defletor.
- Chuveiro Embutido: Chuveiro decorativo cujo corpo, ou parte dele, exceto a rosca, é montado dentro de um invólucro embutido.
- Chuveiro Lateral: Chuveiro com defletor especial projetado para descarregar água para longe da parede mais próxima a ele, em um formato parecido com um quarto de esfera. Um pequeno volume de água é direcionado à parede atrás do chuveiro.
- Chuveiro em Pé: Chuveiro projetado para ser instalado em uma posição na qual o jato de água é direcionado para cima, contra o defletor.

Os chuveiros, quanto à posição de instalação do defletor, podem ser classificados em: chuveiro para cima (up right), chuveiro pendente e chuveiro lateral (sidewall), conforme apresentados na Figura 10.



Figura 6 - Chuveiros automáticos dos tipos: para cima ou up right (a); pendente (b) e lateral (c) (RELIABLE (s.d.))

6.9 TIPOS DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS

Segundo a NBR 10897 (2008), existem os tipos de chuveiros automáticos abaixo listados:

- Chuveiro automático: chuveiro que possui elemento acionador termossensível, que se rompe ao atingir uma temperatura predeterminada, descarregando água sobre a área de incêndio;
- Chuveiro aberto: chuveiro que não possui elementos acionadores ou termossensíveis;
- Chuveiro de cobertura extensiva: tipo de chuveiro projetado para cobrir uma área maior do que a área de cobertura de chuveiros-padrão;

- Chuveiro tipo spray: chuveiro cujo defletor direciona a água para baixo, lançando uma quantidade mínima de água, ou nenhuma para o teto;
- Chuveiros automáticos de resposta rápida: chuveiros automáticos que possuem elementos termossensíveis com RTI igual ou menor a 50 m/s^{1/2};
- Chuveiro automático de resposta imediata e cobertura estendida: tipo de chuveiro automático de resposta rápida, projetado para cobrir uma área maior do que a área de cobertura de chuveiros padrões.

6.10 TEMPERATURAS DE ACIONAMENTO

Segundo Brentano (2011), os chuveiros automáticos são aprovados em graus nominais de temperatura para os seus acionamentos, variando em faixas de temperatura de 57 a 343° C, determinados pelas temperaturas máximas permitidas nos ambientes, de acordo com seus graus de riscos, ver tabela 2. A temperatura determinada pelo acionamento deve ser próxima à temperatura máxima permitida para o ambiente, com uma margem de segurança de, no mínimo, 20° C acima.

O elemento termo sensível é calibrado para ser acionado dentro de uma faixa de temperaturas, conforme pode ser observado na tabela 2.

Tabela 1 - Limites de temperatura, classificação e código de cores dos chuveiros automáticos

Máxima Temperatura no Teto (°C)	Limites de Temperatura (°C)	Classificação da Temperatura	Código de Cores	Cor do Líquido do Bulbo de Vidro
38	57 – 77	ORDINÁRIO	INCOLOR OU PRETO	VERMELHO OU LARANJA
66	79 – 107	INTERMEDIÁRIO	BRANCO	AMARELO OU VERDE
107	121 – 149	ALTO	AZUL	AZUL
149	163 – 191	EXTRA ALTO	VERMELHO	ROXO
191	204 – 246	EXTRA EXTRA ALTO	VERDE	PRETO
246	260 – 302	ULTRA ALTO	LARANJA	PRETO
329	343	ULTRA ALTO	LARANJA	PRETO

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008

6.11 RESISTÊNCIA PARA OPERAR EM CONDIÇÕES AMBIENTAIS ADVERSAS

De acordo com Beltrano (2007), os chuveiros automáticos podem ser usados para proteção de riscos específicos em condições especiais de instalação ou ambientais:

- Chuveiros automáticos localizados em ambientes desfavoráveis: quando os chuveiros automáticos são instalados em ambientes desfavoráveis que apresentam umidade excessiva, vapores ou gases corrosivos devem ser protegidos adequadamente no próprio processo de fabricação, com banhos ou revestimentos especiais com poliéster, teflon, chumbo, cromo, cádmio, etc., ou, então, fabricados com materiais mais resistentes a corrosão, como o aço inoxidável. Os chuveiros automáticos não devem ser pintados a não ser pelo fabricante. Para ambientes altamente corrosivos, sobre esses revestimentos é, ainda, aplicada cera, que tem ponto de fusão levemente inferior à temperatura de operação do chuveiro automático. É importante salientar, que estes revestimentos, de forma alguma, podem interferir no acionamento, operação e no padrão de distribuição da água;
- Chuveiros automáticos localizados em níveis intermediários: os chuveiros automáticos podem ser equipados com coberturas especiais que protegem seus elementos termo sensíveis contra água descarregada por outros chuveiros automáticos instalados em níveis superiores no mesmo ambiente, como em locais de armazenamentos altos, bibliotecas, chaminés de exaustão, etc..
- Chuveiros automáticos protegidos de danos mecânicos: os chuveiros automáticos também podem ser suscetíveis a danos mecânicos, como choques acidentais por deslocamentos de equipamentos altos no ambiente. Eles devem ser protegidos por guardas de metal, projetadas e instaladas de tal forma que não afetem o seu desempenho quanto à sensibilidade térmica e à descarga de água.
- Chuveiros automáticos institucionais (“Institutional Automatic Sprinkler”): são chuveiros automáticos projetados especificamente para serem usados em edificações como prisões, instituições para tratamento de doentes mentais, etc., de tal forma que seus ocupantes não possam desmontá-los, retirá-los, danificá-los e até usá-los como armas. Podem ser usados na posição pendente ou horizontal de parede, em sistemas de canalização molhada.
- Chuveiros automáticos para tetos inclinados: são chuveiros automáticos usados especificamente em tetos inclinados como espaços ocultos abaixo dos telhados, combustíveis ou não, com treliças de madeira e teto abaixo. São instalados na posição em pé, tendo defletores direcionados de jato em um sentido, em ângulo de 90° ou em sentidos opostos, Apresenta a vantagem de baixar o custo com

uma rede de canalizações até 80 % menor que de chuveiros automáticos do tipo Padrão;

- Chuveiros automáticos secos: são chuveiros automáticos projetados para serem utilizados em locais ou ambientes refrigerados, de frio intenso ou câmaras frias, quando alimentados por um sistema de canalização molhada, localizados em área aquecida, Podem ser usados, também, em sistemas de canalização seca, nas posições pendente, embutido ou oculto no teto;
- Chuveiros automáticos ornamentais: em alguns ambientes é importante que o chuveiro automático, além de eficiente, tenha aparência atrativa, ou tenha acabamento decorativo. Podem ser ainda, embutidos ou ocultos no teto, com pintura e acabamento de acordo com o ambiente que devem proteger.

6.12 CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES

Segundo a NBR 10897 (2008), as edificações podem ser classificadas em:

- Ocupações de risco leve: Compreendem as ocupações ou parte das ocupações onde a quantidade e/ou a combustibilidade do conteúdo (carga incêndio) é baixa e onde é esperada baixa taxa de liberação de calor.
- Ocupações de risco ordinário:
 - Grupo I: Compreendem as ocupações ou parte de ocupações onde a combustibilidade do conteúdo é baixa e a quantidade de materiais combustíveis é moderada. A altura de armazenagem não excede a 2,4 m e incêndios com moderada taxa de liberação de calor são esperados.
 - Grupo II: Compreendem as ocupações ou parte de ocupações onde a quantidade e a combustibilidade do conteúdo é de moderada a alta. A altura de armazenagem não excede a 3,7 m e incêndios com moderada a alta taxa de liberação de calor são esperados.
- Ocupações de risco extraordinário:
 - Grupo I: Compreendem as ocupações ou parte de ocupações onde a quantidade e a combustibilidade do conteúdo é muito alta, podendo haver a presença de pós e outros materiais que provocam incêndios de

rápido desenvolvimento, produzindo alta taxa de liberação de calor. Neste grupo as ocupações não possuem líquidos combustíveis e inflamáveis.

- Grupo II: Compreendem as ocupações com moderada ou substancial quantidade de líquidos combustíveis ou inflamáveis.
- Ocupações de risco especial: Compreendem as ocupações ou parte das ocupações isoladas, comerciais ou industriais, em que se armazenam líquidos inflamáveis, produtos de alta combustibilidade tais como: borracha, papel e papelão, espumas celulares ou materiais comuns em alturas superiores às previstas para as ocupações de risco ordinário.

6.13 ELEMENTOS DE UM SISTEMA DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS

O sistema de chuveiros automáticos apresenta os elementos e componentes, apresentados na Figura 11, e organizados em quatro subsistemas: abastecimento de água, pressurização, válvula de governo e alarme e distribuição.



Figura 7 - Elementos do sistema de chuveiros automáticos

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008

- Abastecimento de água: Esta modalidade de proteção necessita de grande reserva de água, obtida de fontes de abastecimentos confiáveis. O abastecimento de água inclui o hidrante de recalque que vai ser usado pelo Corpo de Bombeiros quando terminar a água do sistema interno de abastecimento;
- Pressurização: As bombas serão usadas sempre que a alimentação por gravidade não atender as pressões mínimas dos sistemas de chuveiros automáticos. Geralmente o sistema de chuveiros automáticos possui reservatório térreo

devido ao grande volume de água necessário, tendo, conseqüentemente um sistema de bombas;

- Válvula de controle alarme: É a válvula que controla o escoamento de água para a rede de distribuição e o aciona o sistema de alarme;
- Rede hidráulica de distribuição: è a rede formada por canalizações fixas localizadas após o sistema de controle e alarme, que alimenta os chuveiros automáticos.

6.14 ÁREAS MÁXIMAS DE PROTEÇÃO DE UM SISTEMA DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS

Segundo a NBR 10897 (2008), a área máxima de um pavimento protegido por um sistema alimentado por uma coluna principal e alimentação deve ser conforme Tabela 3. A área ocupada por mezaninos não deve ser considerada no cálculo da área total permitida.

Nos casos em que um único sistema for utilizado para proteger simultaneamente uma área de risco extraordinário e uma área de risco leve ou ordinário, a área de risco extraordinário não deve exceder a área especificada abaixo e a área total de cobertura não deve exceder 4 800 m².

Tabela 2 - Área máxima servida por uma coluna de alimentação

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

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008

6.15 CHUVEIROS AUTOMÁTICOS PENDENTES OU EM PÉ

Chuveiros automáticos de pé são aqueles fixados sobre a tubulação e tem o fluxo de água voltado para cima, sendo mais usado em ambientes de menor requinte construtivo, tais como garagem, depósitos e similares.



Figura 8 - Chuveiro automático de pé

Fonte: <http://www.skop.com.br/conhecimento.php?titulo=saiba-mais-sobre-chuveiros-automaticos-contraincendio-sprinkles>

Chuveiros pendentes são utilizados quando se deseja que ele seja o mais discreto possível na decoração do ambiente, o que é possível, uma vez que ele pode ficar parcialmente ou totalmente embutido no teto, de acordo com o risco da edificação. Além disso, toda a rede de alimentação está escondida acima do teto, condição impossível de se obter com o chuveiro automático em pé.



Figura 9 - Chuveiro automático pendente

Fonte: http://www.consultoriaeanalise.com/2009/08/nbr-10897-protecao-contraincendio-por_02.html

6.16 ÁREA DE COBERTURA

De acordo com os parâmetros da NBR 10897 (2008), a área de cobertura de um chuveiro automático é calculada de acordo com os parâmetros abaixo:

6.16.1 CHUVEIROS AUTOMÁTICOS EM PÉ E PENDENTES DE COBERTURA PADRÃO

A área de cobertura por chuveiro (A_s) será estabelecida pela multiplicação da dimensão S pela dimensão L , ou seja:

$A_s = S \times L$, conforme descrito abaixo e exemplificado nas Figuras 14:

- a) ao longo dos ramais (S). Determinar a distância entre chuveiros automáticos (ou até a parede ou obstrução no caso do último chuveiro no ramal) a montante ou a jusante. Escolher a maior entre as duas dimensões: o dobro da distância até a parede ou obstrução, ou a distância até o próximo chuveiro;
- b) entre ramais (L). Determinar a distância perpendicular até o chuveiro no ramal adjacente (ou até a parede ou obstrução no caso do último ramal) em cada lado do ramal no qual o chuveiro em questão está posicionado. Escolher a maior entre as duas dimensões: o dobro da distância até a parede ou obstrução, ou a distância até o próximo chuveiro automático.

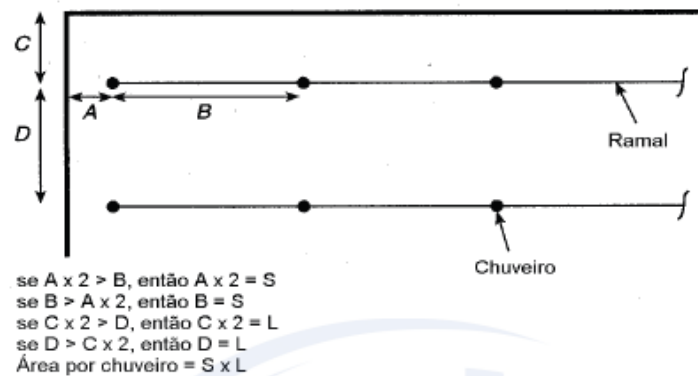


Figura 10 - Área de cobertura

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008

6.16.2 CHUVEIROS AUTOMÁTICOS EM PÉ E PENDENTES DE COBERTURA ESTENDIDA

A área de cobertura (A_s) de chuveiros automáticos de cobertura estendida não deve ser menor do que aquela especificada para cada tipo de chuveiro a ser utilizado de acordo com as características ensaiadas e aprovadas por entidade ou laboratório de reconhecida competência técnica. As áreas de proteção devem ser quadradas.

