

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO – Engenharia Mecânica
Disciplina MEC041 - Trabalho Final de Graduação II

ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS PARA DIFERENTES FORMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS

Leonardo de Carvalho Longhi

e-mail: 159728@upf.br

Autor 2 – Auro Candido Marcolan

e-mail: marcolan@upf.br

Comissão Examinadora – Rubens Stuginski, William Haupt

RESUMO

O presente artigo trata da análise de comparação de métodos de projetos de um sistema de sprinklers de tubo molhado em aço carbono através de cálculos por tabelas normatizadas e por cálculos hidráulicos. Foram analisados três projetos com áreas comerciais distintas que variavam dentre 800 m² a 412 m². Os cálculos estão de acordo com a Norma ABNT 10897 (ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS, 2020) onde estão definidas os métodos e técnicas para dimensionamento por tabelas e para cálculos hidráulicos. Inicialmente é definido o enquadramento da edificação na classe de ocupação de risco (ocupação de risco ordinário–grupo II), possibilitando obter a área máxima de proteção promovida por unidade de chuveiro automático, e por consequência as distâncias máximas e mínimas entre chuveiros e sub-ramais e o número necessário de bicos para a proteção da área proposta. O dimensionamento por tabelas delimita o número máximo de chuveiros necessários permitidos por diâmetro de tubulação nos ramais e sub-ramais, enquanto o cálculo hidráulico inicia pela definição da área de aplicação e pela escolha do chuveiro automático mais desfavorável em termos de pressão, calculando as vazões e pressões considerando as perdas de cargas contínuas e localizadas no projeto, bem como o acionamento simultâneo de todos os chuveiros automáticos somente nesta área. Os custos de cada rede foram obtidos através da orçamentação dos materiais tomando por base preços do estado do Rio Grande do Sul. Neste trabalho foi obtida uma redução de custos de em torno de 18,00% das redes projetadas por cálculo hidráulico em relação aos projetos por tabelas normatizadas.

Palavras-chave: Incêndio. *Sprinkler*. Custo.

1 INTRODUÇÃO

Nas tragédias que marcaram a história do Brasil, é indispensável citar as ocasiões onde a prevenção contra incêndio falhou por omissão dos responsáveis ou por falta de rigidez na fiscalização nas edificações em questão. A tragédia do edifício Joelma, em 01 de fevereiro de 1974, foi descrita por um dos maiores veículos de imprensa, *O Estado de S. Paulo*, como “a história do maior incêndio de São Paulo” (BATISTA, 2018), com 187 mortes e mais de 300 feridos. Na cidade de Santa Maria/RS no dia 27 de janeiro de 2013, na Boate Kiss, um incêndio que ocorreu na madrugada provocou 242 mortes e 636 feridos, onde a maioria das vítimas eram estudantes universitários (RBS TV, 2021).

No estado do Rio Grande do Sul, diante da tragédia na boate Kiss, foi publicado a Lei complementar Nº 14.376, de 26 de dezembro de 2013 onde (RIO GRANDE DO SUL, 2013):

Art. 1.º Ficam estabelecidas, através desta Lei Complementar, para as edificações e áreas de risco de incêndio no Estado do Rio Grande do Sul, as normas sobre Segurança, Prevenção e Proteção contra Incêndio, competências, atribuições, fiscalizações e sanções administrativas decorrentes do seu descumprimento.

Sistemas automatizados de extinção de incêndio fornecem uma proteção passiva tanto para a população que está utilizando edificação quanto para a proteção do patrimônio onde está aplicada, acionada diretamente no foco inicial do incêndio, é o sistema de prevenção e combate a incêndio mais eficaz. A instrução da forma em que deve ser projetado e executado está relacionado na ABNT NBR 10897:2020

Foram dispostas quatro edificações fictícias com áreas distintas para elaboração do projeto de sistema de chuveiros automáticos em questão. Desta forma poderá ser orçado o custo total de cada método de projeto dos sistemas de chuveiros automáticos

Sendo este sistema obrigatório para determinadas edificações com características específicas, a metodologia da implantação de uma rede de *sprinkler* deve ser projetada com formas de otimizar a escolha do sistema em questão a fim de contribuir para redução do custo dos materiais necessários para não se tornar um custo e sim um investimento.

