

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG

ENGENHARIA MECÂNICA

PAULO GUILHERME LEITE

PREVENÇÃO AO INCÊNDIO:

Sistemas de chuveiros automáticos (fire sprinklers), aplicado na fábrica de tubos flexíveis em Machado, MG.

Varginha

2011

Grupo Educacional UNIS

FEPESMIG

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG
ENGENHARIA MECÂNICA
PAULO GUILHERME LEITE

PREVENÇÃO AO INCÊNDIO:

Sistemas de chuveiros automáticos (fire sprinklers), aplicado na fábrica de tubos flexíveis em Machado, MG.

Varginha
2011

FEPESMIG

PAULO GUILHERME LEITE

PREVENÇÃO AO INCÊNDIO:

Sistemas de chuveiros automáticos (fire sprinklers), aplicado na fábrica de tubos flexíveis em Machado, MG.

Trabalho de conclusão de curso apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel em engenharia mecânica, sob orientação do Prof. Erik Vitor da Silva

Varginha

2011

PAULO GUILHERME LEITE

PREVENÇÃO AO INCÊNDIO:

Sistemas de chuveiros automáticos (fire sprinklers), aplicado na fábrica de tubos flexíveis em Machado, MG.

Trabalho de conclusão de curso apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG, como pré-requisito para obtenção de grau de bacharel em engenharia mecânica pela banca examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /



Prof. Ms. Luiz Carlos Vieira Guedes



Prof. Msc. Alexandre de Oliveira Lopes

Prof. Esp. Erik Vitor da Silva

OBS.:

Dedico este trabalho ao meu pai e a minha mãe que me incentivam e apóiam desde o princípio e acreditam em meus sonhos, e aos meus irmãos que contribuem para que eu possa obter sucesso em minha vida pessoal e acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço principalmente a Deus, a quem tenho fé e esperança, e credito todas as minhas conquistas, agradeço aos meus familiares pela compreensão e perspectiva que depositaram sobre mim.

“Dileta és de Cristo que vida te doou.”
Hinos de Louvores e Súplicas a Deus (Hino
360).

RESUMO

Na decorrência de um incêndio, a preservação da vida de seres humanos e de bens materiais é de fundamental importância, então, os sistemas de prevenção de incêndios por chuveiros automáticos vêm se tornando cada vez mais habitual e eficiente.

Neste trabalho está implícito um breve histórico da evolução dos sprinklers, além de considerações sobre os elementos fogo e água, e suas respectivas importâncias na ocorrência de incêndios; este trabalho tem como função esclarecer o funcionamento do sistema de prevenção de incêndio por chuveiros automáticos, demonstrar as classificações dos mesmos, classificar o sistema de acordo com a tubulação e classe de risco de ocupação, estabelecer os componentes utilizados nos sistemas de sprinklers e suas respectivas manutenções.

Será feito um estudo de caso para dimensionamento por tabela na fábrica de tubos flexíveis na cidade de Machado, MG.

Palavras chave: Chuveiros automáticos. Sprinklers. Prevenção de incêndios.

ABSTRACT

In the result of a fire, the preservation of human lives and property is of high importance, then, the sprinklers systems for fire prevention has become increasingly common and efficient.

This report is a brief historic of the implied evolution of sprinklers, beyond the considerations of the elements of fire and water, and their importance in the occurrence of fires. This report is to clarify the function of the operating system for preventing fire by automatic sprinklers, show classifications of them, classify the system according to the pipe and the class of occupation, to establish the components used in sprinkler systems and their maintenance.

There will be a survey performed to design a table in the factory of flexible pipes in the city of Machado, MG

Keywords: Automatic sprinkler systems. Sprinklers. Fire Prevention.

SUMÁRIO

1 HISTÓRICO	12
2 INTRODUÇÃO	13
2.1 Objetivos	13
2.2 Objetivos específicos	13
3 DESENVOLVIMENTO	14
3.1 Fogo	15
3.2 Incêndios	17
3.3 Água, agente extintor de incêndio	19
4 SISTEMAS DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS	20
4.1 Componentes dos chuveiros automáticos	21
4.2 Temperaturas nominais de operação dos chuveiros automáticos	22
4.3 Classificação dos chuveiros automáticos	23
4.3.1 Distribuição de água	23
4.3.2 Velocidade de operação	23
4.3.3 Orientação de Instalação	24
4.4 Classificação dos sistemas de tubulações dos chuveiros automáticos	26
4.4.1 Sistemas de tubulações molhadas	26
4.4.2 Sistemas de tubulações secas	27
4.4.3 Sistemas de ação prévia	27
4.4.4 Sistemas de dilúvio	28
4.4.5 Sistemas combinados de tubulações secas e ação prévia	28
5 ELEMENTOS DO SISTEMA	29
5.1 Sistemas de distribuição (redes de tubulações)	29
5.1.1 Ramais	29
5.1.2 Subgerais	29
5.1.3 Geral	29
5.1.4 Subidas e descidas	30
5.1.5 Subida principal	30
5.1.6 Chuveiro	30
5.2 Fontes de abastecimento de água	31

5.3 Sistemas de alimentação.....	32
5.4 Sistemas de pressurização.....	33
6 CLASSIFICAÇÃO DE RISCO DAS OCUPAÇÕES.....	33
6.1 Ocupações de risco leve.....	33
6.2 Ocupações de risco ordinário.....	34
6.2.1 Grupo I.....	34
6.2.1 Grupo II.....	34
6.3 Ocupações de risco extraordinário.....	34
6.3.1 Grupo I.....	35
6.3.2 Grupo II.....	35
7 DIMENSIONAMENTO DE TUBULAÇÕES.....	35
7.1 Dimensionamento por tabela.....	36
7.1.2 Dimensionamento do sistema de sprinkler em uma fábrica de Machado - MG.....	36
7.2 Dimensionamento por cálculo hidráulico.....	40
8 MANUTENÇÃO.....	40
9 CONCLUSÃO.....	42
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

1 HISTÓRICO

De acordo com Telmo Brentano (2007), a prevenção ao incêndio através de um sistema hidráulico iniciou-se a partir do século XIX; mais precisamente no ano de 1806, na Inglaterra, John Carey criou um sistema de tubos perfurados ligados a um reservatório elevado, esse sistema continha uma válvula fechada que era conectada a um conjunto de cordas e pesos, e as cordas ao serem queimadas abriam a válvula devido ao contrapeso, liberando assim a água e disseminando o fogo.

Apenas em 1812, Sir Willian Congreve, munido de uma patente nº3606 do mesmo ano, instalou o primeiro sprinkler reconhecido; que era parecido com o sistema de Carey, diferenciando-se pelas cordas que eram de cimento fundível, projetado para operar ao ser atingido por uma temperatura de 44C°; no Theatre Royal Drury Lane, no Reino Unido. Este projeto consistia de um reservatório de aproximadamente 95 mil litros de água, que alimentava uma tubulação de 10 polegadas que se ramificava para as demais partes do teatro. Este sistema não era totalmente eficiente, pois as aberturas na qual a água era aspergida com a incidência de incêndio, com o passar dos tempos eram parcial ou totalmente bloqueadas pela ferrugem, a vazão era considerada pequena e a distribuição de água irregular.

Somente em 1864 o Major A. Stewart Marcison construiu o primeiro sprinkler automático, que possuía elemento termo sensível que se fundia devida a ação do calor, permitindo a aspersão de água em todas as direções. Mas esse tipo de sistema automático, só foi patenteado oito anos mais tarde, em 1872, por Phillip W. Pratt.

Em 1878, Henry Parmelee de New Haven, Cunnecticut, nos Estados Unidos, criou o primeiro chuveiro automático nos moldes atuais e aceitos pelas seguradoras. Estes sprinklers também tinham problemas de corrosão gerados nos modelos de metal. Visando eliminar esses empecilhos a empresa Grinnell em 1922 criou um chuveiro com ampola de vidro, munida de um elemento termo sensível. Este sistema gerou positivos resultados se comparados a modelos anteriores, provando sua aplicabilidade no combate a incêndios. Desde então foram feitas pesquisas para melhorar e aperfeiçoar a eficiência do sistema.