6.16.3 CHUVEIROS AUTOMÁTICOS LATERAIS DE COBERTURA PADRÃO

A área de cobertura de cada chuveiro (A_s) deve ser estabelecida pela multiplicação da dimensão S pela dimensão L, ou seja: $A_s = S \times L$, conforme descrito abaixo:

- a) ao longo da parede (S). Determinar a distância entre chuveiros automáticos ao longo da parede (ou até a parede, no caso do último chuveiro no ramal) a

montante e a jusante. Escolher a maior entre as duas dimensões: o dobro da distância até a parede final ou a distância até o próximo chuveiro;

- b) de um lado a outro do quarto (L). Determinar a distância do chuveiro automático até a parede oposta ao chuveiro ou até o ponto médio do quarto, quando houver chuveiros automáticos em duas paredes opostas.

6.17 ÁREA MÁXIMA DE COBERTURA

6.17.1 CHUVEIROS AUTOMÁTICOS EM PÉ E PENDENTES DE COBERTURA PADRÃO

A máxima área de cobertura permitida para um chuveiro automático em pé e pendente de cobertura padrão deve ser conforme o valor indicado na Tabela 4. Em nenhum caso a área deve ser superior a 21 m².

Tabela 3 - Áreas de cobertura máxima por chuveiro automático e distância máxima entre chuveiros

Tipo de teto	Método de cálculo	Área de cobertura (m ²)			Distância máxima entre chuveiros automático (m)		
		Leve	Ord.	Extra	Leve	Ord.	Extra
Não combustível obstruído e não obstruído; Combustível não obstruído	Tabela	18,6	12,1	8,4	4,6		3,7
	Cálculo Hidráulico	20,9		9,3/12,1*			3,7/4,6**
	Cálculo Hidráulico			9,3/12,1*			3,7/4,6**
	Cálculo Hidráulico			9,3/12,1*			3,7/4,6**
Combustível obstruído	Tabela	15,6		8,4			3,7
	Cálculo Hidráulico			9,3/12,1*			3,7/4,6**
Combustível com elementos estruturais distanciados a menos de 0,90 m	Tabela	12,1		8,4			3,7
	Cálculo Hidráulico			9,3/12,1*			3,7/4,6**
*Área de cobertura, risco extra: 9,3 m ² , se densidade > 10,2 mm/min e 12,1 m ² se densidade < 10,2 mm/min							
**Espaçamento máximo: 3,7 m, se densidade > 10,2 mm/min, e 4,6 se densidade < 10,2 mm/min							

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008

6.17.2 CHUVEIROS AUTOMÁTICOS EM PÉ E PENDENTES DE COBERTURA ESTENDIDA

A máxima área de cobertura permitida para um chuveiro automático em pé e pendente de cobertura estendida deve ser conforme a Tabela 5. A máxima área de cobertura de qualquer chuveiro automático não deve exceder 37,2 m².

Tabela 4 - Áreas de cobertura máxima por chuveiro automático e distância máxima entre chuveiros automáticos

Teto	Risco leve		Risco ordinário		Risco extra	
	Área de proteção (m ²)	Distância (m)	Área de proteção (m ²)	Distância (m)	Área de proteção (m ²)	Distância (m)
Sem obstruções	37,2	6,1	37,2	6,1	-	-
	30,2	5,5	30,2	5,5	-	-
	24	4,9	24	4,9	-	-
	-	-	18,5	4,3	18,5	4,3
	-	-	13,7	3,7	13,7	3,7
Incombustível obstruído	37,2	6,1	37,2	6,1	-	-
	30,2	5,5	30,2	5,5	-	-
	24	4,9	24	4,9	-	-
	-	-	18,5	4,3	18,5	4,3
	-	-	13,7	3,7	13,7	3,7
Combustível desobstruído	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008

6.17.3 CHUVEIROS AUTOMÁTICOS LATERAIS DE COBERTURA PADRÃO

A máxima área de cobertura permitida para um chuveiro (As) deve ser conforme o valor indicado na Tabela 6. A área máxima de cobertura nunca deve exceder 60 m².

Tabela 5 - Áreas de cobertura máxima por chuveiro automático e distância máxima entre chuveiros automáticos

	Risco leve		Risco ordinário	
	Acabamento combustível	Acabamento incombustível ou de combustibilidade limitada	Acabamento combustível	Acabamento incombustível ou de combustibilidade limitada
Área de cobertura máxima	11,2 m ²	18,2 m ²	7,4 m ²	9,3 m ²
Distância máxima ao longo da parede (S)	4,3 m	4,3 m	3 m	3 m
Largura máxima do quarto (L)	3,7 m	4,3 m	3 m	3 m

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008

6.18 ESPAÇAMENTOS MÍNIMOS

Segundo a NBR 10897 (2008), as distâncias mínimas entre chuveiros automáticos e entre o chuveiro e a parede devem ser conforme a tabela 7.

Tabela 6 - Distâncias mínimas entre chuveiros automáticos entre o chuveiro e a parede

Distâncias mínimas	
Entre chuveiros m	Entre o chuveiro e a parede mm
1,8	100

6.19 ESPAÇAMENTOS MÁXIMOS

De acordo com a NBR 10897 (2008), a distância máxima permitida entre chuveiros automáticos deve ser baseada na distância entre chuveiros automáticos no mesmo ramal ou em ramais adjacentes. A distância máxima deve ser medida ao longo da inclinação do telhado.

6.19.1 CHUVEIROS AUTOMÁTICOS EM PÉ E PENDENTES DE COBERTURA-PADRÃO

A distância máxima permitida entre chuveiros automáticos deve atender à Tabela 4.

6.19.2 CHUVEIROS AUTOMÁTICOS EM PÉ E PENDENTES DE COBERTURA ESTENDIDA

A distância máxima permitida entre chuveiros automáticos deve atender à Tabela 5.

6.19.3 CHUVEIROS AUTOMÁTICOS LATERAIS DE COBERTURA-PADRÃO

A distância máxima permitida entre chuveiros automáticos deve ser medida ao longo do ramal, acompanhando sua inclinação, se houver.

Os chuveiros automáticos laterais de cobertura-padrão devem ser instalados ao longo de uma única parede de acordo com os valores máximos de espaçamento listados na Tabela 6.

Quando a largura do quarto for superior à largura máxima permitida (até 7,3 m para risco leve ou 6,1 m para risco ordinário), os chuveiros automáticos laterais devem ser instalados em duas paredes opostas com o espaçamento exigido pela Tabela 6, desde que nenhum chuveiro automático esteja localizado dentro da área máxima de cobertura de outro chuveiro.

6.20 AFASTAMENTOS MÁXIMOS E MÍNIMOS DAS PAREDES

Segundo a NBR10897 (2008), a distância de um chuveiro automático até uma parede não deve exceder metade da distância máxima permitida entre chuveiros automáticos. A distância do chuveiro à parede deve ser medida perpendicularmente à parede.

Nos casos em que as paredes formem ângulos ou sejam irregulares, a distância máxima horizontal entre um chuveiro automático e qualquer ponto do piso protegido por aquele chuveiro automático não deve exceder $\frac{3}{4}$ da distância máxima permitida entre chuveiros automáticos, desde que a distância máxima perpendicular não seja excedida (ver Figura 15).

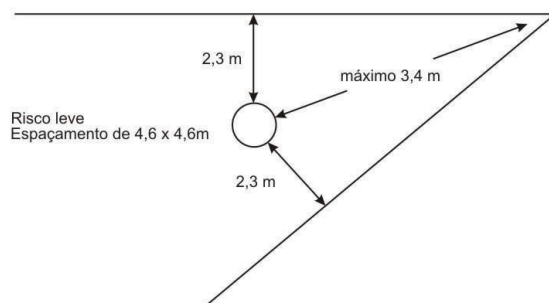


Figura 11 - Distância máxima até as paredes

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008

A distância do chuveiro automático até a parede deve ser medida perpendicularmente à parede.

A NBR 10897 (2008) estabelece também, que para chuveiros automáticos laterais de cobertura-padrão, a distância mínima do chuveiro à parede deve ser medida entre o chuveiro na extremidade do ramal e a parede perpendicular à parede do ramal, conforme a figura 15.

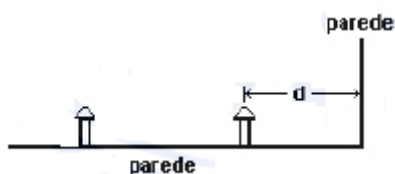


Figura 12- Distância (d) do chuveiro automático à parede (vista em planta)

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008

6.21 AFASTAMENTOS MÁXIMOS E MÍNIMOS DO TETO

De acordo com Brentano (2007), os principais vícios construtivos dos sistemas de chuveiros automáticos estão relacionados com seu afastamento em relação ao teto da edificação, já que é junto dele que se forma a camada de calor que é responsável pelo seu acionamento. A combinação do tipo de acabamento do teto, luminárias, elementos estruturais, etc., levam a um desempenho desejável evitando que as obstruções afetem a entrada em ação e a descarga dos chuveiros automáticos. As características do teto são importantes porque as obstruções podem aprisionar o calor e fazer com que o teto entre em combustão, propagando o fogo, antes dos chuveiros automáticos entrarem em operação.

O posicionamento dos chuveiros em relação ao teto deve ser definido em função do tipo de teto: horizontal, inclinado ou curvo.

Além disso, devem ser considerados o tipo e o material do teto, ou seja: teto liso, teto constituído por vigas e nervuras, teto de madeira, teto em forma de colmeia ou teto com estrutura metálica.

A NBR 10897 (2008) contempla diversas situações e cenários diferentes. É muito importante o estudo e conhecimento destes.

6.22 AFASTAMENTOS MÍNIMOS DE OBSTRUÇÕES

Segundo Solomon (1989), as obstruções podem modificar a configuração da descarga de água e reduzir consideravelmente a área de cobertura dos chuveiros automáticos, podendo deixar, com isso, áreas a descoberto. Sempre devem ser encontradas soluções, nem que seja com a adição de mais chuveiros automáticos para que se tenham adequadas densidade e cobertura de água do risco a proteger. A área de ação do chuveiro automático varia de acordo com o afastamento vertical da obstrução ao defletor, com o tipo de chuveiro automático e com a pressão da água.

Para armazém ou comércio de mercadorias são recomendados os afastamentos verticais livres mínimos dos defletores dos chuveiros automáticos localizados no teto ao topo das mercadorias. O afastamento vertical mínimo do defletor do chuveiro automático do tipo Padrão ou de Cobertura estendida de qualquer obstrução deve ser de 45 cm. Nesse afastamento, o chuveiro do tipo Padrão já proporciona uma área de cobertura com raio de, mais ou menos, 1,30 m.

Para um afastamento vertical de 1,30 m abaixo do defletor, a área de cobertura já atinge um diâmetro próximo de 5,0 m, um pouco maior que o espaçamento máximo permitido para chuveiros automáticos do tipo padrão, para riscos leve e ordinário, que é de 4,60 m.

Segundo a NFPA 13 (2002), o afastamento mínimo entre um chuveiro automático e a face lateral de uma obstrução horizontal contínua, como uma viga no teto, luminárias, dutos de ar condicionado, etc., deve ser determinado a partir do afastamento vertical do defletor da face inferior da obstrução, para qualquer classe de risco, os quais são mostrados na tabela constante da norma.

Nas treliças ou vigas vazadas, os sub-ramais correm através dos vazios ou aberturas, sendo os chuveiros automáticos localizados nos vãos entre treliças ou vigas, segundo a NFPA 13 (1994).

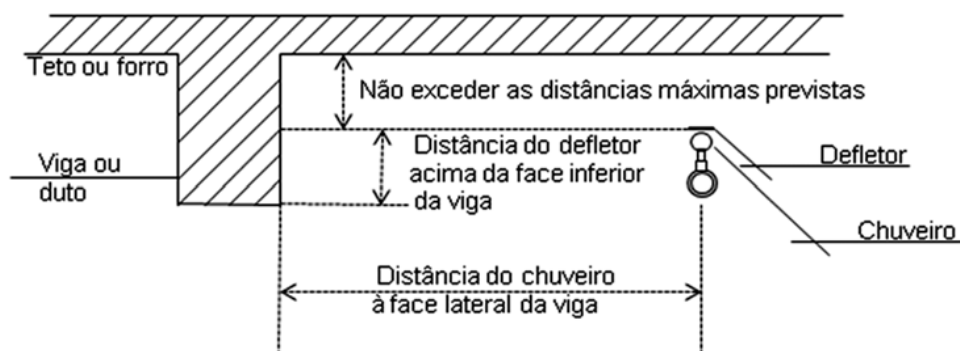


Figura 13 - Distâncias entre vigas e chuveiros com respectivos defletores

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas,1990

6.23 FIXAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

Segundo a NBR 10897 (2008), devem ser utilizados apenas materiais ferrosos na fabricação de suportes.

As tubulações do sistema de chuveiros automáticos devem ser convenientemente suportadas por colunas, vigas, paredes, tetos e estruturas do telhado de um prédio, levando-se em consideração que os suportes devem sustentar cinco vezes a massa do tubo cheio d'água mais 100 kg em cada ponto de fixação.

7. ESTUDO DE CASO

Neste capítulo serão apresentados de forma resumida, o detalhamento e dimensionamento de uma rede de chuveiros automáticos do office building da empresa Wartsilla no porto de Açu, RJ.

7.1 ASPECTOS CONSTRUTIVOS

O local de risco estudado localiza-se no porto de Açu, RJ e se constitui de uma edificação de classe construtiva padrão, que possui paredes de alvenaria (tijolos a vista). O quadro estrutural (Superestrutura) de concreto armado também é aparente e está revestida com tinta especial para concreto. As esquadrias são metálicas perfiladas em alumínio anodizado e têm os vãos fechados com vidro liso 3,0 mm. O fechamento superior (forro) é construído em PVC e tacação de metal. As instalações elétricas estão dispostas em eletrodutos embutidos nas paredes e travejamento, sendo protegidas por disjuntores eletromagnéticos alocados em uma caixa metálica situada nas imediações da porta de acesso, conforme planta baixa. Iluminação de conformidade com o método lumens constituído em luminárias fluorescentes de 2 x 40 W. O piso foi construído em concreto armado (polido), sendo revestido por placas cerâmicas. Outras informações estão indicadas abaixo:

- O edifício é classificado como área de baixo risco de acordo com classe de ocupação;
- A maior área de proteção para um único sprinkler adotada foi de 20,9 m²;
- A maior distancia entre sprinklers adotada foi de 4,6 m;
- A mínima distância entre sprinklers adotada foi de 1,8 m;
- A menor distância das paredes foi 0,1 m.