Este trabalho tem por objetivo orientar brevemente o profissional que deseja desenvolver sistemas de PPCI, desmistificando alguns procedimentos presentes na ABNT NBR 10897:2020 que ao serem aplicados em uma condição específica, semelhante a realidade, trazem um roteiro de como deve ser executados os sistemas descritos anteriormente.

1.1 Objetivo geral

O objetivo principal do trabalho é: a determinação da economia gerada na execução de um projeto de rede de sprinklers quando se dimensiona o mesmo através de cálculo hidráulico em comparação ao cálculo por tabelas normatizadas.

1.2 Objetivos específicos

- a) Pesquisar o embasamento na legislação que determina a necessidade do *sprinkler*.
- b) Determinar e classificar os componentes do sistema de chuveiros automáticos.
- c) Verificar qual método poderá utilizar a maior quantidade de insumos para sua execução.
- d) Buscar conhecimento sobre os projetos de sistemas de chuveiros automáticos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção, serão apresentados os tópicos pertinentes à elaboração deste trabalho, a partir da bibliografia consultada. Dessa maneira, apresentar-se-á aspectos como: características de um incêndio; regulamentação e legislação; automatização da extinção de incêndio por *sprinkler*, entre outros.

2.2 Regulamentação e legislação

No trabalho em questão, será considerado o dimensionamento de uma rede de chuveiros automáticos utilizando legislação vigente do estado do Rio Grande do Sul para o ano de 2021 deste presente trabalho. A Lei Complementar nº 14.924, de 22 de setembro de 2016 (RIO GRANDE DO SUL, 2016) altera a Lei Complementar de 26 de dezembro de 2013 (RIO GRANDE DO SUL, 2013) que estabelece normas sobre Segurança, Prevenção e Proteção contra Incêndios nas edificações e áreas de risco de incêndio no Estado do Rio Grande do sul e dá outras providências.

Para classificação de uma edificação e determinação das exigências de proteção contra incêndio a Lei Complementar nº 14.924 aponta que seja utilizado as tabelas e anexos do Decreto 51.803, de 10 de setembro de 2014 (RIO GRANDE DO SUL, 2014), atualizado pelo Decreto nº 53.280, de 1º de novembro de 2016 (RIO GRANDE DO SUL, 2016a) quanto há: “I - altura da edificação; II - área total construída; III - ocupação e uso; IV - capacidade de lotação; V - grau de risco de incêndio.”

Determinando assim a exigência dos sistemas de prevenção citados por este trabalho, para toda e qualquer edificação regulamentada pelo Estado do Rio Grande do Sul.

2.3 Automatização da extinção de incêndio por *sprinkler*

Por definição, segundo a NBR 10.897 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p. 5), chuveiro automático ou *sprinkler* é um “dispositivo para supressão ou controle de incêndios que funciona automaticamente quando seu elemento termossensível é aquecido à sua temperatura de operação ou acima dela, permitindo que a água seja descarregada sobre uma área específica”.

Variantes deste sistema são necessários para locais onde não possa ser utilizado água como agente extintor, por oferecer riscos de reação com determinados materiais já citados neste trabalho.

2.3.1 Componentes do sistema de chuveiros automáticos

Os chuveiros automáticos são compostos geralmente pelo corpo, obturador, elemento termossensível e defletor, de acordo com a Figura 2. A variação da temperatura durante o incêndio faz com o elemento termossensível reaja, a uma temperatura pré-determinada, e libere o obturador para a passagem do agente extintor.

Figura 1 – Componentes de um chuveiro automático.



Fonte: Skop Sprinklers, 2018.

2.3.2 Elemento termossensível

A NBR 10.897 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020) atribui temperaturas e colorações diferentes para cada tipo de elemento termossensível, descritos na Tabela 1 demonstrados a seguir.

Tabela 1 – Classificação dos elementos termosensíveis.

Máxima temperatura no teto °C	Cor do líquido do bulbo de vidro
57 – 77	Vermelha ou laranja
79 – 107	Amarela ou verde
121 – 149	Azul
163 – 191	Roxa
204 – 246	Preta
260 – 302	Preta
343	Preta

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020.