2 INTRODUÇÃO

O amplo crescimento tecnológico iniciado a partir da revolução industrial no século XVIII permitiu a construção de numerosos edifícios, galpões de estocagem, shoppings, etc., aglomerando um número considerável de pessoas, deixando-as vulneráveis na ocorrência de incêndios.

Devido aos efeitos devastadores causados por um incêndio, a criação de um método de prevenção e/ou combate contra o mesmo é irrefutável. Desenvolveram-se, neste contexto, sistemas de prevenção ao incêndio por chuveiros automáticos, atualmente denominados sprinklers.

O chuveiro automático é um dispositivo com a função de extinguir um incêndio, por acionamento automático devido ao aquecimento de seu elemento termo-sensível, acima da sua temperatura de trabalho, aspergindo água na zona incendiada.

Os sistemas de prevenção ao incêndio por chuveiros automáticos é a maneira mais eficaz de combater focos de incêndios, além de não necessitar de ação humana para que o sistema seja acionado. E essa particularidade torna-se essencial ao combate de incêndios, pois com a elevação de temperaturas e fumaça no local, se torna impraticável a ação de bombeiros nas áreas de incêndio.

2.1 Objetivos

Analisar e calcular o sistema de prevenção de incêndio por chuveiros automáticos levando em consideração as normas regidas no Brasil.

2.2 Objetivos específicos

Definir os conceitos de um sistema de prevenção de incêndio por chuveiros automáticos e suas particularidades, e dimensionar um sistema de chuveiros automáticos na fábrica de tubos flexíveis da cidade de Machado, MG.

3 DESENVOLVIMENTO

No Brasil até a década de 70, como não houve número acentuado de ocorrências de incêndio, a preocupação em criar normas de segurança em relação à prevenção de incêndio era inexistente. Porém incêndios como as dos edifícios Andraus (1972) de 31 andares e Joelma (1974) de 25 andares, lojas Americanas (1973) e lojas Renner (1976), que culminaram no óbito de centenas de pessoas e expressiva perda material, incentivaram governos federais, estaduais e municipais, corpo de bombeiros e outras entidades a criarem uma legislação preventiva em relação aos incêndios. (Brentano 2007),

Em 1990, o congresso dos Estados Unidos aprovou a lei PL-101-391, exigindo em geral que qualquer hotel, salão de festas, hospital, residência ou instituição similar, onde abrigue mais de 100(cem) pessoas ou recebam financiamento federal, possua sistemas de prevenção ao incêndio. Porém cada estado é responsável por reger as normas de segurança em suas construções civis, tanto é que a partir de 2011, Pensilvânia e Califórnia, exigirão sistemas de sprinklers em todas as construções residenciais.

Igualmente aos Estados Unidos, no Brasil a cidade ou estado é responsável pelas normas que as novas edificações são incumbidas, e pela adaptação na qual os edifícios antigos são cometidos, para que os mesmos ofereçam condições mínimas de segurança contra o incêndio.

Em países do Reino Unido e no Brasil, a presença de sistemas de sprinkler é considerada uma maneira alternativa no cumprimento das normas do governo. Na Escócia, por exemplo, a presença do sistema de sprinklers geralmente permite o dobro do tamanho de um compartimento, e aumenta a distância das saídas de emergência.

Os sistemas de combate ao incêndio no Brasil mais comum são os sistemas de mangotinhos, hidrantes e extintores de incêndios, porém nesses sistemas ocorrem algumas desvantagens:

a) Só é possível sua utilização após a identificação do incêndio, o que prejudica no seu combate em caso de ocorrências em lugares onde a incidência de pessoas é pequena, acarretando em maiores danos materiais, e em alguns casos impossibilitando a utilização desses sistemas de prevenção.

b) Necessitam de atuação humana para sua ativação, aumentando os riscos das pessoas que está manuseando esses sistemas.

Então os sistemas de prevenção ao incêndio através de chuveiros automáticos foram criados para disseminarem esses problemas, pois iniciam seu funcionamento automaticamente; evitando a aproximação de seres humanos ao incêndio e atuando imediatamente após o início do fogo.

3.1 Fogo

Depois que o ser humano aprendeu a controlar o fogo, o mesmo vem sendo utilizado pelos seres humanos para seu aquecimento nos invernos rigorosos, para o cozimento de alimentos, geração de energia, dentre muitas outras, porém, o fogo se não controlado, pode gerar riscos ao seres e prejuízos materiais.

Com os avanços tecnológicos, que permitem a construção de edifícios maiores e mais próximos uns dos outros; a aglomeração de pessoas em centros urbanos devido ao êxodo rural e a fragilidade dos materiais utilizados em construções que facilitam a propagação do fogo, deve-se tomar precauções para que o mesmo não se torne um malefício para os seres humanos.

Para Brentano (2007), o fogo é uma reação química, denominada combustão, que é uma oxidação rápida entre o material combustível, sólido, líquido ou gasoso, e o oxigênio do ar, provocada por uma fonte de calor, que gera luz e calor.

Só existe ocorrência de fogo se houver a concorrência simultânea de três elementos: material combustível (madeira, papel, gasolina, etc.), comburente (geralmente oxigênio do ar) e uma fonte de calor (faísca elétrica, chama, atrito, etc.), que forma o triângulo do fogo (figura 1).



Figura 1 – Triângulo do fogo
Fonte: Autor (2011)

Brentano 2007 discorre em sua obra Instalações hidráulicas de combate a incêndios nas edificações, que: “para que haja a propagação do fogo após sua ocorrência, deve haver a transferência de calor de molécula para molécula do material combustíveis, ainda intactas, que entram em combustão sucessivamente, gerando, então, a reação química em cadeia”, conforme figura 2.

A reação química em cadeia é transferência de calor de uma molécula do material em combustão para a molécula vizinha, ainda intacta, que se aquece e entra, também em combustão, assim sucessivamente, até que todo material esteja em combustão. Em outras palavras, o calor da combustão de uma molécula aquece as moléculas vizinhas do combustível, ainda intactas, que geram mais gases ou vapores, que em contato com o oxigênio do ar geram em uma mistura inflamável, que continua se aquecendo com a transferência de mais calor até entrar em combustão, que gera mais calor aquecendo as moléculas vizinhas ainda intactas..., desenvolvendo, assim, sucessivamente uma reação química em cadeia (“Brentano 2007 p.40”).

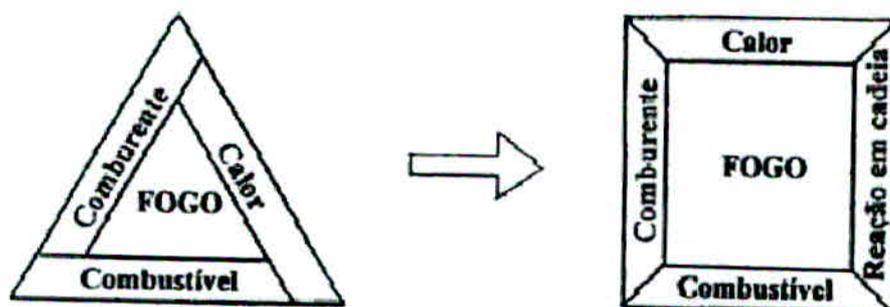


Figura 2 – Triângulo e quadrado do Fogo
Fonte: Brentano (2007, p. 40)

Depois de feita a análise do triângulo do fogo, conclui-se que para eliminá-lo, basta extinguir um de seus três elementos ou eliminar a reação em cadeia. A extinção do fogo pode ser feita por isolamento, retirando o combustível; por abafamento, onde é retirado o comburente, devido ao fato de que o fogo se extinguirá nos locais com menos de 13% de O_2 ; extinção química, quebrando a cadeia de reação química e por resfriamento, retirando o calor do fogo, sendo esta, a maneira mais comum de extinção do fogo, e a água é o extintor mais utilizado.