7.1.1 CONFIGURAÇÃO DO PRÉDIO

As salas protegidas por Sistema de sprinkler estão listadas abaixo:

- Customer Lobby (C101)
- Conference (C102)
- Conference (C103)
- Corridor (C105)
- Corridor (C113)
- First Aid (C115)
- Canteen (C117)
- CCB (C118)

- Office (C119)
- Multiuse (C120)
- Work Cafe (C124)
- Project Corner (C125)

Essas áreas foram selecionadas, devido à baixa incidência de equipamentos elétricos. A água em salas de equipamentos elétricos pode causar re-ignição no incêndio.

7.2 ETAPAS DO PROJETO

7.2.1 DEFINIÇÃO DO OBJETIVO DO SISTEMA

O sistema de chuveiros automáticos de água em estudo tem como principal objetivo combater o “foco do fogo”, proporcionando assim o controle das chamas até a sua auto-extinção.

7.2.2 DEFINIÇÃO DA LEGISLAÇÃO

Conforme apresentado no trabalho, cada estado apresenta uma legislação de incêndio específica. Como o empreendimento está localizado no Rio de Janeiro, o mesmo será fiscalizado pelo Corpo de Bombeiro local, e, portanto a legislação a ser seguida para todo o projeto é definida pelo Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico (COSCIP), Decreto nº 897, de 21 de setembro de 1976.

A fim de complementar os cálculos garantindo assim uma maior eficiência do sistema, foram usadas como base também as normas listadas abaixo:

- National Fire Protection Association
 - o NFPA 13 – Standard for the Installation of Sprinkler System
 - o NFPA 14 – Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems
- ABNT/ NBR
 - o NBR 10897 – Chuveiros Automáticos
 - o NBR 13714 – Hidrantes e carretéis de espuma

7.2.3 DEFINIÇÃO DO MÉTODO DE CÁLCULO

Existem dois métodos de cálculo: por tabela ou cálculo hidráulico. No presente estudo, a escolha se deu pelo cálculo hidráulico.

Essa escolha é justificada pela maior precisão oferecida pelo mesmo, além do fato desse método poder ser aplicado a qualquer classe de risco. Uma maior precisão conduz a uma instalação mais econômica.

Outra justificativa para escolha desse método é a possibilidade oferecida pelo mesmo de se controlar o dimensionamento toda a instalação matematicamente

7.2.4 ANÁLISE DA ARQUITETURA DO LOCAL

Foi realizado um estudo arquitetônico do empreendimento, com o objetivo de se realizar o enquadramento da edificação quanto a sua classe de risco, de acordo com a sua ocupação.

Analisando a NBR 10897/2008, chegamos a conclusão que a edificação se enquadra na classe de risco baixo/ ordinário. Essa classificação se deu, uma vez que nenhuma área do empreendimento apresenta tamanho maior que 465 m².

Nesse estudo observou-se também a necessidade de se realizar um layout detalhado do teto (que inclui desenhos isométricos (anexo 1) para melhor visualização de “clashes” com outros sistemas/equipamentos, bem como para facilitar a instalação do mesmo) em função dos diversos sistemas que passam pela área. Pelo teto da mesma foram lançados todo o sistema de ar condicionado, elétrico, dentre outros. Na figura 14 pode-se ver as plantas de referência com os demais sistemas existentes nessa área que tiveram de ser evitados.

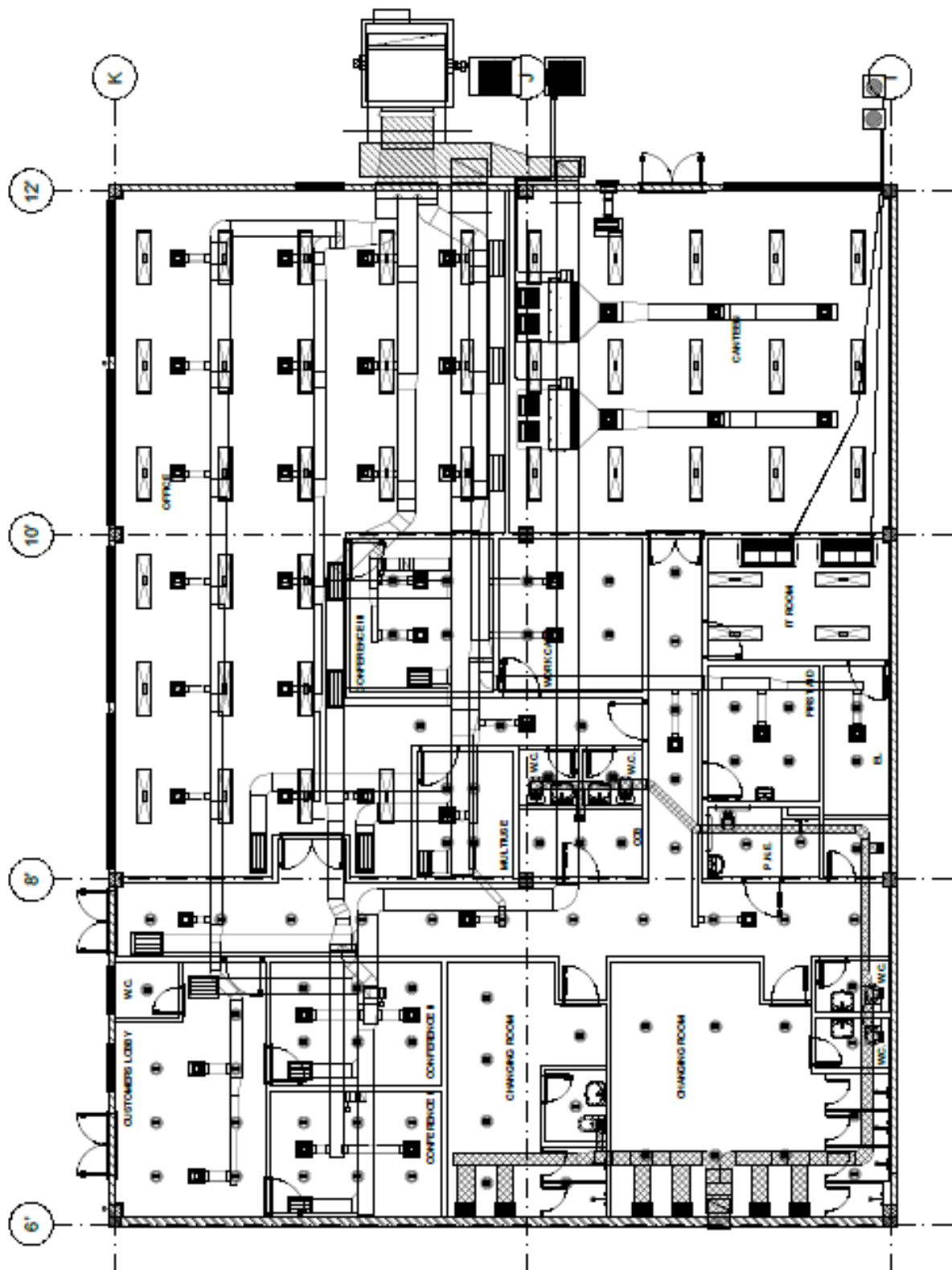


Figura 14 – Layout dos demais sistemas da área

7.2.5 CÁLCULOS

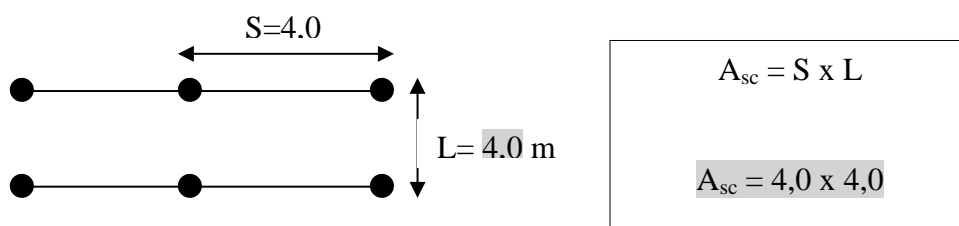
Para se fazer um dimensionamento a favor da segurança escolhe-se a área setorial da área total da edificação. Essa área é chamada de área de aplicação. No presente trabalho, como todas as salas apresentam risco semelhante, a área escolhida foi a sala C-119 (Office Room), por ser a área mais afastada dos sistema de bombas.

Esse maior afastamento leva a uma maior perda de carga no seu trajeto, fazendo com que assim os sprinklers dessa área sejam os mais desfavoráveis da instalação.

A escolha da área mais desfavorável da edificação para os cálculos elimina a necessidade de dimensionamento para as outras áreas, uma vez que estas certamente estarão em melhores condições de vazão e pressão por estarem posicionadas em situações mais favoráveis hidráulicamente.

7.2.5.1 ÁREA DE COBERTURA

Conforme definido pela tabela 5.6.2.2 da NBR 10897, a área de cobertura de sprinkler (A_{sc}) para essa sala é 16,0 m².



7.2.5.2 QUANTIDADE MÍNIMA DE SPRINKLERS (N_{MIN})

A quantidade mínima de sprinklers (N_{MIN}) necessários para proteger essa sala é encontrada, através da razão entre área total da sala e área de cobertura de sprinkler.

$$N_{\text{MIN}} = 116,0 / 16,0$$
$$N_{\text{MIN}} = 7 \text{ sprinklers}$$

7.2.5.3 QUANTIDADE UTILIZADA DE SPRINKLERS

Como o office building está bastante separado das outras áreas, a quantidade necessária de sprinklers para cobrir todas as áreas é de 28 sprinklers. O layout com o posicionamento desses sprinklers está indicado abaixo.

7.2.5.4 ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O abastecimento de água para estes sprinklers deve ser determinado através da razão entre densidade/ área, indicada no item 8.5.5 na NBR 10897.

Área de operação do sprinkler (A_{so}) considerada: 232 m²;

Densidade (D), de acordo com a curva densidade/ área: 3,2 mm/min

O número de sprinklers na área de operação (NOA) é determinado a partir da razão entre a área de operação de sprinkler (A_{so}) e área de cobertura de sprinkler (A_{sc}):

$$\begin{aligned} N_{OA} &= A_{so} / A_{sc} \\ N_{OA} &= 232,0 / 16,0 \\ N_{OA} &= 14,5 \text{ (foi considerado 15 Sprinklers)} \end{aligned}$$

Como a quantidade de sprinklers na área de operação (NOA) é maior que a quantidade de sprinkler localizados no Office Room, todos os sprinklers devem ser considerados abertos na realização dos cálculos.

O fluxo do sprinkler mais distante na área de operação deve ser, no mínimo, igual ao valor estimado da taxa de aplicação de água multiplicada pela área de cobertura de sprinkler:

$$\begin{aligned} Q_3 &= D \times A_{sc} \\ Q_3 &= 3,2 \times 16,0 \\ Q_3 &= 51,2 \text{ L/min} \end{aligned}$$

De acordo com o item 8.5 da NBR 10897, a duração de funcionamento de um sistema de sprinkler em uma área de risco leve deve ser de 30 minutos.

O relatório com o cálculo hidráulico, elaborado com o auxílio do software PIPENET, está indicado no anexo 1. O relatório nos indica dados mais detalhados do sistema, como dimensionamento da tubulação, perda de carga, vazões, velocidade do fluido, etc.

7.3 LAYOUT DO SISTEMA DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS

Com base nos cálculos demonstrados acima, foi elaborado um layout do sistema de chuveiros automáticos, como podemos observar na figura 15. Cabe ressaltar que a suportação da tubulação   indicada nos desenhos de instalação, para serem respeitados

os limites de resistência mecânica da tubulação, mas os suportes em si não são definidos, pois sabe-se que durante a obra é praticamente impossível que seja respeitado as indicações de projeto. São indicados os pontos ideais de suporte e os tipos de suportaço que devem ser adotados para garantir a integridade do sistema.