Figura 2 – Bulbos dos chuveiros automáticos.

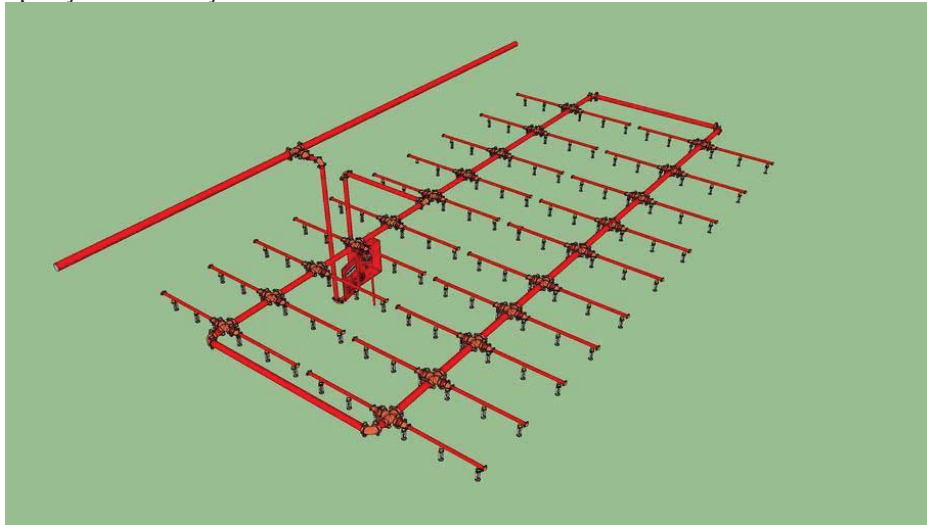


Fonte: Bombeiro Oswaldo, 2012.

2.3.3 Rede hidráulica

A distribuição de água pelo sistema de chuveiros automáticos, segundo Brentano (2015, p. 251), é formada por tubulações ligantes e ramificadas por toda a área da edificação que é protegida por este sistema, alimentando os chuveiros ligados a ela e possuindo diâmetros adequados para que a água chegue nos pontos mais desfavoráveis da instalação com pressão e vazão suficientes. A Figura 4 representa um esquema semelhante à disposição da rede em questão.

Figura 3 – Disposição de tubulação hidráulica em sistema anel fechado.



Fonte: RAK Engenharia e Arquitetura, 2018.

Sendo um sistema fixo integrado, os chuveiros automáticos compreendem outros elementos que são indispensáveis para seu pleno funcionamento, sendo eles:

- a) **reserva de água:** é necessário para armazenar e garantir a alimentação de água;
- b) **sistema de bombas:** devem ser suficientes para manter o sistema pressurizado de acordo com os cálculos requeridos;
- c) **sistema de controle e alarme:** responsável por controlar a vazão da água que é liberada pelo sistema de bombas;
- d) **hidrante de recalque ou de passeio:** é uma extensão da canalização do sistema de *sprinkler* que deve estar situada em um ponto favorável para ligação com o caminhão de bombeiros.

2.3.4 Classificação quanto ao risco da edificação

No dimensionamento da rede de chuveiros automáticos é necessário considerar a classe de risco da edificação a ser protegida, pois a quantidade de bicos aspersores é variável perante a risco e carga de incêndio dos materiais e produtos armazenados. As edificações são categorizadas por grau de risco pela ABNT NBR 10.897 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020).

2.3.4.1 Risco leve

Conforme os exemplos na Tabela 2 a NBR 10.897 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p. 9) afirma que esta ocupação de risco “ocupações ou parte das ocupações onde a quantidade e/ou a combustibilidade do conteúdo (carga incêndio) for baixa, tendendo à moderada, e onde for esperada uma taxa de liberação de calor de baixa a média.”

Tabela 2 – Classificação da ocupação risco leve.

Classificação	Exemplos
Risco leve	igrejas clubes escolas públicas e privadas (1º, 2º e 3º graus) hospitais com ambulatórios, cirurgia e centros de saúde hotéis, edifícios residenciais e similares bibliotecas e salas de leituras, exceto salas com prateleiras altas museus asilos e casas de repouso prédios de escritórios, incluindo processamento de dados áreas de refeição em restaurantes, exceto áreas de serviço teatros e auditórios, exceto palcos e proscênios prédios da administração pública

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020.