3.2 Incêndios

Uma pesquisa realizada na década de 80, nos Estados Unidos, Solomon em 1996 apud João Gama Godoy (2010), apresentou os seguintes dados:

- a) 8% dos focos de incêndio foram extintos ou controlados por apenas 1(um) sprinkler;
- b) 48% dos focos de incêndio foram extintos ou controlados por apenas 2(dois) sprinklers;
- c) 89% dos focos de incêndio foram extintos ou controlados por até 15(quinze) sprinklers;
- d) Os danos causados pelos incêndios em hotéis foram 78% menores nos que possuíam o sistema correto de sprinklers;
- e) Não se tem registro de mais do que 2(duas) vítimas fatais em edificações protegidas por sistemas de sprinklers corretamente projetados e operados.

Segundo pesquisa realizada na Austrália e Nova Zelândia apud João Gama Godoy (2010), durante 82 anos de uso de sistemas de sprinklers, indicou que 82% dos incêndios ocorridos foram controlados com dois ou menos sprinklers.

De acordo com relatório descritivo da SENASP (2006), apud José Carlos Tomina, no Brasil no ano de 2004 ocorreram 137.779 incêndios, dos quais apenas 32.909 têm causas registradas, e em apenas 15.593 as causas são identificadas (figura 3).

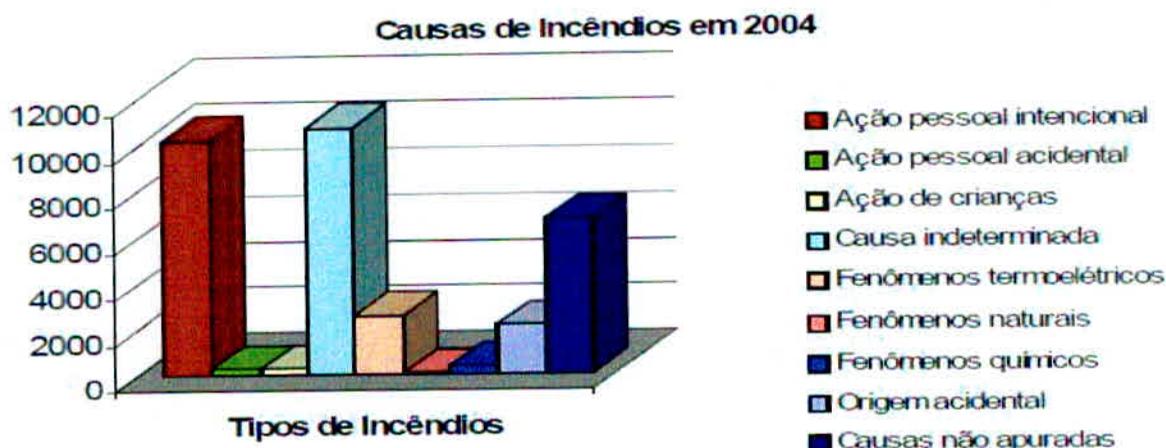


Gráfico 1 – Causa de Incêndio em 2004

Fonte: Relatório descritivo da SENASP 2006, apud Tomina.

Dados do DATASUS obtidos em 2005, apud José Carlos Tomina, indicam que houve mais de 13.000 internações por ano de pessoas vítimas de queimaduras, custando ao SUS (Sistema Único de Saúde) mais de R\$ 9,3 milhões, e chegando ao número de 231 óbitos.

O estudo sobre o comportamento humano nos incêndio, de Sérgio Baptista de Araújo (2009), demonstra que as condições mais severas para o ser humano é quando a temperatura atinge entre 50°C e 65°C, e temperaturas acima de 100°C podem ocasionar a morte.

EFEITOS FISIOLÓGICOS	TEMPERATURA
Possível parada cardíaca	60°C
Tolerância da temperatura por 49 minutos	82°C
Queimadura rápida da pele no ar úmido	100°C
Tolerância da temperatura por 20 minutos	115°C
Dificuldade de respirar pelo nariz	126°C
Dificuldade de respirar pela boca	148°C
Temperatura limite para escape	148°C
Dor acentuada na pele seca	160°C
Tolerância da temperatura em em menos de 4 minutos	198°C
Limite do sistema respiratório	198°C

Tabela 1- Efeitos fisiológicos causador pelo calor

Fonte: Comportamento humano nos incêndio, Araújo S. B.(2009, p. 05)

Como o índice de oxigênio na atmosfera é de aproximadamente 21%, a redução dessa porcentagem acarreta em efeito sedante e até alucinógeno, concentrações menores que 9% acarretam na inconsciência imediata, e após três minutos nessas condições, caem significativamente às chances de sobrevivência do ser humano, como explicitado no gráfico 2.



Gráfico 2 – Probabilidade de sobrevivência com oxigênio restrito
 Fonte: Comportamento humano nos incêndio, Araújo S. B. (2009, p. 05)

Os dados citados acima enaltecem a preocupação que governos, construtores e empresários devem ter em relação à prevenção de incêndio, a fim de gerar segurança e evitar maiores perdas à população.

3.3 Água, agente extintor de incêndio

A necessidade humana de utilização da água é fundamental para a história, a água determinou as localizações das comunidades, desde que o ser humano passou a sobreviver dependente da agricultura.

Para Heller e Padua (2006), os principais usos da água são divididos em dois fatores, consuntivos e não consuntivos. Os fatores consuntivos são: abastecimentos domésticos e industriais, irrigação, aquicultura; e os fatores não consuntivos são: geração de energia hidroelétrica, navegação, recreação e harmonia paisagista, pesca, diluição, assimilação e afastamento de efluente.

No livro de Heller e Padua, a tabela 2 abaixo, cita a distribuição anual dos usos da água por continente no ano de 1995.

Continentes	Irrigação		Uso industrial		Uso doméstico	
	km ³	%*	km ³	%	km ³	%
África	127,7	88,0	7,3	5,0	10,2	7,0
Ásia	1388,8	85,0	147,0	9,0	98,0	6,0
Oceania	5,7	34,1	0,3	1,8	10,7	64,1
Europa	141,1	31,0	250,4	55,0	63,7	14,0
América do Norte e Central	248,1	46,1	235,5	43,7	54,8	10,2
América do Sul	62,7	59,0	24,4	23,0	19,1	18,0
TOTAL	2024,1	68,3	684,9	23,1	256,5	8,6

*percentual entre os três tipos de uso

Tabela 2 – Distribuição anual do uso da água

Fonte: Abastecimento de água para consumo humano, Heller e Padua (2006, p.39)

Além desses usos de água no mundo, para Brentano (2007) ela pode e deve ser usada como agente extintor de incêndio, pois a água é encontrada em abundância; e por ter grande capacidade de absorção de calor, é bastante eficaz no combate ao fogo, além de ser não-tóxico, não-corrosivo e estável.

A água pode atuar principalmente de duas maneiras na extinção de incêndio, por resfriamento e abafamento. “A água no estado líquido, age sobre o fogo por resfriamento, absorvendo calor e se aquecendo até se transformar em vapor, que então, age por abafamento, reduzindo a taxa de oxigênio, e conseqüentemente, sua inflamabilidade”, Brentano (2007).

4 SISTEMAS DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS

O sprinkler com elemento termo sensível por ampola consiste em uma carcaça na qual é conectada a tubulação com devida pressão e fluido (água), vedado á tubulação, possui uma ampola de vidro contendo líquido (mercúrio), com ponto de ebulição pré-determinada, e uma bolha de ar em seu interior, no instante em que o líquido expande devido à ação do calor, a bolha de ar comprime e absorve o líquido aumentando bruscamente a pressão, e em conseqüência rompe o bulbo, liberando a válvula de vedação, que separa o sprinkler da tubulação, assim a água choca ao dispersor aspergindo a área afetada. Existem sprinklers que usam fusível de liga metálica eutética; geralmente o cobre, porém também usa-se chumbo, cádmio e bismuto; que são de baixo ponto de fusão, substituindo a ampola de vidro. E o chuveiro pode ser aberto, onde este não possui elementos acionadores ou termos-sensíveis.