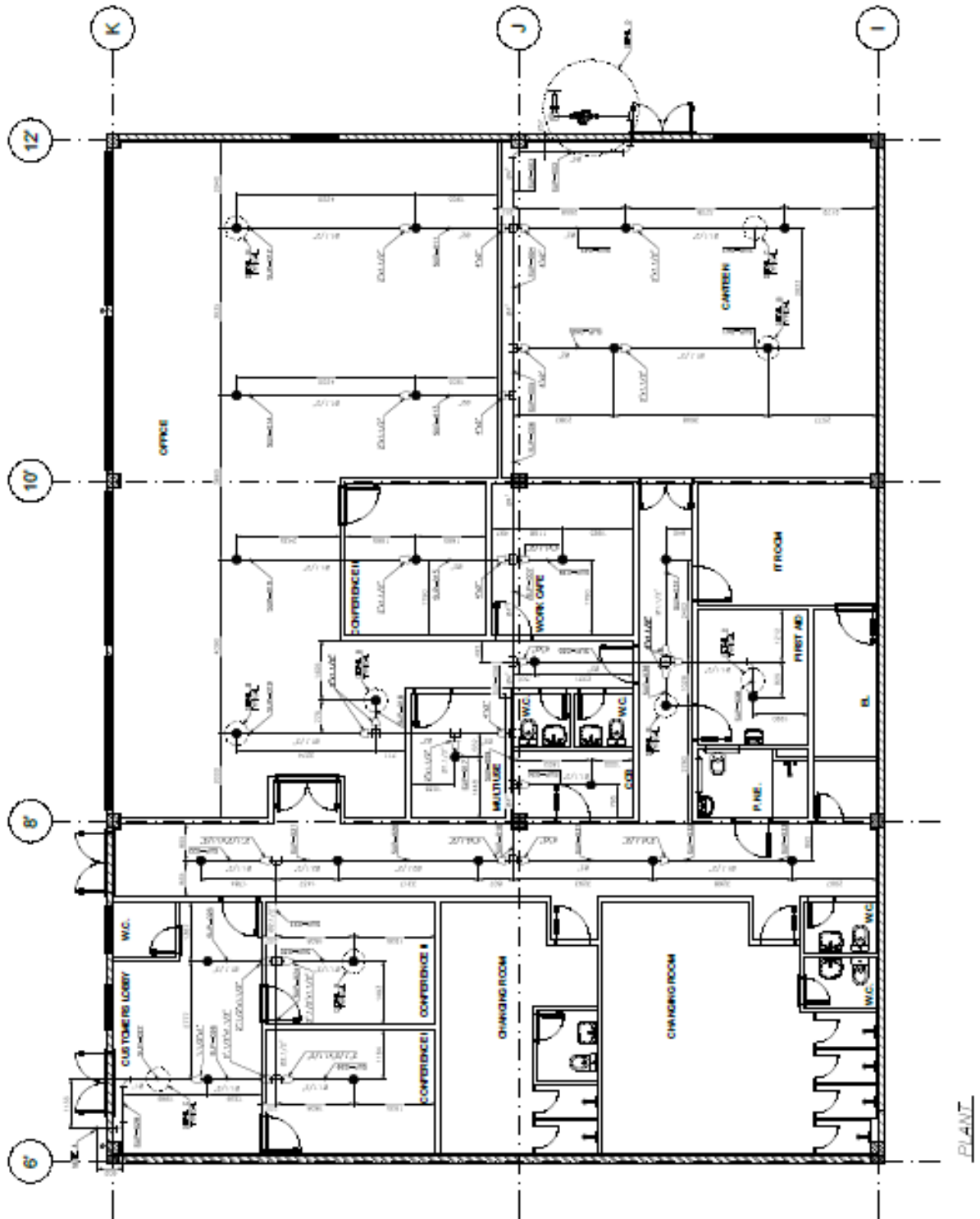


Figura 15 – Layout do sistema de chuveiros automáticos

7.4 RESUMO DO SISTEMA

- Classificação da ocupação: Risco leve;
- Quantidade de sprinklers na área de operação: 9;
- Vazão mínima por sprinkler: 51,7 L/min;
- Vazão mínima requerida: 460,8 L/min
- Lista de materiais do sistema: ver anexo 2
-

7.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO ESTUDO DE CASO

Nos cálculos realizados, dimensionamos o sistema de chuveiros automáticos somente para uma área restrita, chamada de área de aplicação ou operação, constituída pelo conjunto de chuveiros automáticos mais desfavoráveis de toda a instalação. Para quaisquer chuveiros automáticos do restante da instalação da área total a ser protegida não foi necessário o dimensionamento, porque, com certeza, estarão em melhores condições de vazão e pressão, por estarem posicionados em situações mais desfavoráveis. Essa prática nos possibilitou uma enorme economia de tempo.

Para a execução dos cálculos hidráulicos no sistema de proteção a incêndio por chuveiros automáticos, foi utilizado o programa Pípenet, capaz de fornecer informações como velocidades, quedas de pressão, vazões de água e dimensionar tubulações. No lançamento de dados foram respeitados os seguintes critérios:

- A pressão máxima de trabalho em qualquer ponto do sistema não deve ultrapassar a 1.000 kPa.
- A velocidade da água na tubulação de sucção das bombas de incêndio não devem ser superior a 2 m/s (sucção negativa) ou 3 m/s (sucção positiva).
- A velocidade máxima da água na tubulação não deve ser superior ao valor de 5 m/s.
- Factor K: 80 L/min/bar^{1/2}
- Pressão residual no sprinkler mais distante: 1,00 bar g

Todas as planilhas de cálculo se encontram no anexo 3.

Ao se realizar os cálculos, alguns princípios básicos nortearam os cálculos, a fim de se dimensionar um sistema capaz de proporcionar uma proteção adequada. Dentre esses podemos destacar:

- Foi considerada a instalação de chuveiros automáticos em toda área a ser protegida, incluindo subsolos, sótãos e espaços confinados;

- Foram respeitadas todas as áreas de cobertura e afastamentos máximos recomendados pelas normas de acordo com a classe de risco da edificação e o tipo de chuveiro automático utilizado;
- Na execução do projeto foi minimizada a interferência de obstruções na distribuição da descarga de água dos chuveiros automáticos como elementos estruturais, dutos, luminárias, etc.;
- Foi maximizada a sensibilidade dos chuveiros automáticos quanto a sua temperatura de acionamento, projetando um afastamento correto em relação ao teto, vigas e demais obstruções.

Procurou-se também realizar um “plano diretor” para a ocupação do teto da edificação, organizando assim a ocupação dos seus espaços, cada um dentro dos parâmetros exigidos por norma para a respectiva instalação. Esse plano apesar de apresentar alto grau de complexidade na execução, é de extrema importância numa organização final. Através dele foi elaborado um sistema de chuveiros automáticos que não influenciará em demais sistemas, tais como o elétrico, sanitário, hidráulico, etc., resultando assim numa economia de tempo e de dinheiro ao longo da obra.

8. CONCLUSÃO

Como observamos ao longo do trabalho, o sprinkler é uma ótima solução de proteção, principalmente pelo aspecto econômico, uma vez que exerce o papel de sistema de detecção e combate na mesma ferramenta. Além disso, em caso de pequenos focos, apenas irá molhar o local do foco, diminuindo danos a propriedade decorrentes da descarga de altas quantidades de água em ambientes interiores, especialmente em escritórios com presença de computadores e demais equipamentos eletrônicos.

Em relação ao projeto desse sistema, observamos as inúmeras dificuldades em seu dimensionamento, motivadas fundamentalmente por se tratar de um assunto relativamente novo, ainda pouco conhecido da maioria dos profissionais e que somente agora começa a ser exigido de uma forma mais intensa nas legislações de proteção contra incêndio no Brasil.

Lançar uma rede de chuveiros automáticos, densa de canalizações, conexões, válvulas e outros dispositivos, é de extrema complexidade, portanto para tal é necessário além de um bom conhecimento de mecânica de fluídos, domínio total da NBR 10897 aliado a um senso crítico apurado.

Ser criterioso no lançamento de redes, analisar as várias possibilidades e tipos de redes e verificar bem as obstruções possíveis nos caminhos das canalizações são os princípios básicos dos projetistas desse sistema.

Para se fazer uma boa distribuição dos chuveiros automáticos num ambiente, vários fatores devem ser considerados, como o tamanho do ambiente, classe de risco que limita os espaçamentos e as áreas de cobertura dos chuveiros automáticos, material a ser utilizado na rede, obstáculos no ambiente como escadas, elevadores, pilares, mezaninos, etc.. É recomendado sempre a elaboração de um layout do teto, mostrando todos os sistemas que passam no mesmo, evitando assim interferências durante a construção.

Além do funcionamento hidráulico adequado que todo projetista deseja, é importante também levar em consideração outros aspectos como o econômico, estético, acessibilidade para testes e manutenção, etc. Para se evitar o desperdício de material, é importante que os espaçamentos sejam compatíveis com o comprimento das barras de canalização, para que os cortes para adaptar ao espaçamento projetado não gere restos de canalização sem aproveitamento posterior.

Não se deve esquecer também a necessidade de conhecimento por parte do projetista de algum tipo de software ou dispositivo eletrônico na elaboração dos cálculos. Hoje em dia o uso de recursos computacionais vem diminuindo significativamente o tempo de cálculo, portanto um bom conhecimento acerca dos mesmo torna-se fundamental.

É sempre importante lembrar que economias no projeto podem gerar grandes prejuízos no futuro.

9. BIBLIOGRAFIA

BRENTANO, T. **Instalações Hidráulicas de Combate a Incêndio nas Edificações**. 4. Ed. Porto Alegre, 2011.

BRENTANO, T. **Proteção Contra Incêndios no Projeto de Edificações**. 1. Ed. Porto Alegre, 2007.

HERNANDEZ FILHO, G. **Sistemas de Combate a Incêndio com Hidrantes**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTALAÇÕES PREDIAIS, 4., 1987, Anais.. São Paulo, 1987

DEL CARLO, U. **Arquitetura e o Incêndio**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTALAÇÕES PREDIAIS, 4., 1987, Anais.. São Paulo: EPUSP 1987

NATIONAL FIRE PROTECTION (NFPA). Quincy, Massachusetts. **Standart for the Installations of Sprinkler System: NFPA 13**, 2002

ONO, R. **Segurança Contra Incêndio em Edificações Um Sistema de Coleta e Análise de Dados Para Avaliação de Desempenho**. São Paulo: FAUUSP, 1997

DEL CARLO, U. **Critérios e Conceituação Atualmente Usada na Análise do Risco de Incêndio**. IPT, 1980

DE FARIA, A,A. **Manual de Prevenção Contra Incêndio**. Belo Horizonte: Academia de Polícia Militar da PMMG, 1986.

DE FARIAS, O. N.; DE SÁ, J. M. **Manual Técnico – profissional para bombeiros**. 2. Ed. Brasília, 1993

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

GONÇALVES, O. M.; FEITOSA, E. P. **Sistemas de chuveiros automáticos. Boletim Técnico TT/PCC/19.** São Paulo, 1998

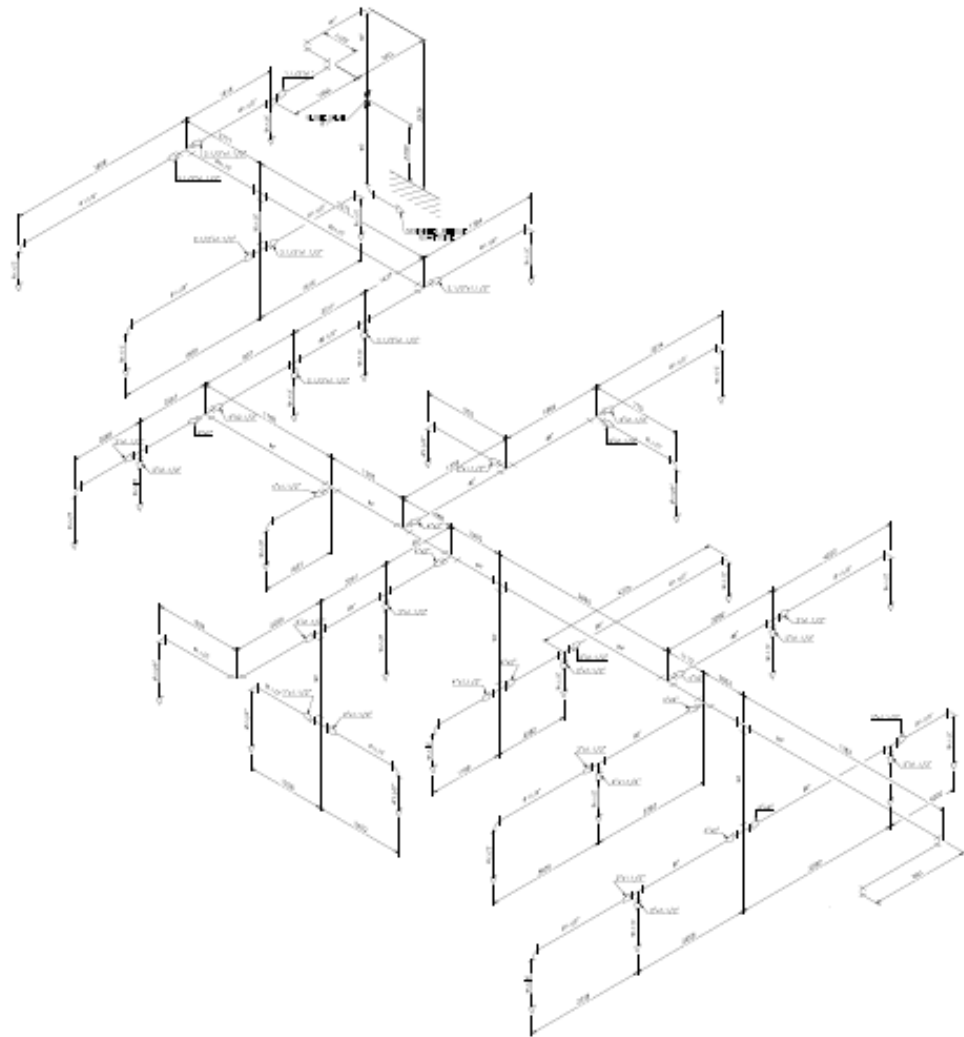
PEREIRA, Á. G. **Sistema de Hidrantes Prediais para Combate a Incêndios.** São Paulo: Book Mix, 2004

SOLOMON, R. E. **Automatic Sprinkler System Hand Book.** National Fire Protection: Association Fourth edition. Massachusetts, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10897: Sistemas de Chuveiros Automáticos para Combate a Incêndio,** Rio de Janeiro, 2008.