2.3.4.2 Risco ordinário Grupo I

Conforme os exemplos na Tabela 3 a NBR 10.897 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p. 9) afirma que esta ocupação de risco abrange “São compreendidas as ocupações ou parte de ocupações onde a combustibilidade do conteúdo for baixa e a quantidade de materiais combustíveis for moderada. São esperados incêndios com moderada taxa de liberação de calor.”

Tabela 3 – Classificação da ocupação Risco ordinário – Grupo 1.

Classificação	Exemplos
Risco ordinário – Grupo 1	estacionamento de veículos e showrooms padarias fabricação de bebidas (refrigerantes, sucos) fábricas de conservas processamento e fabricação de produtos lácteos fábricas de produtos eletrônicos fabricação de vidro e produtos de vidro lavanderias áreas de serviço de restaurantes

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020.

2.3.4.3 Risco ordinário Grupo II

Conforme os exemplos na Tabela 4 a NBR 10.897 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p. 9) afirma que esta ocupação de risco abrange “São compreendidas as ocupações ou parte de ocupações onde a quantidade e a combustibilidade do conteúdo forem de moderada a alta. São esperados incêndios com alta taxa de liberação de calor.”

Tabela 4 – Classificação da ocupação Risco ordinário – Grupo 2.

(continua)

Classificação	Exemplos
Risco ordinário – Grupo 2	moinhos de grãos fábricas de produtos químicos – comuns confeitarias destilarias instalações para lavagem a seco fábricas de ração animal fabricação de produtos de couro bibliotecas – áreas de prateleiras altas áreas de usinagem indústria metalúrgica lojas fábricas de papel e celulose processamento de papel píeres e embarcadouros correios

Tabela 4 – Classificação da ocupação Risco ordinário – Grupo 2. (conclusão)

Classificação	Exemplos
Risco ordinário – Grupo 2	correios gráficas oficinas mecânicas áreas de aplicação de resinas indústrias têxteis fabricação de pneus fabricação de produtos de tabaco processamento de madeira

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020.

2.3.4.4 Risco extraordinário Grupo I

Conforme os exemplos na Tabela 5 a NBR 10.897 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p. 9) afirma que esta ocupação de risco abrange

São compreendidas as ocupações ou parte de ocupações onde a quantidade e a combustibilidade do conteúdo forem muito altas, 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 podem possuir líquidos combustíveis e inflamáveis.

Tabela 5 – Risco extraordinário – Grupo 2.

Classificação	Exemplos
Risco extraordinário	saturação com asfalto aplicação de líquidos inflamáveis por spray manufatura de casas pré-fabricadas ou componentes presente e tiver interiores combustíveis) tratamento térmico em tanques de óleo abertos processamento de plásticos limpeza com solventes pintura e envernizamento por imersão

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020.

2.5 Dimensionamento por Cálculo hidráulico

A definição para o dimensionamento de um sistema por cálculo hidráulico é descrita na NBR 10.897 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p. 8) é de que os

diâmetros de tubulação são selecionados com base na perda de carga, de modo a fornecer a densidade de descarga de água necessária ou a pressão mínima de descarga ou vazão por chuveiro automático exigida, distribuída com um grau razoável de uniformidade sobre uma área específica.

De acordo com a norma NBR 10897 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014, p. 83) para o dimensionamento por cálculo hidráulico a perda de carga em tubos e singularidades deve ser calculada com a Fórmula 1 de Hazen-Williams.

$$hp = 10,6451 \cdot \left[\frac{Q^{1,8502}}{C^{1,852} \cdot D^{4,871}} \right] \quad (1)$$

Sendo:

hp = perda de carga unitária por atrito (mca/m)

Q = vazão (m³/s)

C = fator de Hazen-Williams (adimensional)

D = diâmetro interno do tubo (m)

Os valores de rugosidade “C” de Hazen-Williams são encontrados na própria NBR 10897 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p. 84), conforme Tabela 6.

Tabela 6 – Hazen–Williams.





