Os chuveiros automáticos têm como vantagem em relação aos outros sistemas de prevenção e combate ao incêndio, o fato de não necessitar de seres humanos para sua ativação e disparar alarme automaticamente, devido à válvula de governo e alarme (VGA), para que as pessoas no local fiquem cientes do incêndio, e possam se evadir do local com segurança. A função dos sprinklers é combater e controlar o fogo em seu estado inicial, pois esse sistema não é eficiente em caso de fogos latentes, então, torna-se fundamental a ativação do corpo de bombeiros ao menor indício da ocorrência de incêndio.

Devido à existência de normas regulamentares sobre extinção de incêndio por chuveiros automáticos serem mais evidentes e antigas em países europeus e principalmente nos Estados Unidos, as normas brasileiras são em sua maioria extensões das normas da NFPA (National Fire Protection Association) dos Estados Unidos.

4.1 Componentes dos chuveiros automáticos

Os sprinklers são basicamente compostos por quatro componentes:

- a) Corpo, o local do chuveiro que contém a rosca que o fixa na tubulação, braços e orifícios de descarga.
- b) Defletor, cuja função é converter a água em spray e distribuí-la na área do foco.
- c) Obturador, destinado a vedar o orifício de descarga, e também é atuante como base do elemento termo sensível tipo bulbo de vidro.
- d) Elemento termo sensível, componente que libera o obturador devido à elevação de temperatura, fazendo com que a água flua contra a área na qual está destinada a cobrir.

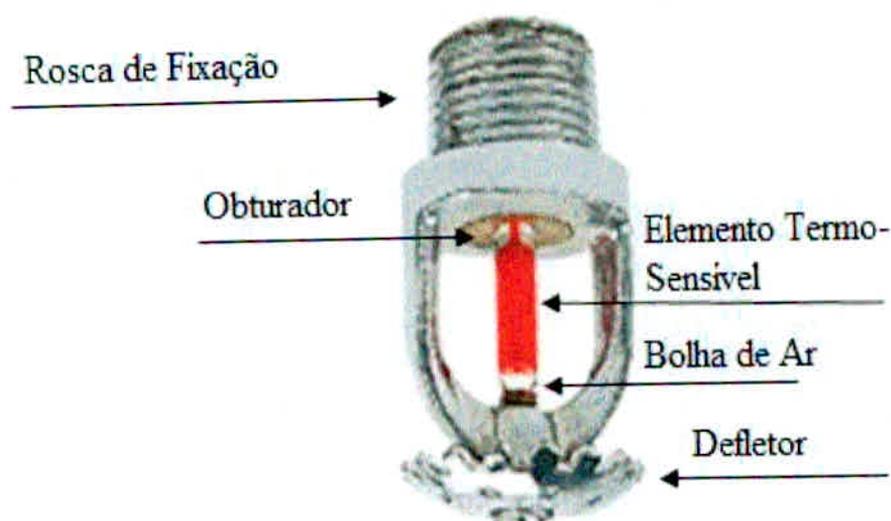


Figura 3 – Detalhamento de um chuveiro automático com elemento termo-sensível
Fonte: Autor (2011)

4.2 Temperaturas nominais de operação dos chuveiros automáticos

Cada líquido da ampola de vidro, ou braço nos sprinklers de liga eutética, possuem cores determinadas, que identificam a temperatura na qual o elemento termo sensível irá se romper e o processo de acionamento dos sprinklers se darão início.

De acordo com a norma brasileira que segue os padrões internacionais, NB R 10897 de Abril de 2006, segue abaixo a tabela de classificação das temperaturas recomendadas dos líquidos das ampolas ou braço de cada sprinkler de acordo com sua utilização.

Temperatura máxima do Telhado (°C)	Temperatura recomendada do Chuveiro (°C)	Classificação da temperatura de funcionamento do Chuveiro	Cor do Líquido da Ampola
38	57 a 77	Ordinária	LARANJA VERMELHA
66	79 a 107	Intermediário	AMARELA VERDE
107	121 a 149	Alto	AZUL
149	163 a 191	Extra Alto	ROXO
191	204 a 246	Extra Extra Alto	PRETA
246	260 a 302	Ultra Alto	PRETA
329	343	Ultra Alto	PRETA

Tabela 3 – Limites de temperatura, classificação e código de cores dos chuveiros automáticos
Fonte: NBR 10897 (2006 p.08)

4.3 Classificações dos chuveiros automáticos

Atendendo a NBR de proteção contra o incêndio por chuveiros automáticos de 2006, os sprinklers são classificados quanto à distribuição da água, velocidade de operação, orientação de instalação, e condições de uso. Os itens sobre as classificações dos chuveiros automáticos citados abaixo, estão mencionados de maneira fiel a NBR 10897(2006).

4.3.1 Distribuição da água

Em relação à distribuição da água os chuveiros automáticos são divididos em quatro maneiras:

- a) Chuveiro de cobertura extensiva – Este chuveiro é projetado para cobrir uma área maior que as dos chuveiros padrão;
- b) Chuveiro estilo antigo – Este chuveiro direciona de 40% a 60% da água para o teto e que é instalado com o defletor pendente ou de pé;
- c) Chuveiro de gotas grande – Este chuveiro produz gotas maiores de água, e é utilizado para controle de alguns incêndios graves;
- d) Chuveiro Spray – Chuveiro no qual o defletor direciona a água para baixo, lançando uma quantidade mínima ou nenhuma para o teto.

4.3.2 Velocidade de operação

A NFPA 13 define os chuveiros automáticos em relação à velocidade de operação entre chuveiros de resposta rápida, resposta padrão, extinção precoce e resposta rápida, resposta imediata, resposta imediata e cobertura estendida e chuveiros especiais.

Resposta rápida (Fast Response) – Tempo de resposta (RTI) igual ou menor que 50 (metros-segundo)^{1/2}

a) Resposta padrão (Standard Response) – Tempo de resposta (RTI) igual ou superior a 80 (metros segundo)^{1/2};

b) Resposta rápida e supressão atempada (Early Supression and Fast Response - ESFR) – Chuveiro de resposta rápida utilizado na extinção de alguns tipos de incêndios grave;

c) Resposta Imediata (Quick Response – QR) – Chuveiro de resposta rápido utilizado na extinção de alguns incêndios;

d) Resposta imediata e cobertura estendida – Chuveiro de resposta rápida projetado para cobrir uma área maior que a área de cobertura de chuveiros padrão;

e) Chuveiro especial – Chuveiro ensaiado e certificado para aplicação específica.

Para determinar a sensibilidade térmica de um sprinkler é necessário medir esta variável. A Factory Mutual (FM) desenvolveu um método de medição, em vigor ainda hoje, que utiliza o conceito “Response Time Index” (RTI, Índice de tempo de resposta). Nesta medição usa-se um instrumento de medida chamado “forno de imersão”. A norma UL 199, da Underwriters Laboratories, denomina o método medição por forno. Dentro do forno de imersão, faz-se circular uma corrente de ar a uma temperatura e velocidade constantes. O sprinkler, que se encontra à temperatura ambiente, é introduzido nesta corrente de ar. É medido o tempo (em segundos) que o elemento sensível do sprinkler necessita para atingir 63% da temperatura da corrente do ar. A este valor chama-se “fator tau”, que, multiplicado pela raiz quadrada da velocidade do ar, nos dá um número correspondente ao RTI do sprinkler. (“Scott Martorano, 2006 p.3-4”)

$$RTI = TV^{1/2}$$

T = fator tau

V = velocidade do ar

4.3.3 Orientação de Instalação

Os chuveiros automáticos são definidos em relação a sua orientação de instalação, e podem ser definidos de 6 (seis) maneiras distintas.