10. ANEXOS

10.1 ANEXO 1 – ISOMÉTRICO DO SISTEMA



10.2 ANEXO 2 – LISTA DE MATERIAIS

TUBO		
Item	Descrição	Quant.
01	Ø 1" tubo, aço carbono astm a53 gr.b, sch 80, sem costura, galvanizado	12m
02	Ø1.1/2" tubo, aço carbono astm a53 gr.b, sch 80, sem costura, galvanizado	48m
03	Ø 2" tubo, aço carbono astm a53 gr.b, sch 40, sem costura	24m
04	Ø 2.1/2" tubo, aço carbono astm a53 gr.b, sch 40, sem costura	12m
05	Ø 4" tubo, aço carbono astm a53 gr.b, sch 40, sem costura	30m
COMPONENTES		
01	Ø 1 1/2" te, npt, ferro fundido maleavel #150, galvanizado, tupy	01 peça
02	Ø 2" te, aço carbono astm a234 gr. wpb sch40	10 peças
03	Ø 2.1/2" te, aço carbono astm a234 gr. wpb sch40	06 peças
04	Ø 4" te, aço carbono astm a234 gr. wpb sch40	11 peças
05	Ø 1" cotovelo 45 graus, npt, ferro fundido maleavel #150, galvanizado, tupy	01 peça
06	Ø 1" cotovelo 90 graus, npt, ferro fundido maleavel #150, galvanizado,	03 peças
07	Ø 1.1/2" cotovelo 90 graus, npt, ferro fundido maleavel #150, galvanizado, tupy	18 peças
08	Ø 2.1/2 curva 90 graus, aço carbono astm a234 gr.wpb sch40	01 peça
09	Ø 4" curva 90 graus, aço carbono astm a234 gr.wpb sch40	06 peças
10	Ø 4" curva 45 graus, aço carbono astm a234 gr.wpb sch40	01 peça
11	Ø 1.1/2" x 1" luva de redução, npt, ferro fundido maleavel #150, galvanizado, tupy	01 peça
12	Ø 2 x 1.1/2" reducao concentrica, aço carbono astm a234 gr. wpb sch40	19 peças
13	Ø 2.1/2" x 1.1/2" reducao concentrica, aço carbono astm a234 gr. wpb sch40	07 peças
14	Ø 4" x 1.1/2" reducao concentrica, aço carbono astm a234 gr. wpb sch40	02 peças
15	Ø 4" x 2" reducao concentrica, aço carbono astm a234 gr. wpb sch40	08 peças
16	Ø 4" x 2.1/2" reducao concentrica, aço carbono astm a234 gr. wpb sch40	02 peças
17	Ø 1 1/2" luva, npt, ferro fundido maleavel #150, galvanizado, tupy	28 peças
18	Ø 1.1/2" x 1" bucha de redução, npt, ferro fundido maleavel #150, galvanizado, tupy	28 peças
19	Ø 1" x 1/2" bucha de redução, npt, ferro fundido maleavel #150, galvanizado, tupy	28 peças

20	Ø 4" flange, aço carbono forjado astm a105, asme b16.5, #150, face c/ ressalto, ranhura padrao, sobreposto	07 peças
21	Ø 4" valvula de governo e alarme, fabricante hd fire, modelo "h" flangexflange	01 peça
22	Ø 4" junta p/ flanges, plana, fibra de aramida c/ borracha nbr, esp. 1,6mm, p/ flanges asme b16.5 fr	07 peças
23	Ø 1/2" detetor termico de bronze, fator k 80, 79°C, fabricante hd fire, modelo hd101	28 peças
24	Ø 4" válvula gaveta, aço fundido, astm a-216 gr.wcb, internos de bronze astm b-62, ansi b16.10, fl. ansi b16.5, cl 150#, rf, haste asc. ex.	02 peças
25	Ø 1" válvula globo, aço carbono forjado astm a105, obt. e sede de aisi 410, haste ascen. c/rosca externa, castelo aparafusado	01 peça
26	Abraçadeira econômica tipo gota 1" - aço carbono sae 1010 - galvanizada	3 pçs
27	Abraçadeira econômica tipo gota 1.1/2" - aço carbono sae 1010 - galvanizada	18 pçs
28	abraçadeira econômica tipo gota 2" - aço carbono sae 1010 - galvanizada	8 pçs
29	Abraçadeira econômica tipo gota 2.1/2" - aço carbono sae 1010 - galvanizada	4 pçs
30	Abraçadeira econômica tipo gota 4" - aço carbono sae 1010 - galvanizada	8 pçs
31	Tirante galvanizado rosca total ø 3"/8 - aço carbono sae 1010	24 m
32	Arruela lisa galvanizada 3/8" serie pesada, semi acabada - aço carbono sae-1010	82 pçs
33	Porca sextavada galvanizada 3/8" serie pesada semi acabada rosca unc, com chanfro em ambos os lados	164 pçs

10.3 ANEXO 3 – RESULTADOS DO PROGRAMA

SUMMARY VALUES

Title	Cálculo Hidráulico do anel de Incêndio Projeto Porto do Açu - Wartsila
Calculation date	2-Oct-2013 13:47
Calculator	PIPENET VISION Spray calculator, version 4.4
Friction loss formula	Hazen-Williams
Design standard	NFPA 1996/2001
Total number of sprinkler heads	54
Number of sprinkler heads on	3
Total sprinkler discharge (l/min)	3886.899
Total non-sprinkler output flow (l/min)	0.000
Total input flow (l/min)	3886.899
Highest fluid velocity (m/sec)	5.226
Pressure at input nodes	See NODE ANALYSIS table

NODE ANALYSIS

Node tag	Elevation (m)	Node Type	Pressure (Bar G)	Discharge (l/min)	Notes
1	0.00		8.301	0.000	
10	0.00		7.867	0.000	
100	1.50	Sprinkler	7.930	0.000	Nozzle label: 35
101	1.50	Sprinkler	7.930	0.000	Nozzle label: 36
102	1.50	Sprinkler	7.865	0.000	Nozzle label: 37
103	1.50	Sprinkler	7.865	0.000	Nozzle label: 38
104	1.50	Sprinkler	7.799	0.000	Nozzle label: 39
105	1.50	Sprinkler	7.799	0.000	Nozzle label: 40
106	0.00		8.072	0.000	
107	0.00		8.034	0.000	
108	1.50		7.844	0.000	
109	1.50	Sprinkler	7.844	0.000	Nozzle label: 43
11	0.00	Input	0.000	0.000	
110	1.50	Sprinkler	7.844	0.000	Nozzle label: 44
111	-1.50		7.972	0.000	
112	0.00		7.631	0.000	
113	0.00		7.934	0.000	
114	7.53		7.116	0.000	
115	0.00		7.700	0.000	
116	1.50		7.710	0.000	
117	7.53		7.120	0.000	

118	21.70		5.741	0.000	
119	0.00		7.869	0.000	
12	21.70		5.686	0.000	
120	1.50		7.722	0.000	
121	7.53		7.149	0.000	
122	7.53		7.069	0.000	
123	7.53		7.112	0.000	
124	7.53		7.088	0.000	

NODE ANALYSIS

Node tag	Elevation (m)	Node Type	Pressure (Bar G)	Discharge (l/min)	Notes
125	7.53		7.009	0.000	
126	7.53		6.986	0.000	
127	7.53		7.145	0.000	
128	7.53		6.969	0.000	
129	7.53		7.147	0.000	
13	0.00		7.991	0.000	
130	7.53		7.088	0.000	
131	7.53		7.088	0.000	
132	7.53		7.088	0.000	
133	7.53		7.125	0.000	
134	1.50		7.553	0.000	
135	1.50	Sprinkler	7.553	0.000	Nozzle label: 42
136	7.53		7.120	0.000	
137	0.00		7.857	0.000	
138	21.70		5.736	0.000	
139	7.53		7.131	0.000	
14	0.00		7.878	0.000	
140	7.53		7.131	0.000	
141	0.00		7.825	0.000	
142	1.50	Sprinkler	7.553	0.000	Nozzle label: 48
143	0.00		7.627	0.000	

144	0.00	Sprinkler	7.603	1949.934	Nozzle label: 49
145	21.70		5.695	0.000	
147	0.00		8.203	0.000	
148	1.50		7.530	0.000	
149	1.50	Sprinkler	7.710	0.000	Nozzle label: 46
15	0.00		-0.002	0.000	
150	1.50	Sprinkler	7.710	0.000	Nozzle label: 47
159	-1.50	Sprinkler	7.972	0.000	Nozzle label: 56

NODE ANALYSIS

Node tag	Elevation (m)	Node Type	Pressure (Bar G)	Discharge (l/min)	Notes
16	0.00		8.360	0.000	
160	-1.50	Sprinkler	7.972	0.000	Nozzle label: 57
169	1.50	Sprinkler	7.530	0.000	Nozzle label: 66
17	0.00		8.334	0.000	
170	1.50	Sprinkler	7.530	0.000	Nozzle label: 67
173	1.50	Sprinkler	7.722	0.000	Nozzle label: 70
174	1.50	Sprinkler	7.722	0.000	Nozzle label: 71
177	0.00		7.677	0.000	
178	0.00		8.188	0.000	
179	0.00		8.300	0.000	
18	0.00		8.132	0.000	
180	0.00		8.299	0.000	
181	0.00		8.289	0.000	
182	0.00		8.284	0.000	
183	0.00		8.268	0.000	
184	0.00		8.239	0.000	
185	0.00		8.139	0.000	
186	0.00		8.077	0.000	
187	0.00		8.012	0.000	
188	0.00		8.146	0.000	
189	0.00	Sprinkler	8.108	0.000	Nozzle label: 41

19	0.00		8.143	0.000	
190	0.00		8.090	0.000	
191	0.00		7.946	0.000	
2	0.00		8.108	0.000	
20	1.50		7.798	0.000	
21	0.00		7.860	0.000	
22	0.00		7.856	0.000	
23	0.00		7.854	0.000	

NODE ANALYSIS

Node tag	Elevation (m)	Node Type	Pressure (Bar G)	Discharge (l/min)	Notes
24	0.00		7.852	0.000	
25	0.00		7.849	0.000	
26	0.00		7.844	0.000	
27	0.00		7.847	0.000	
28	0.00		7.779	0.000	
29	0.00		7.847	0.000	
3	0.00		8.040	0.000	
30	1.50		7.999	0.000	
31	0.00		8.257	0.000	
32	1.50		7.893	0.000	
33	0.00		7.944	0.000	
34	0.00		7.880	0.000	
35	1.50		7.724	0.000	
36	1.50		7.720	0.000	
37	0.00		7.863	0.000	
38	1.50		7.716	0.000	
39	1.50		7.713	0.000	
4	1.50		8.056	0.000	
40	0.00		7.962	0.000	
41	1.50		7.709	0.000	
42	1.50		7.705	0.000	

43	1.50		7.702	0.000	
44	0.00		7.533	0.000	
45	1.50		7.257	0.000	
46	1.50	Sprinkler	7.232	968.482	Nozzle label: 13
47	1.50	Sprinkler	7.232	968.482	Nozzle label: 14
48	1.50	Sprinkler	8.056	0.000	Nozzle label: 4
49	1.50	Sprinkler	8.056	0.000	Nozzle label: 15
5	0.00		7.987	0.000	

NODE ANALYSIS

Node tag	Elevation (m)	Node Type	Pressure (Bar G)	Discharge (l/min)	Notes
50	1.50	Sprinkler	7.999	0.000	Nozzle label: 16
51	1.50	Sprinkler	7.999	0.000	Nozzle label: 2
52	1.50	Sprinkler	7.893	0.000	Nozzle label: 1
53	1.50	Sprinkler	7.893	0.000	Nozzle label: 17
54	1.50	Sprinkler	7.798	0.000	Nozzle label: 3
55	1.50	Sprinkler	7.798	0.000	Nozzle label: 18
56	1.50	Sprinkler	7.731	0.000	Nozzle label: 19
57	1.50	Sprinkler	7.731	0.000	Nozzle label: 5
58	1.50	Sprinkler	7.724	0.000	Nozzle label: 6
59	1.50	Sprinkler	7.724	0.000	Nozzle label: 20
6	1.50		7.731	0.000	
60	1.50	Sprinkler	7.720	0.000	Nozzle label: 7
61	1.50	Sprinkler	7.720	0.000	Nozzle label: 21
62	1.50	Sprinkler	7.716	0.000	Nozzle label: 8
63	1.50	Sprinkler	7.716	0.000	Nozzle label: 22
64	1.50	Sprinkler	7.709	0.000	Nozzle label: 10
65	1.50	Sprinkler	7.709	0.000	Nozzle label: 23
66	1.50	Sprinkler	7.705	0.000	Nozzle label: 11
67	1.50	Sprinkler	7.705	0.000	Nozzle label: 24
68	1.50	Sprinkler	7.702	0.000	Nozzle label: 12
69	1.50	Sprinkler	7.702	0.000	Nozzle label: 25

7	0.00		8.309	0.000	
70	1.50		7.700	0.000	
71	1.50	Sprinkler	7.700	0.000	Nozzle label: 26
72	1.50	Sprinkler	7.700	0.000	Nozzle label: 27
73	1.50	Sprinkler	7.713	0.000	Nozzle label: 28
74	1.50	Sprinkler	7.713	0.000	Nozzle label: 9
75	0.00		8.257	0.000	
76	0.00		8.197	0.000	

NODE ANALYSIS

Node tag	Elevation (m)	Node Type	Pressure (Bar G)	Discharge (l/min)	Notes
77	0.00		8.257	0.000	
78	0.00		8.012	0.000	
79	0.00		8.197	0.000	
8	0.00		7.874	0.000	
80	0.00		8.143	0.000	
81	1.50		8.110	0.000	
82	1.50		8.050	0.000	
83	0.00		8.077	0.000	
84	1.50		7.930	0.000	
85	0.00		7.946	0.000	
86	1.50		7.865	0.000	
87	1.50		7.996	0.000	
88	0.00		7.854	0.000	
89	1.50		7.799	0.000	
9	0.00		7.871	0.000	
90	0.00		7.919	0.000	
91	0.00		7.991	0.000	
92	0.00		7.991	0.000	
93	0.00		7.874	0.000	
94	1.50	Sprinkler	8.110	0.000	Nozzle label: 30
95	1.50	Sprinkler	8.110	0.000	Nozzle label: 29

96	1.50	Sprinkler	8.050	0.000	Nozzle label: 32
97	1.50	Sprinkler	8.050	0.000	Nozzle label: 31
98	1.50	Sprinkler	7.996	0.000	Nozzle label: 33
99	1.50	Sprinkler	7.996	0.000	Nozzle label: 34