Tubo	C^a
Ferro fundido ou dúctil, sem revestimento	100
Aço preto (sistemas secos)	100
Aço preto (sistemas molhados)	120
Galvanizado (todos)	120
Plástico (certificado) todos	150
Ferro fundido ou dúctil com revestimento de cimento	140
Cobre ou aço inoxidável	150


Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020.

O coeficiente de rugosidade da fórmula de Hazen-Williams deve ser adequadamente escolhido, pois quanto menor o valor deste coeficiente maior será a perda de carga e, conseqüentemente, maior será o diâmetro calculado a ser utilizado.

A perda de carga contínua na tubulação é calculada pelo comprimento tomado no trecho reto da tubulação multiplicado pela perda de carga unitária calculada naquele trecho. Existem tabelas de equivalência, semelhante a Figura 5, para as singularidades, com o objetivo de facilitar o trabalho de cálculo prático.

Figura 4 – Bulbos dos chuveiros automáticos.

Equivalência da Perda de Carga das Conexões TUPY BSP em Metros de Tubos de Aço Galvanizados													
DIÂMETRO NOMINAL	½	¾	1	1½	2	2½	3	4	5	6	8	10	12
	0,23	0,35	0,47	0,70	0,94	1,17	1,41	1,88	2,35	2,82	3,76	4,70	5,64
	0,22	0,33	0,44	0,67	0,89	1,11	1,33	1,78	2,23	2,68			
		0,16	0,22	0,32	0,43	0,54	0,65	0,86	1,08	1,30	1,73	2,16	2,59
		0,61	0,81	1,22	1,63	2,03	2,44	3,25					
			0,27	0,41	0,55	0,68	0,82	1,04	1,37	1,64	2,18		
	0,16	0,24	0,32	0,48	0,64	0,79	0,95	1,27	1,59	1,91	2,54		
		0,25	0,34	0,50	0,67	0,84	1,01	1,35	1,68	2,02	2,69		4,04
	0,10	0,15	0,20	0,30	0,41	0,51	0,61	0,81	1,02	1,22			
			0,43	0,65	0,86	1,08	1,30	1,73					
	0,04	0,06	0,08	0,12	0,17	0,21	0,25	0,33	0,41	0,50	0,66	0,83	0,99
	0,34	0,51	0,69	1,03	1,37	1,71	2,06	2,74	3,43	4,11	5,49	6,86	8,23
	0,42	0,62	0,83	1,25	1,66	2,08	2,50	3,33	4,16	4,99	6,65	8,32	9,98
			0,09	0,13	0,18	0,22	0,27	0,36	0,44	0,55	0,73		
			0,44	0,66	0,88	1,10	1,31	1,75	2,19	2,70	3,51		
	0,05	0,08	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,41	0,49	0,59			
	0,34	0,50	0,67	1,01	1,35	1,68	2,02	2,69	3,36	4,02			
			0,28										
			0,30										
	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03
	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		

DIÂMETRO NOMINAL	½ - ½	½ - 1	½ - 1½	¾ - ¾	¾ - 1	¾ - 1½	1 - 1½
	1,17	0,96	0,93	1,06	1,03	1,23	1,57

Fonte: Tupy, 2018.

Assim a perda total de carga utilizando a fórmula de *Hazen-Williams* é demonstrada pela Fórmula 2:

$$hp = 10,6451 \cdot \left[\frac{Q^{1,8502}}{C^{1,852} \cdot D^{4,871}} \right] \cdot (Le + Lc) \quad (2)$$

Sendo:

hp = perda de carga total por atrito no trecho (mca/m)

Q = vazão (m³/s)

C = fator de Hazen-Williams (adimensional)

D = diâmetro interno do tubo (m)

Lc=perda de carga contínua (m)

Le=perda de carga localizada (m)

2.5.1 Velocidade

Para o cálculo de carga de velocidade como a pressão que atua paralelamente à parede da tubulação sem exercer pressão sobre ela e é determinada com base na equação abaixo (Fórmula 3):

$$Pv = \frac{225 \cdot Q^2}{D^4} \quad (3)$$

Sendo:

Pv = pressão de velocidade (kPa)

Q = vazão (l/min)

D = diâmetro interno do tubo (mm)