- a) Para cima (up right) - Nesse modelo o jato é aspergido verticalmente até o defletor, que o reflete na direção oposta, é utilizado em lugares onde as tubulações são externas;
- b) Lateral (sidewalk ou sidewall) - Modelo no qual o defletor tem função de espalhar o jato de água frontalmente e lateralmente, em forma de um quarto de esfera, além de aspergir pequena parte contra a parede;
- c) Pendente (pendent) - O chuveiro é projetado para que o jato de água seja conduzido para incidir no defletor e espalhar-se;
- d) Chuveiro embutido – Chuveiro decorativo, cujo corpo, ou parte dele, exceto a rosca, é montado dentro de um invólucro embutido;
- e) 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;
- f) Chuveiro oculto – chuveiro embutido e coberto por uma placa que é liberada antes do funcionamento.



Figura 4 – Chuveiros Automáticos
Fonte: Autor (2011)

Na figura 4 acima, estão demonstrados alguns modelos de sprinklers do tipo ampola, utilizados na prevenção de incêndios; sendo respectivamente da esquerda para direita:

Defletor pendente com acionamento a temperatura de 141°C (líquido da ampola azul), defletor pendente com acionamento a temperatura de 79°C (líquido da ampola amarelo), defletor tipo lateral com acionamento a 79°C (líquido da ampola amarelo), defletor tipo pendente com acionamento a temperatura de 68°C (líquido da ampola vermelho), defletor tipo lateral com acionamento a temperatura de 68°C (líquido da ampola vermelho), e por fim o sprinkler do tipo para cima com acionamento a temperatura de 68°C (líquido da ampola vermelho).

4.4 Classificação dos sistemas de tubulações dos chuveiros automáticos

Os sistemas de sprinklers são classificados de acordo com características de utilização, como o clima do local a ser instalado, o princípio de funcionamento do sistema e o risco do local. Os sistemas de chuveiros automáticos podem ser classificados em:

- a) Sistemas de tubulação molhada
- b) Sistemas de tubulação seca
- c) Sistemas de ação prévia
- d) Sistemas de dilúvio
- e) Sistemas combinados de tubulação seca e ação prévia

4.4.1 Sistemas de tubulações molhadas

Nesse sistema os sprinklers são ligados a um sistema de tubulação que contém água sobre pressão. No sistema de tubulação molhada os sprinklers ao serem acionados, fazem soar automaticamente um dispositivo de alarme (válvula VGA) devido ao fluxo da água, que faz mover uma membrana plástica que está conectada a um interruptor, que também está conectada a uma campainha e/ou uma luz intermitente para que seja vista e ouvida por todos que estão no local, que prontamente devem se evadir do local, esse mesmo sistema é

conectado a um painel central de alarme, que vai indicar o que aconteceu com o sistema, esse painel está conectado a uma linha de telefone que manda sinal a companhia de alarme que monitora o sistema, e que imediatamente vai contactar os bombeiros informando o que é e onde está o problema. Nesse sistema apenas o(s) sprinkler(s) acionado(s) devido ao calor, aspergirá a água. Esse tipo de sistema é utilizado em lugares com temperatura ambiente mais elevada, para que a água do sistema não congele, interrompendo o seu funcionamento.

4.4.2 Sistemas de tubulações secas

Nos sistemas de tubulações secas os sprinklers são ligados à tubulação fixa que contém em seu interior ar comprimido ou nitrogênio. Possui uma válvula de tubo seco (dry valve) própria para esse sistema, que quando ocorre liberação do ar ou nitrogênio comprimido permite a admissão de água no sistema. Esse sistema é comumente utilizado em lugares onde a temperatura é mais baixa (abaixo de 5°C), pois não utiliza água diretamente exposta à temperatura, evitando assim seu congelamento, porém, devido ao fluido não estar diretamente na tubulação, há uma demora no descarregamento de água pelo chuveiro automático, que devido à NFPA não deve exceder a 60 segundos. Nesse sistema existe um compressor de ar que mantém o sistema sempre na mesma pressão, com válvula controladora de pressão pré-determinada, mantendo assim pressão constante, evitando que a válvula do sistema acione sem necessidade. Em caso de mau funcionamento do compressor ou falta de energia e a pressão do sistema diminua, a válvula do compressor é acionada e envia sinal ao painel de controle do sistema, informando que há inconformidade no sistema.

4.4.3 Sistemas de ação prévia

Os sistemas de ação prévia são semelhantes ao de sistemas de tubulações secas. O ar nas tubulações podem ou não estar sob pressão. Sistemas de ação prévia possuem um sistema de detecção consideravelmente mais sensível ao calor, que automaticamente abre a válvula de suprimento instalada no início da tubulação, permitindo a vazão d'água independentemente da pré-abertura dos sprinklers. Esse tipo de instalação tem por vantagem a resposta de o

chuveiro ser mais rápida em relação aos sistemas de tubulações molhadas, diminuindo os danos causados pelo fogo.

4.4.4 Sistemas de dilúvio

Esse sistema é constituído de uma tubulação seca, e os chuveiros não possuem o elemento termo sensível e nenhum tipo de vedação, tornando-os abertos. Possui um sistema de detecção de incêndio interligada a válvula de dilúvio; instalada no início da tubulação; que faz com que o sistema seja acionado quando a válvula recebe duplo sinal de alta temperatura ou acionada manualmente. Com a abertura da válvula dilúvio o fluido chega á tubulação e é descarregado por todos os sprinklers automaticamente.

4.4.5 Sistemas combinados de tubulações secas e ação prévia

Essa combinação de sistemas é composta por uma tubulação de ar comprimido e sistema de detecção de incêndio mais sensível que os próprios chuveiros automáticos, o sistema de detecção é ligada a válvula de tubulação seca que é instalada no início da tubulação. Com a atuação de qualquer detector, a válvula de tubulação seca, que tem função de conduzir a água as tubulação, é aberta, atuando simultaneamente com as válvulas de alívio de ar, não permitindo a perda de pressão de ar comprimido na rede de chuveiros automáticos, facilitando o enchimento de água na tubulação do sistema com maior facilidade.

Os sistemas de tubulações de chuveiros automáticos citados são todos providos de um sistema detecção, que quando acionados fazem soar automaticamente o alarme de incêndio.

5 ELEMENTOS DO SISTEMA

De acordo com Orestes M. Gonçalves e Edson P. Feitosa (1998), um sistema de chuveiros automáticos é constituído por quatro elementos, sendo eles, uma rede de tubulações fixas que estão conectadas aos chuveiros automáticos, controlado por uma válvula de governo e alarme, interligada a um sistema de pressurização e uma fonte de abastecimento de água.

5.1 Sistemas de distribuição (rede de tubulações)

O sistema de distribuição é composto pela rede de tubulações que liga a válvula de governo aos sprinklers, e é dividida em ramais, geral, subgeral, subidas e descidas, subida principal e os próprios chuveiros automáticos.

5.1.1 Ramais

No texto técnico de M. Gonçalves e Edson P. Feitosa (1998), os ramais são ramificações na qual os sprinklers são instalados diretamente ou utilizando-se de tubos horizontais com 60 cm. de comprimento máximo.

5.1.2 Subgerais

São as tubulações destinadas a abastecer os ramais, ligando a geral aos ramais.

5.1.3 Geral

Tubulações com a função de alimentar as subgerais, interligando a subida principal a geral.

5.1.4 Subidas ou descidas

As subidas ou descidas são as tubulações que fazem as ligações dos chuveiros aos pavimentos, dos subgerais e ramais, e também dos chuveiros individuais dos ramais, em casos onde o comprimento do tubo exceder 30 cm de comprimento.

5.1.5 Subida principal

Tubulação que faz a ligação do sistema de alimentação de água as tubulações gerais, onde as VGA estão instaladas.

5.1.6 Chuveiro

Para João Gama Godoy (2010), o chuveiro automático é um dispositivo para extinção ou controle de incêndios que funcionam automaticamente quando seu elemento termo-sensível é aquecido á sua temperatura de operação ou acima dela, permitindo que a água seja descarregada sobre uma área específica. Os sprinklers são ligados aos ramais.