PIPE INFORMATION

Node 1	Elev 1 (m)	K factor	Flow added (q) (l/min)	Nominal ID (inches)	Fittings - quantity, type, and equivalent length (m)	L (m)	C factor	Pt (Bar G)	Notes
						F (m)		Pe (Bar)	
Node 2	Elev 2 (m)	Pipe label Nozzle label	Total flow (Q) (l/min)	Actual ID (in)		T (m)	Pf per m (Bar)	Pf (Bar)	
188	0.00			6	1xE=4.27	5.800	120.0	8.132	Vel = 1.278 m/sec Pv = 0.008 Bar Pn = 8.124 Bar G
						4.267		0.000	
18	0.00	1	1428.857	6.065		10.067	0.001	0.013	
11	0.00		3886.899	8		1.000	120.0	-0.002	Vel = 2.007 m/sec Pv = 0.020 Bar Pn = -0.022 Bar G
						0.000		0.000	
15	0.00	10	3886.899	7.981		1.000	0.002	0.002	
89	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.799	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.799 Bar G
						0.000		0.000	
104	1.50	100 39	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
89	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.799	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.799 Bar G
						0.000		0.000	
105	1.50	101 40	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
5	0.00			6	1xE=4.27	14.500	120.0	7.962	Vel = 1.278 m/sec Pv = 0.008 Bar Pn = 7.954 Bar G
						4.267		0.000	
40	0.00	102	1428.857	6.065		18.767	0.001	0.025	
34	0.00			4	1xE=3.05	28.000	120.0	7.700	Vel = 2.199 m/sec Pv = 0.024 Bar Pn = 7.676 Bar G
						3.048		0.000	
115	0.00	103	1083.605	4.026		31.048	0.006	0.180	
91	0.00			4	1xT=6.10	1.500	120.0	7.844	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.844 Bar G

108	1.50	104	0.000	4.026		6.096	0.000	-0.147	
						7.596		0.000	
108	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.844	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.844 Bar G
						0.000		0.000	
109	1.50	105 43	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
								0.000	
108	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.844	
						0.000		0.000	
110	1.50	106 44	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
								0.000	

PIPE INFORMATION

Node 1	Elev 1 (m)	K factor	Flow added (q) (l/min)	Nominal ID (inches)	Fittings - quantity, type, and equivalent length (m)	L (m)	C factor	Pt (Bar G)	Notes
						F (m)		Pe (Bar)	
Node 2	Elev 2 (m)	Pipe label Nozzle label	Total flow (Q) (l/min)	Actual ID (in)		T (m)	Pf per m (Bar)	Pf (Bar)	
13	0.00			4	1xT=6.10	2.400	120.0	7.991	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.991 Bar G
92	0.00	107	0.000	4.026		6.096	0.000	0.000	
						8.496	0.000	0.000	
115	0.00			4		12.600	120.0	7.627	Vel = 2.199 m/sec Pv = 0.024 Bar Pn = 7.603 Bar G
143	0.00	108	1083.605	4.026		0.000	0.006	0.000	
						12.600	0.006	0.073	
92	0.00			4	1xE=3.05	13.100	120.0	7.934	Vel = 1.677 m/sec Pv = 0.014 Bar Pn = 7.920 Bar G
113	0.00	109	826.161	4.026		3.048	0.004	0.000	
						16.148	0.004	0.057	
185	0.00			4	1xT=6.10	36.300	120.0	7.991	Vel = 1.677 m/sec Pv = 0.014 Bar Pn = 7.977 Bar G
92	0.00	11	826.161	4.026		6.096	0.004	0.000	
						42.396	0.004	0.149	
23	0.00			4	1xE=3.05	16.500	120.0	7.854	Vel = 0.082 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.854 Bar G
88	0.00	110	40.168	4.026		3.048	0.000	0.000	
						19.548	0.000	0.000	
136	7.53			4	1xT=6.10	11.300	120.0	7.116	Vel = -0.341 m/sec Pv = 0.001 Bar Pn = 7.116 Bar G
114	7.53	111	168.199	4.026		6.096	0.000	0.000	
						17.396	0.000	0.003	
137	0.00			4	1xT=6.10	1.500	120.0	7.710	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.710 Bar G

116	1.50	112	0.000	4.026		6.096	0.000	-0.147	
						7.596		0.000	
136	7.53			4	1xE=3.05	8.000	120.0	7.120	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.120 Bar G
						3.048		0.000	
117	7.53	113	0.000	4.026		11.048	0.000	0.000	
118	21.70			4	1xE=3.05	24.000	120.0	5.736	Vel = -0.341 m/sec Pv = 0.001 Bar Pn = 5.735 Bar G
						3.048		0.000	
138	21.70	114	168.199	4.026		27.048	0.000	0.005	

PIPE INFORMATION

Node 1	Elev 1 (m)	K factor	Flow added (q) (l/min)	Nominal ID (inches)	Fittings - quantity, type, and equivalent length (m)	L (m)	C factor	Pt (Bar G)	Notes
						F (m)		Pe (Bar)	
Node 2	Elev 2 (m)	Pipe label Nozzle label	Total flow (Q) (l/min)	Actual ID (in)		T (m)	Pf per m (Bar)	Pf (Bar)	
127	7.53			4	1xE=3.05	72.700	120.0	7.131	Vel = -0.341 m/sec Pv = 0.001 Bar Pn = 7.131 Bar G
						3.048		0.000	
139	7.53	115	168.199	4.026		75.748	0.000	0.014	
119	0.00			4	1xT=6.10	1.500	120.0	7.722	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.722 Bar G
						6.096		-0.147	
120	1.50	116	0.000	4.026		7.596	0.000	0.000	
113	0.00			4	1xT=6.10	7.530	120.0	7.149	Vel = 1.677 m/sec Pv = 0.014 Bar Pn = 7.135 Bar G
						6.096		-0.737	
121	7.53	117	826.161	4.026		13.626	0.004	0.048	
133	7.53			4	1xE=3.05	2.650	120.0	7.112	Vel = 1.335 m/sec Pv = 0.009 Bar Pn = 7.103 Bar G
						3.048		0.000	
123	7.53	118	657.962	4.026		5.698	0.002	0.013	
123	7.53			4	1xT=6.10	12.700	120.0	7.069	Vel = 1.335 m/sec Pv = 0.009 Bar Pn = 7.060 Bar G
						6.096		0.000	
122	7.53	119	657.962	4.026		18.796	0.002	0.043	
124	7.53			4	1xT=6.10	14.170	120.0	5.695	Vel = 0.423 m/sec Pv = 0.001 Bar Pn = 5.694 Bar G
						6.096		-1.387	
145	21.70	12	208.367	4.026		20.266	0.000	0.006	
12	21.70			4	1xE=3.05	14.170	120.0	7.069	Vel = 0.423 m/sec Pv = 0.001 Bar Pn = 7.068 Bar G

122	7.53	120	208.367	4.026		3.048	0.000	1.387	
						17.218		0.005	
122	7.53			4	1xE=3.05	12.650	120.0	7.009	Vel = 1.758 m/sec Pv = 0.015 Bar Pn = 6.993 Bar G
						3.048		0.000	
125	7.53	121	866.329	4.026		15.698	0.004	0.060	
125	7.53			4	1xE=3.05	3.000	120.0	6.986	Vel = 1.758 m/sec Pv = 0.015 Bar Pn = 6.970 Bar G
						3.048		0.000	
126	7.53	122	866.329	4.026		6.048	0.004	0.023	

PIPE INFORMATION

Node 1	Elev 1 (m)	K factor	Flow added (q) (l/min)	Nominal ID (inches)	Fittings - quantity, type, and equivalent length (m)	L (m)	C factor	Pt (Bar G)	Notes
						F (m)		Pe (Bar)	
Node 2	Elev 2 (m)	Pipe label Nozzle label	Total flow (Q) (l/min)	Actual ID (in)		T (m)	Pf per m (Bar)	Pf (Bar)	
126	7.53			4	1xE=3.05	1.350	120.0	6.969	Vel = 1.758 m/sec Pv = 0.015 Bar Pn = 6.953 Bar G
						3.048		0.000	
128	7.53	123	866.329	4.026		4.398	0.004	0.017	
129	7.53			4	1xE=3.05	2.650	120.0	7.145	Vel = -0.341 m/sec Pv = 0.001 Bar Pn = 7.145 Bar G
						3.048		0.000	
127	7.53	124	168.199	4.026		5.698	0.000	0.001	
128	7.53			4		7.530	120.0	7.677	Vel = 1.758 m/sec Pv = 0.015 Bar Pn = 7.662 Bar G
						0.000		0.737	
177	0.00	125	866.329	4.026		7.530	0.004	0.029	
124	7.53			4	1xE=3.05	12.650	120.0	7.088	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.088 Bar G
						3.048		0.000	
130	7.53	126	0.000	4.026		15.698	0.000	0.000	
130	7.53			4	1xE=3.05	3.000	120.0	7.088	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.088 Bar G
						3.048		0.000	
131	7.53	127	0.000	4.026		6.048	0.000	0.000	
131	7.53			4	1xE=3.05	1.350	120.0	7.088	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.088 Bar G
						3.048		0.000	
132	7.53	128	0.000	4.026		4.398	0.000	0.000	
121	7.53			4		15.000	120.0	7.147	Vel = -0.341 m/sec Pv = 0.001 Bar Pn = 7.146 Bar G

129	7.53	129	168.199	4.026		0.000	0.000	0.000	
						15.000		0.003	
9	0.00			6	1xT=9.14	30.000	120.0	7.867	Vel = 0.309 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.867 Bar G
						9.144		0.000	
10	0.00	13	345.252	6.065		39.144	0.000	0.004	
121	7.53			4	1xE=3.05	7.500	120.0	7.125	Vel = 1.335 m/sec Pv = 0.009 Bar Pn = 7.116 Bar G
						3.048		0.000	
133	7.53	130	657.962	4.026		10.548	0.002	0.024	

PIPE INFORMATION

Node 1	Elev 1 (m)	K factor	Flow added (q) (l/min)	Nominal ID (inches)	Fittings - quantity, type, and equivalent length (m)	L (m)	C factor	Pt (Bar G)	Notes
						F (m)		Pe (Bar)	
Node 2	Elev 2 (m)	Pipe label Nozzle label	Total flow (Q) (l/min)	Actual ID (in)		T (m)	Pf per m (Bar)	Pf (Bar)	
132	7.53			4		7.530	120.0	7.825	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.825 Bar G
						0.000		0.737	
141	0.00	131	0.000	4.026		7.530	0.000	0.000	
115	0.00			4		1.500	120.0	7.553	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.553 Bar G
						0.000		-0.147	
134	1.50	132	0.000	4.026		1.500	0.000	0.000	
145	21.70			4	1xE=3.05	29.330	120.0	5.686	Vel = -0.423 m/sec Pv = 0.001 Bar Pn = 5.686 Bar G
						3.048		0.000	
12	21.70	133	208.367	4.026		32.378	0.000	0.009	
117	7.53			4		7.530	120.0	7.857	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.857 Bar G
						0.000		0.737	
137	0.00	134	0.000	4.026		7.530	0.000	0.000	
138	21.70			4	1xE=3.05	14.170	120.0	7.120	Vel = -0.341 m/sec Pv = 0.001 Bar Pn = 7.119 Bar G
						3.048		1.387	
136	7.53	135	168.199	4.026		17.218	0.000	0.003	
139	7.53			4	1xE=3.05	6.650	120.0	7.131	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.131 Bar G
						3.048		0.000	
140	7.53	136	0.000	4.026		9.698	0.000	0.000	
139	7.53			4	1xT=6.10	14.170	120.0	5.741	Vel = -0.341 m/sec Pv = 0.001 Bar Pn = 5.740 Bar G

118	21.70	137	168.199	4.026		6.096	0.000	-1.387	
						20.266		0.004	
111	-1.50			4	1xT=6.10	1.500	120.0	7.825	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.825 Bar G
						6.096		-0.147	
141	0.00	138	0.000	4.026		7.596	0.000	0.000	
134	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.553	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.553 Bar G
						0.000		0.000	
135	1.50	139 42	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	

PIPE INFORMATION

Node 1	Elev 1 (m)	K factor	Flow added (q) (l/min)	Nominal ID (inches)	Fittings - quantity, type, and equivalent length (m)	L (m)	C factor	Pt (Bar G)	Notes
						F (m)		Pe (Bar)	
Node 2	Elev 2 (m)	Pipe label Nozzle label	Total flow (Q) (l/min)	Actual ID (in)		T (m)	Pf per m (Bar)	Pf (Bar)	
17	0.00			6	1xE=4.27	6.500	120.0	8.301	Vel = 2.016 m/sec Pv = 0.020 Bar Pn = 8.281 Bar G
						4.267		0.000	
1	0.00	14	2255.019	6.065		10.767	0.003	0.033	
140	7.53			4		7.530	120.0	7.869	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.869 Bar G
						0.000		0.737	
119	0.00	140	0.000	4.026		7.530	0.000	0.000	
134	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.553	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.553 Bar G
						0.000		0.000	
142	1.50	141 48	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
177	0.00			4		12.000	120.0	7.631	Vel = 1.758 m/sec Pv = 0.015 Bar Pn = 7.616 Bar G
						0.000		0.000	
112	0.00	142	866.329	4.026		12.000	0.004	0.046	
143	0.00	707.16		4		1.400	120.0	7.603	Vel = 3.957 m/sec Pv = 0.078 Bar Pn = 7.525 Bar G
						0.000		0.000	
144	0.00	143 49	1949.934	4.026		1.400	0.017	0.024	
114	7.53			4	1xT=6.10	96.700	120.0	7.088	Vel = -0.423 m/sec Pv = 0.001 Bar Pn = 7.087 Bar G
						6.096		0.000	
124	7.53	144	208.367	4.026		102.796	0.000	0.028	
7	0.00			6		5.500	120.0	8.300	Vel = 1.459 m/sec Pv = 0.011 Bar Pn = 8.290 Bar G

179	0.00	145	1631.880	6.065		0.000	0.002	0.000	
						5.500		0.009	
177	0.00			4	1xT=6.10	1.500	120.0	7.530	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.530 Bar G
						6.096		-0.147	
148	1.50	146	0.000	4.026		7.596	0.000	0.000	
116	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.710	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.710 Bar G
						0.000		0.000	
149	1.50	147 46	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	

PIPE INFORMATION

Node 1	Elev 1 (m)	K factor	Flow added (q) (l/min)	Nominal ID (inches)	Fittings - quantity, type, and equivalent length (m)	L (m)	C factor	Pt (Bar G)	Notes
						F (m)		Pe (Bar)	
Node 2	Elev 2 (m)	Pipe label Nozzle label	Total flow (Q) (l/min)	Actual ID (in)		T (m)	Pf per m (Bar)	Pf (Bar)	
116	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.710	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.710 Bar G
						0.000		0.000	
150	1.50	148 47	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
112	0.00			4		1.000	120.0	7.627	Vel = 1.758 m/sec Pv = 0.015 Bar Pn = 7.612 Bar G
						0.000		0.000	
143	0.00	149	866.329	4.026		1.000	0.004	0.004	
16	0.00			8	1xT=10.67	1.000	120.0	8.334	Vel = 2.007 m/sec Pv = 0.020 Bar Pn = 8.314 Bar G
						10.670		0.000	
17	0.00	15	3886.899	7.981		11.670	0.002	0.026	
111	-1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.972	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.972 Bar G
						0.000		0.000	
159	-1.50	157 56	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
111	-1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.972	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.972 Bar G
						0.000		0.000	
160	-1.50	158 57	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
147	0.00			6	1xHE=2.13	2.600	120.0	8.188	Vel = 2.016 m/sec Pv = 0.020 Bar Pn = 8.168 Bar G
						2.134		0.000	
178	0.00	16	2255.019	6.065		4.734	0.003	0.014	
148	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.530	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.530 Bar G

169	1.50	167 66	0.000	2.469		0.000	0.000	0.000	
						0.500		0.000	
148	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.530	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.530 Bar G
						0.000		0.000	
170	1.50	168 67	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
190	0.00			6	1xE=4.27	9.800	120.0	8.072	Vel = 1.278 m/sec Pv = 0.008 Bar Pn = 8.063 Bar G
						4.267		0.000	
106	0.00	17	1428.857	6.065			0.001		
						14.067		0.018	

PIPE INFORMATION

Node 1	Elev 1 (m)	K factor	Flow added (q) (l/min)	Nominal ID (inches)	Fittings - quantity, type, and equivalent length (m)	L (m)	C factor	Pt (Bar G)	Notes
						F (m)		Pe (Bar)	
Node 2	Elev 2 (m)	Pipe label Nozzle label	Total flow (Q) (l/min)	Actual ID (in)		T (m)	Pf per m (Bar)	Pf (Bar)	
120	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.722	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.722 Bar G
						0.000		0.000	
173	1.50	171 70	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
120	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.722	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.722 Bar G
						0.000		0.000	
174	1.50	172 71	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
13	0.00			4		3.500	120.0	7.991	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.991 Bar G
						0.000		0.000	
91	0.00	175	0.000	4.026		3.500	0.000	0.000	
3	0.00			6	1xE=4.27	0.500	120.0	8.034	Vel = 1.278 m/sec Pv = 0.008 Bar Pn = 8.026 Bar G
						4.267		0.000	
107	0.00	176	1428.857	6.065		4.767	0.001	0.006	
179	0.00			6		1.000	120.0	8.299	Vel = 1.459 m/sec Pv = 0.011 Bar Pn = 8.288 Bar G
						0.000		0.000	
180	0.00	178	1631.880	6.065		1.000	0.002	0.002	
180	0.00			6		5.500	120.0	8.289	Vel = 1.459 m/sec Pv = 0.011 Bar Pn = 8.279 Bar G
						0.000		0.000	
181	0.00	179	1631.880	6.065		5.500	0.002	0.009	
10	0.00			6	1xT=9.14	30.000	120.0	7.863	Vel = 0.309 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.863 Bar G

37	0.00	18	345.252	6.065		9.144	0.000	0.000	
						39.144		0.004	
1	0.00			6		5.500	120.0	8.284	Vel = 2.016 m/sec Pv = 0.020 Bar Pn = 8.264 Bar G
						0.000		0.000	
182	0.00	180	2255.019	6.065		5.500	0.003	0.017	
182	0.00			6	1xE=4.27	1.000	120.0	8.268	Vel = 2.016 m/sec Pv = 0.020 Bar Pn = 8.248 Bar G
						4.267		0.000	
183	0.00	181	2255.019	6.065		5.267	0.003	0.016	

PIPE INFORMATION

Node 1	Elev 1 (m)	K factor	Flow added (q) (l/min)	Nominal ID (inches)	Fittings - quantity, type, and equivalent length (m)	L (m)	C factor	Pt (Bar G)	Notes
						F (m)		Pe (Bar)	
Node 2	Elev 2 (m)	Pipe label Nozzle label	Total flow (Q) (l/min)	Actual ID (in)		T (m)	Pf per m (Bar)	Pf (Bar)	
183	0.00			6	1xE=4.27	5.500	120.0	8.239	Vel = 2.016 m/sec Pv = 0.020 Bar Pn = 8.218 Bar G
						4.267		0.000	
184	0.00	182	2255.019	6.065		9.767	0.003	0.030	
184	0.00			6	1xT=9.14	2.650	120.0	8.203	Vel = 2.016 m/sec Pv = 0.020 Bar Pn = 8.182 Bar G
						9.144		0.000	
147	0.00	183	2255.019	6.065		11.794	0.003	0.036	
178	0.00			4	1xHE=1.22	12.700	120.0	8.139	Vel = 1.677 m/sec Pv = 0.014 Bar Pn = 8.125 Bar G
						1.219		0.000	
185	0.00	184	826.161	4.026		13.919	0.004	0.049	
178	0.00			6	1xT=9.14	23.200	120.0	8.146	Vel = 1.278 m/sec Pv = 0.008 Bar Pn = 8.137 Bar G
						9.144		0.000	
188	0.00	185	1428.857	6.065		32.344	0.001	0.042	
18	0.00			6	1xT=9.14	9.500	120.0	8.108	Vel = 1.278 m/sec Pv = 0.008 Bar Pn = 8.100 Bar G
						9.144		0.000	
2	0.00	186	1428.857	6.065		18.644	0.001	0.024	
2	0.00	372.46		4		1.000	120.0	8.108	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 8.108 Bar G
						0.000		0.000	
189	0.00	187 41	0.000	4.026		1.000	0.000	0.000	
79	0.00			4		4.000	120.0	8.197	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 8.197 Bar G

76	0.00	188	0.000	4.026		0.000	0.000	0.000	
						4.000		0.000	
83	0.00			4		4.000	120.0	8.077	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 8.077 Bar G
						0.000		0.000	
186	0.00	189	0.000	4.026		4.000	0.000	0.000	
37	0.00			6	1xT=9.14	30.000	120.0	7.860	Vel = 0.309 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.859 Bar G
						9.144		0.000	
21	0.00	19	345.252	6.065			0.000		
						39.144		0.004	

PIPE INFORMATION

Node 1	Elev 1 (m)	K factor	Flow added (q) (l/min)	Nominal ID (inches)	Fittings - quantity, type, and equivalent length (m)	L (m)	C factor	Pt (Bar G)	Notes
						F (m)		Pe (Bar)	
Node 2	Elev 2 (m)	Pipe label Nozzle label	Total flow (Q) (l/min)	Actual ID (in)		T (m)	Pf per m (Bar)	Pf (Bar)	
78	0.00			4		4.000	120.0	8.012	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 8.012 Bar G
						0.000		0.000	
187	0.00	190	0.000	4.026		4.000	0.000	0.000	
191	0.00			4		4.000	120.0	7.946	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.946 Bar G
						0.000		0.000	
85	0.00	191	0.000	4.026		4.000	0.000	0.000	
88	0.00			4	1xT=6.10	7.530	120.0	7.116	Vel = 0.082 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.116 Bar G
						6.096		-0.737	
114	7.53	192	40.168	4.026		13.626	0.000	0.000	
2	0.00			6	1xE=4.27	9.400	120.0	8.090	Vel = 1.278 m/sec Pv = 0.008 Bar Pn = 8.082 Bar G
						4.267		0.000	
190	0.00	2	1428.857	6.065		13.667	0.001	0.018	
21	0.00			6	1xT=9.14	30.000	120.0	7.856	Vel = 0.309 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.855 Bar G
						9.144		0.000	
22	0.00	20	345.252	6.065		39.144	0.000	0.004	
22	0.00			6	1xT=9.14	11.800	120.0	7.854	Vel = 0.309 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.853 Bar G
						9.144		0.000	
23	0.00	21	345.252	6.065		20.944	0.000	0.002	
23	0.00			6	1xT=9.14	18.200	120.0	7.852	Vel = 0.273 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.851 Bar G

24	0.00	22	305.084	6.065		9.144	0.000	0.000	
						27.344		0.002	
24	0.00			6	1xT=9.14	30.000	120.0	7.849	Vel = 0.273 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.849 Bar G
						9.144		0.000	
25	0.00	23	305.084	6.065		39.144	0.000	0.003	
25	0.00			6	1xT=9.14	17.300	120.0	7.847	Vel = 0.273 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.847 Bar G
						9.144		0.000	
27	0.00	24	305.084	6.065		26.444	0.000	0.002	

PIPE INFORMATION

Node 1	Elev 1 (m)	K factor	Flow added (q) (l/min)	Nominal ID (inches)	Fittings - quantity, type, and equivalent length (m)	L (m)	C factor	Pt (Bar G)	Notes
						F (m)		Pe (Bar)	
Node 2	Elev 2 (m)	Pipe label Nozzle label	Total flow (Q) (l/min)	Actual ID (in)		T (m)	Pf per m (Bar)	Pf (Bar)	
27	0.00			6	1xT=9.14	32.000	120.0	7.844	Vel = 0.273 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.843 Bar G
26	0.00	25	305.084	6.065		9.144	0.000	0.000	
						41.144		0.003	
26	0.00			6	1xE=4.27	24.000	120.0	7.779	Vel = 1.732 m/sec Pv = 0.015 Bar Pn = 7.764 Bar G
28	0.00	26	1936.964	6.065		4.267	0.002	0.000	
						28.267		0.065	
27	0.00			4	1xE=3.05	9.500	120.0	7.847	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.847 Bar G
29	0.00	27	0.000	4.026		3.048	0.000	0.000	
						12.548		0.000	
188	0.00			4	1xT=6.10	1.500	120.0	7.999	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.999 Bar G
30	1.50	28	0.000	4.026		6.096	0.000	-0.147	
						7.596		0.000	
3	0.00			4	1xT=6.10	1.500	120.0	7.893	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.893 Bar G
32	1.50	29	0.000	4.026		6.096	0.000	-0.147	
						7.596		0.000	
106	0.00			6	1xT=9.14	14.700	120.0	8.040	Vel = 1.278 m/sec Pv = 0.008 Bar Pn = 8.032 Bar G
3	0.00	3	1428.857	6.065		9.144	0.001	0.000	
						23.844		0.031	
33	0.00			4	1xT=6.10	1.500	120.0	7.798	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.798 Bar G

20	1.50	30	0.000	4.026		6.096	0.000	-0.147	
						7.596		0.000	
14	0.00			4	1xT=6.10	1.500	120.0	7.731	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.731 Bar G
						6.096		-0.147	
6	1.50	31	0.000	4.026		7.596	0.000	0.000	
9	0.00			4	1xT=6.10	1.500	120.0	7.724	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.724 Bar G
						6.096		-0.147	
35	1.50	32	0.000	4.026		7.596	0.000	0.000	

PIPE INFORMATION

Node 1	Elev 1 (m)	K factor	Flow added (q) (l/min)	Nominal ID (inches)	Fittings - quantity, type, and equivalent length (m)	L (m)	C factor	Pt (Bar G)	Notes
						F (m)		Pe (Bar)	
Node 2	Elev 2 (m)	Pipe label Nozzle label	Total flow (Q) (l/min)	Actual ID (in)		T (m)	Pf per m (Bar)	Pf (Bar)	
10	0.00			4	1xT=6.10	1.500	120.0	7.720	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.720 Bar G
						6.096		-0.147	
36	1.50	33	0.000	4.026		7.596	0.000	0.000	
37	0.00			4	1xT=6.10	1.500	120.0	7.716	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.716 Bar G
						6.096		-0.147	
38	1.50	34	0.000	4.026		7.596	0.000	0.000	
21	0.00			4	1xT=6.10	1.500	120.0	7.713	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.713 Bar G
						6.096		-0.147	
39	1.50	35	0.000	4.026		7.596	0.000	0.000	
22	0.00			4	1xT=6.10	1.500	120.0	7.709	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.709 Bar G
						6.096		-0.147	
41	1.50	36	0.000	4.026		7.596	0.000	0.000	
24	0.00			4	1xT=6.10	1.500	120.0	7.705	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.705 Bar G
						6.096		-0.147	
42	1.50	37	0.000	4.026		7.596	0.000	0.000	
25	0.00			4	1xT=6.10	1.500	120.0	7.702	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.702 Bar G
						6.096		-0.147	
43	1.50	38	0.000	4.026		7.596	0.000	0.000	
28	0.00			4		14.500	120.0	7.533	Vel = 3.931 m/sec Pv = 0.077 Bar Pn = 7.456 Bar G

44	0.00	39	1936.965	4.026		0.000	0.017	0.000	
						14.500		0.246	
147	0.00			4	1xT=6.10	1.500	120.0	8.056	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 8.056 Bar G
						6.096		-0.147	
4	1.50	4	0.000	4.026		7.596	0.000	0.000	
44	0.00			4	1xT=6.10	1.500	120.0	7.257	Vel = 3.931 m/sec Pv = 0.077 Bar Pn = 7.180 Bar G
						6.096		-0.147	
45	1.50	40	1936.965	4.026		7.596	0.017	0.129	