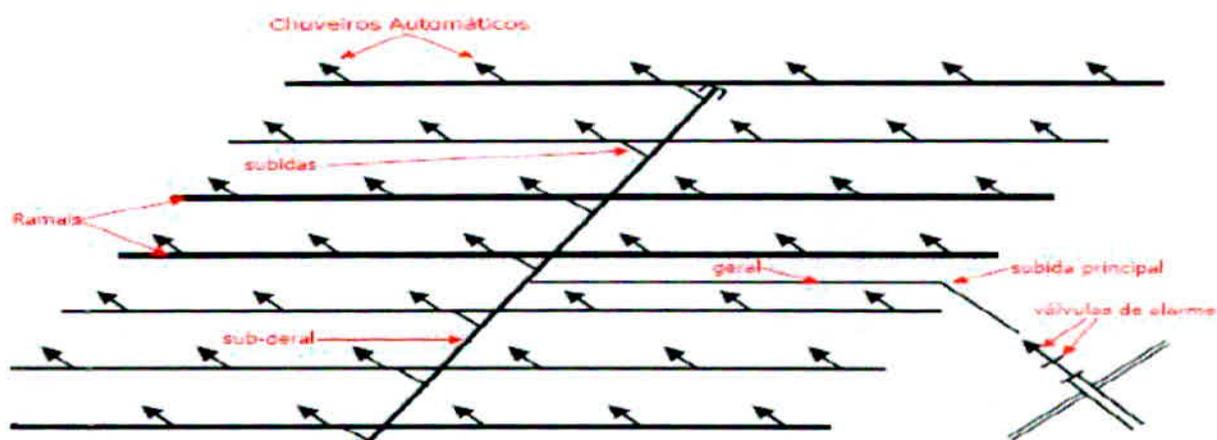


Figura 5 – Sistema de distribuição
Fonte: Brentano (2007, p. 40)

5.2 Fontes de abastecimento de água

Os sistemas de sprinklers devem dispor de um sistema de suprimento de água exclusivo, com operação automática, para que o sistema de sprinklers seja acionado adequadamente. De acordo com a NBR 10897 (2006) o sistema de abastecimento de água pode ser feito através de reservatórios elevados, reservatórios com fundo elevado ou com fundo ao nível do solo, piscinas, açudes, represas, rios, lagos, lagoas, com uma ou mais bombas de incêndio, e tanque de pressão.

De acordo com Gonçalves e Edson P. Feitosa (1998), a capacidade efetiva dos reservatórios deve ser calculada em função do tempo mínimo de duração do sistema de chuveiros, e depende de cada classe de risco de ocupação.

5.3 Sistemas de alimentação

Os sistemas de alimentação são compostos por uma rede de tubulações que ligam a fonte de abastecimento de água à válvula de governo e alarme (VGA).

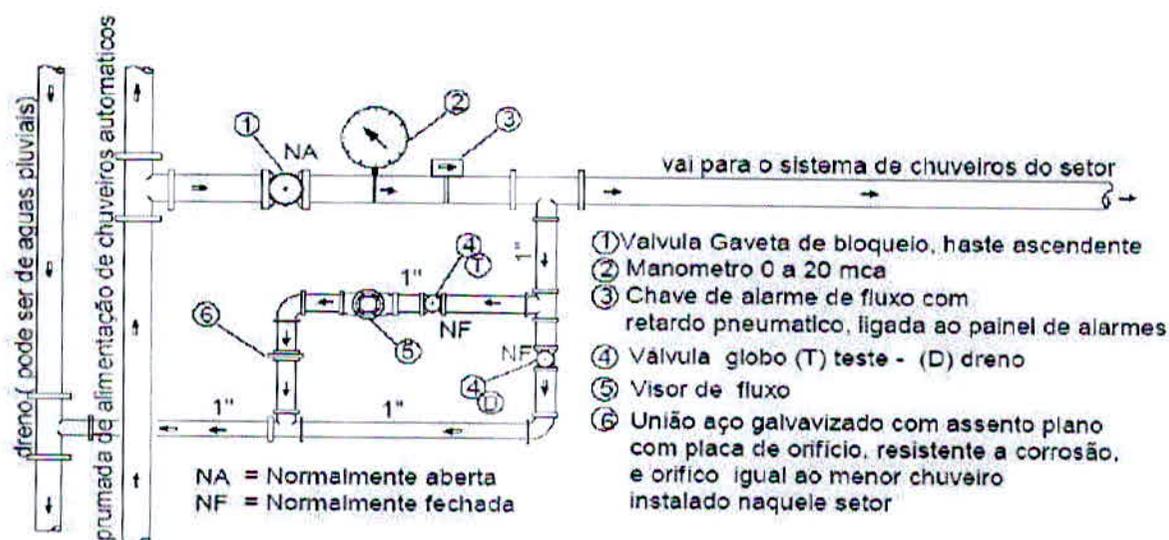


Figura 6 – Sistema de Alimentação
 Fonte: NBR 10897 (2006, pág.12)

Em relação ao sistema de tubulação molhada a VGA é uma válvula de retenção, com orifícios dotados de rosca que é feita a ligação de dispositivos de controle e alarme. Estes dispositivos são os manômetros, a montante e a jusante do obturador, válvula de drenagem de 1 ½" ou 2", com a função de esvaziar o sistema e fazer o reabastecimento dos chuveiros atingidos pelo fogo. Quando se trata de VGA para sistemas de tubulações seca, os sistemas de controles e alarmes são idênticos aos das tubulações molhadas, já o princípio de funcionamento é devido ao obturador oscilante estar mantido fechado por um trinco, e quando ocorre a abertura do chuveiro, ocorre uma diminuição da pressão de ar comprimido na tubulação, provocando a abertura do trinco.

Cada pavimento deve ser controlado por um jogo de válvulas, e a área máxima que um jogo de válvulas pode controlar depende da classe de risco da ocupação.

Risco de ocupação	Área máxima (m ²)
Leve	5000
Ordinário	5000
Extraordinário	3000
Pesado	4000

Tabela 5 – Área máxima para proteção por jogo de válvulas
 Fonte: Gonçalves e Edson P. Feitosa (1998, pág.17)

5.4 Sistemas de Pressurização

A fim de estabelecer uma pressão constante nas tubulações, é necessário que se tenha um sistema de pressurização eficaz, esses sistemas devem receber constantes supervisões, para que se evite perdas de pressão devido a possíveis vazamentos. A bomba de pressurização deverá manter o sistema de sprinklers a uma pressão imediatamente acima da pressão máxima da bomba principal, e sua demanda não deve exceder 20 litros/minuto. As bombas “Jockey” devem possuir um sistema de acionamento automático ao decaimento de pressão hidráulica nos sistemas de sprinklers, e seu desligamento só deve ser feito manualmente.

6 CLASSIFICAÇÃO DE RISCO DAS OCUPAÇÕES

Para que possa ser feito um sistema de prevenção de incêndio apropriado para cada ocupação, a Norma Brasileira 10897, de abril de 2006, classifica as ocupações de acordo com o risco proeminente, e é através da classificação de risco que se define a distância entre os chuveiros automáticos, pressão mínima do sistema, vazão da tubulação, etc.

6.1 Ocupações de risco leve

Compreende as ocupações ou parte das ocupações onde a quantidade e/ou a combustibilidade do conteúdo (carga de incêndio) é baixa tendendo a moderada e onde é esperada baixa a média taxa de liberação de calor. Igrejas, clubes, hotéis, residências, teatros, etc. são alguns exemplos de ocupações de risco leve.

6.2 Ocupações de risco ordinário

A NBR 10897 separa as ocupações de risco ordinário em Grupo I e Grupo II.

6.2.1 Grupo I

Compreende as ocupações ou parte das 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 metros e incêndios com moderada taxa de liberação de calor são esperados, por exemplo: estacionamentos de veículos, padarias, fábricas de bebidas, lavanderias, fábrica de produtos eletrônicos, área de serviço de restaurantes, etc..

6.2.2 Grupo II

Compreende as ocupações ou parte das ocupações onde a quantidade e a combustibilidade do conteúdo é de moderada a alta. A altura de armazenamento não excede 3,7 metros e incêndios com moderada a alta taxa de liberação de calor são esperados, temos como exemplo moinhos de grãos, fábrica de produtos químicos, áreas de usinagem, indústria metalúrgica e têxtil, processamento e montagem de produtos de madeira, etc..

6.3 Ocupações de risco extraordinário

As ocupações de risco extraordinário são separadas em dois grupos de acordo com a NBR 10897.

6.3.1 Grupo I

Compreendem as ocupações ou parte das ocupações onde a quantidade e a combustibilidade do conteúdo é muito alta, podendo haver presença de pós e outros materiais que provocam incêndios de rápido desenvolvimento, produzindo alta taxa de liberação de calor. Neste grupo não possuem líquidos combustíveis e inflamáveis. Temos nesse grupo exemplos como hangares, serrarias, fábricas de compensados e aglomerados, fundições, áreas de uso de fluidos hidráulicos combustíveis, etc..

6.3.2 Grupo II

Compreendem as ocupações com moderada ou substancial quantidade de líquidos combustíveis ou inflamáveis. Saturação com asfalto, tratamento térmico em tanques de óleo abertos, limpeza com solventes, pintura e envernizamento por imersão, etc. são exemplo do grupo II.

7 Dimensionamento de tubulações

Existem duas maneiras de dimensionar as tubulações para sistemas de chuveiros automáticos, podendo ser dimensionando por tabela e dimensionamento por cálculo hidráulico. Neste documento, será dada maior ênfase aos sistemas de dimensionamento por tabela. A decorrência destes dimensionamentos segue a Norma Brasileira 10897, de 2006.

7.1 Dimensionamentos por tabela

O dimensionamento por tabela visa determinar os diâmetros das tubulações através de tabelas que atendem a norma brasileira. Em sistemas de tubulações novas, o dimensionamento por tabela só pode ser utilizado se a área de proteção for inferior a 465m^2 .

No texto técnico de 1998 de Orestes M. Gonçalves e Edson P. Feitosa, o dimensionamento para sistemas de chuveiros automáticos por tabela deve seguir uma sequência lógica de 13 passos.

7.1.2 Dimensionamento do sistema de sprinkler em uma fábrica em Machado - MG

O local que será feito o dimensionamento das tubulações localiza-se na cidade de Machado/MG, e trata-se da fábrica de tubos flexíveis Aja Plastic Ltda., com área estabelecida de 350m^2 , e a tubulação que será utilizada é de aço.

Passo 1: Estipular a norma a ser utilizada.

A norma escolhida é a NBR 10897 de 2006.

Passo 2: Definir a classificação de risco do estabelecimento escolhido

O local escolhido é uma fábrica de tubos flexíveis, com alta concentração de plásticos, foi classificado pelo autor como risco ordinário – grupo 2.

Passo 3: Área de cobertura do chuveiro automático

O chuveiro automático escolhido foi o de cor do bulbo amarelo, devido à temperatura máxima do teto do local não exceder 66°C . De acordo com a classificação de risco do local, a cobertura máxima do chuveiro não deve exceder $12,1\text{m}^2$.

Passo 4: Determinar a distância máxima permitida entre chuveiros nos ramais

Deve obedecer a distância mínima de 1,80 metros entre os chuveiros, para que não haja interferência de um chuveiro no outro ao serem acionados, retardando sua ação; e a distância máxima permitida entre o chuveiro e a parede é de 2,70 metros. Definida pelo NBR, a distância máxima permitida por um sprinkler, de cobertura de $12,1\text{m}^2$ para riscos ordinários grupo - 2, é de 4,6 metros.

Passo 5: Determinação da área total do pavimento a ser protegido

Área total de 350m^2 ($25 \times 14\text{m}$).

Passo 6: Distância entre os chuveiros e entre os ramais

Levando em consideração os passos anteriores, a distância entre os chuveiros será de 4 metros, e a distância entre os ramais será normalizada em 3 metros.

Passo 7: Determinar a área de cobertura do chuveiro

A definição da cobertura de um chuveiro automático é dada por:

Área da cobertura = $C \times L$, onde:

C = distância entre os chuveiros ao longo dos ramais, ou então o dobro da distância da parede até o último sprinkler.

L = a distância entre os ramais, ou o dobro da distância do último ramal até a parede.

Área = $4 \times 3 = 12\text{m}^2$

Verifica-se que esta situação é aceita pela norma.

Passo 8: Determinar a quantidade máxima de chuveiros na canalização

Os ramais podem ter até oito chuveiros em cada lado da tubulação subgeral. O número máximo de chuveiros na tubulação é definido pela tabela 6 abaixo:

Aço		Cobre	
DN25	2 chuveiros	DN25	2 chuveiros
DN32	3 chuveiros	DN32	3 chuveiros
DN40	5 chuveiros	DN40	5 chuveiros
DN50	10 chuveiros	DN50	12 chuveiros
DN65	20 chuveiros	DN65	25 chuveiros
DN80	40 chuveiros	DN80	45 chuveiros
DN90	65 chuveiros	DN90	75 chuveiros
DN100	100 chuveiros	DN100	115 chuveiros
DN125	160 chuveiros	DN125	180 chuveiros
DN150	275 chuveiros	DN150	300 chuveiros

Tabela 6 – Número de chuveiros em relação ao diâmetro da tubulação para riscos ordinários
Fonte: NBR 10897 (pág. 60)

Passo 9: Determinar o Layout do sistema

Nesse passo é feito o layout do sistema de sprinklers. O layout foi produzido através do programa de desenhos AutoCAD:

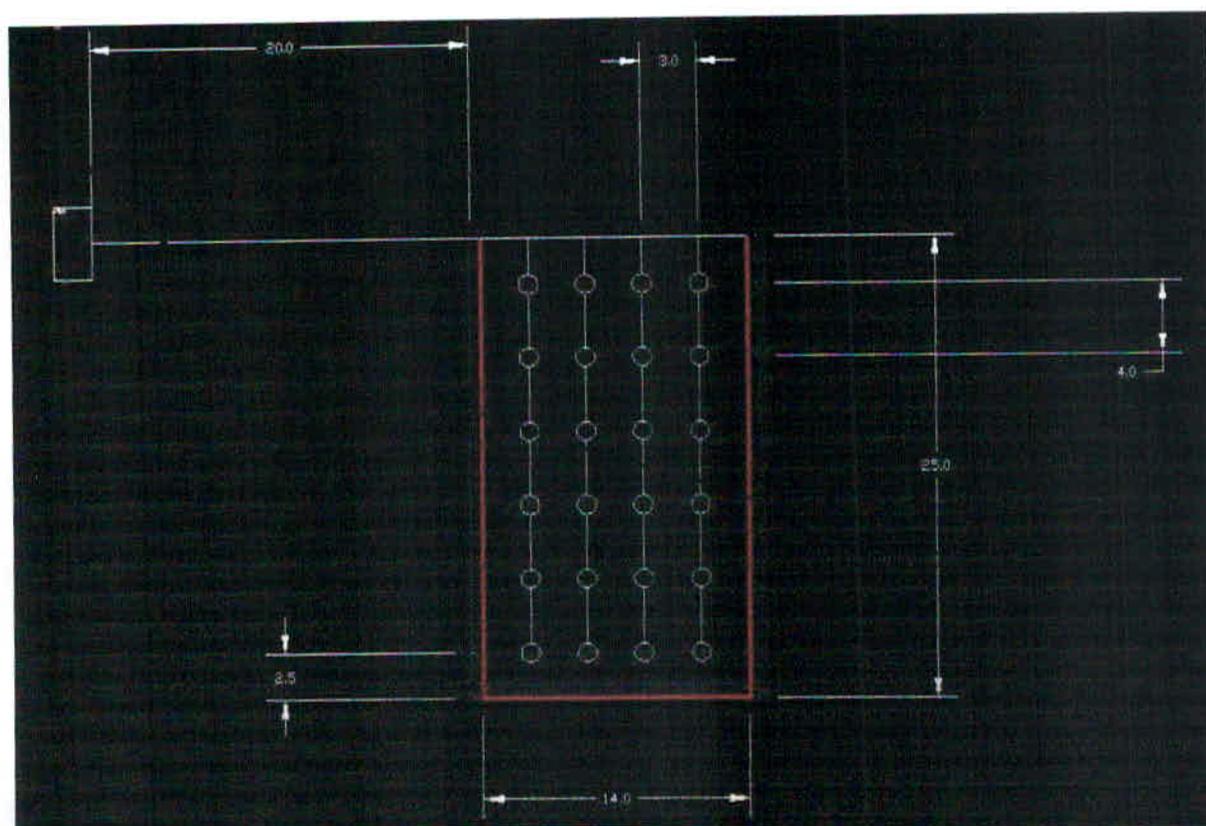


Figura 6 – Layout do sistema de tubulação a ser dimensionada
Fonte: Autor (2011)