PIPE INFORMATION

Node 1	Elev 1 (m)	K factor	Flow added (q) (l/min)	Nominal ID (inches)	Fittings - quantity, type, and equivalent length (m)	L (m)	C factor	Pt (Bar G)	Notes
						F (m)		Pe (Bar)	
Node 2	Elev 2 (m)	Pipe label Nozzle label	Total flow (Q) (l/min)	Actual ID (in)		T (m)	Pf per m (Bar)	Pf (Bar)	
45	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.232	Vel = 5.226 m/sec Pv = 0.136 Bar Pn = 7.095 Bar G
						0.000		0.000	
46	1.50	41 13	968.482	2.469		0.500	0.051	0.025	
45	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.232	Vel = 5.226 m/sec Pv = 0.136 Bar Pn = 7.095 Bar G
						0.000		0.000	
47	1.50	42 14	968.482	2.469		0.500	0.051	0.025	
4	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	8.056	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 8.056 Bar G
						0.000		0.000	
48	1.50	43 4	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
4	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	8.056	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 8.056 Bar G
						0.000		0.000	
49	1.50	44 15	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
30	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.999	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.999 Bar G
						0.000		0.000	
50	1.50	45 16	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
30	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.999	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.999 Bar G
						0.000		0.000	
51	1.50	46 2	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
32	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.893	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.893 Bar G

52	1.50	47 1	0.000	2.469		0.000	0.000	0.000	
						0.500		0.000	
32	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.893	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.893 Bar G
						0.000		0.000	
53	1.50	48 17	0.000	2.469		0.000	0.000	0.000	
						0.500		0.000	
20	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.798	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.798 Bar G
						0.000		0.000	
54	1.50	49 3	0.000	2.469		0.000	0.000	0.000	
						0.500		0.000	

PIPE INFORMATION

Node 1	Elev 1 (m)	K factor	Flow added (q) (l/min)	Nominal ID (inches)	Fittings - quantity, type, and equivalent length (m)	L (m)	C factor	Pt (Bar G)	Notes
						F (m)		Pe (Bar)	
Node 2	Elev 2 (m)	Pipe label Nozzle label	Total flow (Q) (l/min)	Actual ID (in)		T (m)	Pf per m (Bar)	Pf (Bar)	
107	0.00			6	1xE=4.27	31.500	120.0	7.987	Vel = 1.278 m/sec Pv = 0.008 Bar Pn = 7.979 Bar G
						4.267		0.000	
5	0.00	5	1428.857	6.065		35.767	0.001	0.047	
20	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.798	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.798 Bar G
						0.000		0.000	
55	1.50	50 18	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
6	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.731	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.731 Bar G
						0.000		0.000	
56	1.50	51 19	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
6	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.731	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.731 Bar G
						0.000		0.000	
57	1.50	52 5	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
35	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.724	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.724 Bar G
						0.000		0.000	
58	1.50	53 6	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
35	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.724	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.724 Bar G
						0.000		0.000	
59	1.50	54 20	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
36	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.720	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.720 Bar G

60	1.50	55 7	0.000	2.469		0.000	0.000	0.000	
						0.500		0.000	
36	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.720	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.720 Bar G
						0.000		0.000	
61	1.50	56 21	0.000	2.469		0.000	0.000	0.000	
						0.500		0.000	
38	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.716	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.716 Bar G
						0.000		0.000	
62	1.50	57 8	0.000	2.469		0.000	0.000	0.000	
						0.500		0.000	

PIPE INFORMATION

Node 1	Elev 1 (m)	K factor	Flow added (q) (l/min)	Nominal ID (inches)	Fittings - quantity, type, and equivalent length (m)	L (m)	C factor	Pt (Bar G)	Notes
						F (m)		Pe (Bar)	
Node 2	Elev 2 (m)	Pipe label Nozzle label	Total flow (Q) (l/min)	Actual ID (in)		T (m)	Pf per m (Bar)	Pf (Bar)	
38	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.716	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.716 Bar G
						0.000		0.000	
63	1.50	58 22	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
41	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.709	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.709 Bar G
						0.000		0.000	
64	1.50	59 10	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
40	0.00			6	1xT=9.14	4.600	120.0	7.944	Vel = 1.278 m/sec Pv = 0.008 Bar Pn = 7.936 Bar G
						9.144		0.000	
33	0.00	6	1428.857	6.065		13.744	0.001	0.018	
41	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.709	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.709 Bar G
						0.000		0.000	
65	1.50	60 23	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
42	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.705	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.705 Bar G
						0.000		0.000	
66	1.50	61 11	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
42	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.705	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.705 Bar G
						0.000		0.000	
67	1.50	62 24	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
43	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.702	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.702 Bar G

68	1.50	63 12	0.000	2.469		0.000	0.000	0.000	
						0.500		0.000	
43	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.702	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.702 Bar G
						0.000		0.000	
69	1.50	64 25	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
						0.500		0.000	
29	0.00			4	1xT=6.10	1.500	120.0	7.700	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.700 Bar G
						6.096		-0.147	
70	1.50	65	0.000	4.026		7.596	0.000	0.000	

PIPE INFORMATION

Node 1	Elev 1 (m)	K factor	Flow added (q) (l/min)	Nominal ID (inches)	Fittings - quantity, type, and equivalent length (m)	L (m)	C factor	Pt (Bar G)	Notes
						F (m)		Pe (Bar)	
Node 2	Elev 2 (m)	Pipe label Nozzle label	Total flow (Q) (l/min)	Actual ID (in)		T (m)	Pf per m (Bar)	Pf (Bar)	
70	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.700	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.700 Bar G
						0.000		0.000	
71	1.50	66 26	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
70	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.700	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.700 Bar G
						0.000		0.000	
72	1.50	67 27	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
39	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.713	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.713 Bar G
						0.000		0.000	
73	1.50	68 28	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
39	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.713	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.713 Bar G
						0.000		0.000	
74	1.50	69 9	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
33	0.00			6	1xT=9.14	40.000	120.0	7.880	Vel = 1.278 m/sec Pv = 0.008 Bar Pn = 7.872 Bar G
						9.144		0.000	
34	0.00	7	1428.857	6.065		49.144	0.001	0.064	
17	0.00			6	1xT=9.14	5.500	120.0	8.309	Vel = 1.459 m/sec Pv = 0.011 Bar Pn = 8.299 Bar G
						9.144		0.000	
7	0.00	70	1631.880	6.065		14.644	0.002	0.025	
181	0.00			6		19.500	120.0	8.257	Vel = 1.459 m/sec Pv = 0.011 Bar Pn = 8.246 Bar G

75	0.00	71	1631.880	6.065		0.000	0.002	0.000	
						19.500		0.033	
75	0.00			4		4.000	120.0	8.257	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 8.257 Bar G
						0.000		0.000	
31	0.00	72	0.000	4.026		4.000	0.000	0.000	
75	0.00			6	1xT=9.14	26.300	120.0	8.197	Vel = 1.459 m/sec Pv = 0.011 Bar Pn = 8.186 Bar G
						9.144		0.000	
79	0.00	73	1631.880	6.065		35.444	0.002	0.059	

PIPE INFORMATION

Node 1	Elev 1 (m)	K factor	Flow added (q) (l/min)	Nominal ID (inches)	Fittings - quantity, type, and equivalent length (m)	L (m)	C factor	Pt (Bar G)	Notes
						F (m)		Pe (Bar)	
Node 2	Elev 2 (m)	Pipe label Nozzle label	Total flow (Q) (l/min)	Actual ID (in)		T (m)	Pf per m (Bar)	Pf (Bar)	
80	0.00			4		4.000	120.0	8.143	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 8.143 Bar G
						0.000		0.000	
19	0.00	74	0.000	4.026		4.000	0.000	0.000	
79	0.00			6	1xHE=2.13	30.100	120.0	8.143	Vel = 1.459 m/sec Pv = 0.011 Bar Pn = 8.132 Bar G
						2.134		0.000	
80	0.00	75	1631.880	6.065		32.234	0.002	0.054	
77	0.00			4	1xT=6.10	1.500	120.0	8.110	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 8.110 Bar G
						6.096		-0.147	
81	1.50	76	0.000	4.026		7.596	0.000	0.000	
76	0.00			4	1xT=6.10	1.500	120.0	8.050	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 8.050 Bar G
						6.096		-0.147	
82	1.50	77	0.000	4.026		7.596	0.000	0.000	
80	0.00			6	1xT=9.14	30.000	120.0	8.077	Vel = 1.459 m/sec Pv = 0.011 Bar Pn = 8.067 Bar G
						9.144		0.000	
83	0.00	78	1631.880	6.065		39.144	0.002	0.066	
186	0.00			4	1xT=6.10	1.500	120.0	7.930	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.930 Bar G
						6.096		-0.147	
84	1.50	79	0.000	4.026		7.596	0.000	0.000	
14	0.00			6	1xE=4.27	30.300	120.0	7.874	Vel = 0.309 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.874 Bar G

8	0.00	8	345.252	6.065		4.267	0.000	0.000	
						34.567		0.003	
83	0.00			6	1xT=9.14	30.000	120.0	8.012	Vel = 1.459 m/sec Pv = 0.011 Bar Pn = 8.001 Bar G
						9.144		0.000	
78	0.00	80	1631.880	6.065		39.144	0.002	0.066	
187	0.00			4	1xT=6.10	1.500	120.0	7.865	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.865 Bar G
						6.096		-0.147	
86	1.50	81	0.000	4.026		7.596	0.000	0.000	

PIPE INFORMATION

Node 1	Elev 1 (m)	K factor	Flow added (q) (l/min)	Nominal ID (inches)	Fittings - quantity, type, and equivalent length (m)	L (m)	C factor	Pt (Bar G)	Notes
						F (m)		Pe (Bar)	
Node 2	Elev 2 (m)	Pipe label Nozzle label	Total flow (Q) (l/min)	Actual ID (in)		T (m)	Pf per m (Bar)	Pf (Bar)	
19	0.00			4	1xT=6.10	1.500	120.0	7.996	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.996 Bar G
						6.096		-0.147	
87	1.50	82	0.000	4.026		7.596	0.000	0.000	
78	0.00			6	1xT=9.14	30.000	120.0	7.946	Vel = 1.459 m/sec Pv = 0.011 Bar Pn = 7.935 Bar G
						9.144		0.000	
85	0.00	83	1631.880	6.065		39.144	0.002	0.066	
191	0.00			4	1xT=6.10	1.500	120.0	7.799	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.799 Bar G
						6.096		-0.147	
89	1.50	84	0.000	4.026		7.596	0.000	0.000	
85	0.00			6	1xT=9.14	7.000	120.0	7.919	Vel = 1.459 m/sec Pv = 0.011 Bar Pn = 7.908 Bar G
						9.144		0.000	
90	0.00	85	1631.880	6.065		16.144	0.002	0.027	
31	0.00			4		12.000	120.0	8.257	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 8.257 Bar G
						0.000		0.000	
77	0.00	86	0.000	4.026		12.000	0.000	0.000	
34	0.00			6	1xT=9.14	15.000	120.0	7.878	Vel = 0.309 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.877 Bar G
						9.144		0.000	
14	0.00	87	345.252	6.065		24.144	0.000	0.002	
93	0.00			6	1xHE=2.13	15.800	120.0	7.844	Vel = -1.459 m/sec Pv = 0.011 Bar Pn = 7.833 Bar G

26	0.00	88	1631.880	6.065		2.134	0.002	0.000	
						17.934		0.030	
90	0.00			6	1xHE=2.13	24.600	120.0	7.874	Vel = -1.459 m/sec Pv = 0.011 Bar Pn = 7.863 Bar G
						2.134		0.000	
93	0.00	89	1631.880	6.065		26.734	0.002	0.045	
8	0.00			6	1xT=9.14	29.600	120.0	7.871	Vel = 0.309 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.870 Bar G
						9.144		0.000	
9	0.00	9	345.252	6.065			0.000	0.004	
						38.744		0.004	

PIPE INFORMATION

Node 1	Elev 1 (m)	K factor	Flow added (q) (l/min)	Nominal ID (inches)	Fittings - quantity, type, and equivalent length (m)	L (m)	C factor	Pt (Bar G)	Notes
						F (m)		Pe (Bar)	
Node 2	Elev 2 (m)	Pipe label Nozzle label	Total flow (Q) (l/min)	Actual ID (in)		T (m)	Pf per m (Bar)	Pf (Bar)	
81	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	8.110	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 8.110 Bar G
						0.000		0.000	
94	1.50	90 30	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
81	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	8.110	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 8.110 Bar G
						0.000		0.000	
95	1.50	91 29	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
82	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	8.050	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 8.050 Bar G
						0.000		0.000	
96	1.50	92 32	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
82	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	8.050	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 8.050 Bar G
						0.000		0.000	
97	1.50	93 31	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
87	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.996	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.996 Bar G
						0.000		0.000	
98	1.50	94 33	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
87	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.996	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.996 Bar G
						0.000		0.000	
99	1.50	95 34	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	
84	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.930	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.930 Bar G

100	1.50	96 35	0.000	2.469		0.000	0.000	0.000	
						0.500	0.000	0.000	
84	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.930	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.930 Bar G
						0.000	0.000	0.000	
101	1.50	97 36	0.000	2.469		0.000	0.000	0.000	
						0.500	0.000	0.000	
86	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.865	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.865 Bar G
						0.000	0.000	0.000	
102	1.50	98 37	0.000	2.469		0.000	0.000	0.000	
						0.500	0.000	0.000	

PIPE INFORMATION

Node 1	Elev 1 (m)	K factor	Flow added (q) (l/min)	Nominal ID (inches)	Fittings - quantity, type, and equivalent length (m)	L (m)	C factor	Pt (Bar G)	Notes
						F (m)		Pe (Bar)	
Node 2	Elev 2 (m)	Pipe label Nozzle label	Total flow (Q) (l/min)	Actual ID (in)		T (m)	Pf per m (Bar)	Pf (Bar)	
86	1.50	360.14		2.5		0.500	120.0	7.865	Vel = 0.000 m/sec Pv = 0.000 Bar Pn = 7.865 Bar G
						0.000		0.000	
103	1.50	99 38	0.000	2.469		0.500	0.000	0.000	

PIPE FITTINGS CODES

HE	Standard 45° Elbow	E	Standard 90° Elbow	LE	Long radius 90° Elbow
T	Tee or Cross (Flow turned 90°)	G	Gate Valve	C	Swing Check Valve
NR	Non-return Valve	BV	Ball Valve	B	Butterfly Valve