Passo 10: Determinar a vazão do sistema

A demanda de água para sistemas calculados por tabela, a pressão da bomba e a duração da demanda de água, em relação ao tipo de ocupação são definidas pela tabela 7:

Tipo de Ocupação	Pressão Residual Mínima Exigida (kPa)	Vazão na Base da Coluna Principal do Sistema (Incluindo Demanda de Hidrantes) (L/min)	Duração (minutos)
Risco Leve	100	1900-2850	30-60
Risco Ordinário	140	3200-5650	60-90

Tabela 7 – Demanda de água para sistemas calculados por tabela
Fonte: NBR 10897 (2006, pág. 46)

A vazão necessária para o sistema calculado será mínima de 3200 litros/minuto.

Passo 11: Determinar a pressão do sistema

Segue que a pressão residual mínima exigida de acordo com a tabela 7 é de 140 KPa.

Passo 12: Determinação da capacidade da bomba

Devido aos passos 10 e 11, que estabeleceram a vazão e a pressão do sistema, é possível determinar a capacidade e o tipo de bomba que o sistema necessita.

Pressão nominal = 140 KPa

Vazão Nominal = 3200 litros/minuto

Passo 13: Determinar a capacidade do reservatório

Pela vazão nominal e o tempo que ela precisa estar em funcionamento, tabela7, é possível determinar a capacidade que o reservatório necessita. A capacidade é obtida pela fórmula abaixo:

$$V_r = V_s \times T_m$$

Onde:

V_r = Volume do reservatório (litros)

V_s = Vazão do sistema (litros/minuto)

T_m = Tempo mínimo de funcionamento (minutos)

$$V_r = 3200 \times 60$$

$$V_r = 192.000 \text{ Litros} = 192 \text{ m}^3$$

7.2 Dimensionamento por cálculo hidráulico

Orestes M. Gonçalves e Edson P. Feitosa, em seu texto técnico de 1998, explicitam que o dimensionamento para sistemas de chuveiros automáticos através de cálculo hidráulico deve seguir a sequência lógica de 17 passos. Para os autores esses passos incidem em determinar os diâmetros nominais das tubulações através do cálculo de perda de carga para que haja total proteção do local pelos chuveiros automáticos. Neste trabalho não será feito o dimensionamento através de cálculos hidráulicos, pois o dimensionamento já foi feito através de tabelas.

8 MANUTENÇÃO

Em um sistema de prevenção ao incêndio, é imprescindível que exista manutenção e inspeção periodicamente, pois não pode haver falhas em seu funcionamento, que só é requerido diante de uma emergência.

Na pesquisa da APSAD (The Australasian Professional Society on Alcohol and other Drugs) de 1997, apud Alexandre R. de Campos, discorre algumas das causas do mau funcionamento dos sprinklers; ele afirma que 28% dos acionamentos indevidos dos chuveiros automáticos são causados por choques mecânicos durante a realização de manutenções, 23% das falhas são devido a corrosão dos chuveiros, 15% se dá ao aquecimento não decorrente de incêndio, 19% são de causas diversas, e 15% devido á temperaturas muito baixas.

Os chuveiros automáticos, manômetros, suportes, tubulações, dispositivos de alarme, bombas, conexões, e todos dispositivos que envolva um sistema de sprinklers devem ser

submetidos à inspeção, testes e manutenções periodicamente. Por se tratar de seres humanos, as manutenções dos sistemas de chuveiros automáticos devem sempre ser feito por pessoas especializadas e com devida experiência no assunto, sempre respeitando e se adequando as normas vigentes.

9 CONCLUSÃO

O sistema foi dimensionado para a fábrica de tubos flexíveis de acordo com as Normas Brasileiras da NBR 10897 do ano de 2006, que estabeleceu a classificação de risco do local dimensionado. Como o sistema possui 24 (vinte e quatro) chuveiros automáticos, a norma vigente impõe na tabela 6 deste trabalho, que a tubulação seja de diâmetro nominal igual a 65 milímetros. Fica definido que a tubulação principal deverá ser de 2 1/2”(duas) polegadas de diâmetro, e os ramais devem obedecer ao diâmetro de 1 (uma) polegada. Deverá ser utilizado uma bomba que gere vazão mínima de 3200 litros por minuto e pressão nominal mínima de 140 KPa, e de acordo com o dimensionamento é necessário que exista um reservatório de 193m³.

Visto as especificações do sistema, foi pesquisado o investimento necessário para que seja feito a instalação desse sistema, dado na tabela abaixo:

Material	Quantidade	Preço Individual (R\$)	Preço Total (R\$)
Bomba Centrífuga	1	3000	3000
Bomba Pressurização	1	800	800
Sprinkler Pendente (Bulbo Amarelo)	24	36	864
Curva 90° de 2 1/2” para 1”	4	17	68
“T” de 1”	24	20	480
Tubulação 1” (ferro)	86 metros	18	1548
Tubulação 2 1/2” (ferro)	34 metros	18	612
VGA	1	250	250
Mão de Obra	2	750	1500
Preço Total = R\$ 9122			

Este trabalho demonstrou a funcionalidade e a importância da utilização do sistema de sprinklers em construções, que desde sua invenção e devidas melhorias, vem sendo cada vez mais utilizados em locais onde a vida do ser humano e os bens materiais são prioridade.

Devido ao fato de que no Brasil não existe normas que exigem a utilização dos sistemas de chuveiros automáticos para prevenção de incêndio, fica a critério dos responsáveis da construção ou pela reforma, a utilização ou não desse sistema.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GONÇALVES, O.M.; FEITOSA, E.P. **Sistemas de chuveiros automáticos**: texto técnico escola politécnica da USP; departamento de engenharia de construção civil – São Paulo 1998.
- BRENTANO, TELMO. **Instalações hidráulicas de combate a incêndios nas edificações**: hidrantes, mangotinhos e chuveiros automáticos. 3.ed. – Rio Grande do Sul: EDIPUCRS, 2007.
- TELLES, P.C.S. **Tubulações industriais**: Materiais, projeto, montagem. 10. Ed. Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos Editora S.A. 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10897**: Proteção contra incêndio por chuveiros automáticos – Especificação. Rio de Janeiro, 2006.
- GODOY, J.G. **Tecnologias de prevenção e combate a incêndios**: Sistemas de dilúvio, dispositivos legais: SENAC, São Paulo, 2010.
- TOMINA, J.C. **Programa Brasil sem chamas**: Estudo do Rio Metrologia: Rio de Janeiro 2010.
- ARAÚJO, S.B de. **Comportamento humano nos incêndios**: Tema técnico: Rio de Janeiro 2009
- HELLER, L.; PADUA, V.L. de: **Abastecimento de água para consumo humano**: Editora UFMG, Minas Gerais 2006.
- NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION: **Installation of sprinkler system**, NFPA13: Estados Unidos 2006.
- MARTORANO, S.: **A sensibilidade térmica dos sprinklers automáticos**: Artigo técnico: Viking Portugal 2006.
- CAMPOS. A.R. de: **Inspeção, manutenção e testes de redes hidráulicas de combate a incêndios**: Prevensul, Rio Grande do Sul, 2009.