Lc=perda de carga contínua (m)

2.5.2 Pressão normal no escoamento

A pressão normal é a pressão exercida contra a parede da canalização independente da velocidade. “Pv” descrita na Fórmula 3, e pela pressão normal “Pn” descrita na Fórmula 4

$$P_t = P_n + P_v \quad (4)$$

Sendo:

P_t = pressão total (kPa)

P_n = pressão normal (kPa)

P_v = pressão de velocidade (kPa)

2.5.3 Pressão total no escoamento

A pressão total no escoamento na tubulação a pressão total “ P_t ” descrita na Fórmula 5, é dada pela soma da pressão de velocidade “ P_v ” descrita na Fórmula 3, e pela pressão normal “ P_n ” descrita na Fórmula 4.

$$P_n = P_t + P_v \quad (5)$$

Sendo:

P_t = pressão total (kPa)

P_n = pressão normal (kPa)

P_v = pressão de velocidade (kPa)

2.5.4 Densidade de água

A determinação da vazão mínima de água por metro quadrado é necessária para realizar o cálculo hidráulico. Pode ser encontrada por meio de tabelas utilizando a classe de risco em que a edificação se enquadra. A NBR 10897 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p. 70) fornece curvas de densidade por área para este cálculo conforme a Figura 6:

Figura 5 – Bulbos dos chuveiros automáticos.

8.5.2 Curvas de densidade e área

A demanda de água dos chuveiros automáticos pode ser calculada utilizando-se as curvas de densidade e área da Figura 42, quando for usado o método de densidade e área ou o método baseado no recinto.

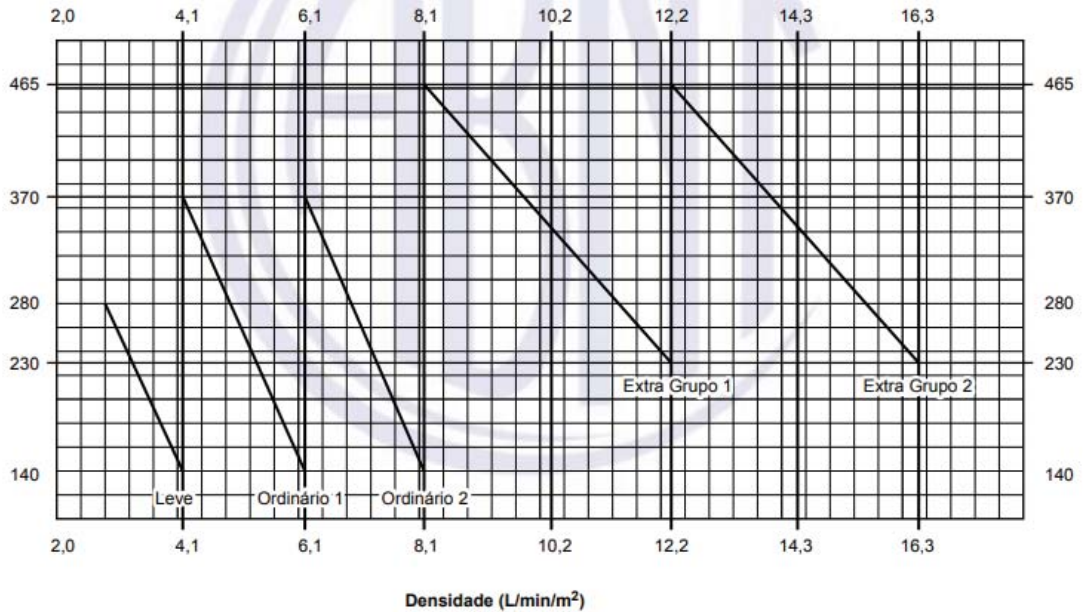


Figura 42 – Curvas de densidade e área

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020.

2.5.5 Área de cobertura e distância máxima entre Sprinkler

A NBR 10897 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p. 35) determina a máxima área de cobertura para chuveiros automáticos pendentes através da tabela 7.

Tabela 7 – Área cobertura máxima por chuveiro automático e distância máxima entre chuveiros automáticos tipo spray de cobertura padrão (pendente ou em pé)

Tipo de teto	Método de cálculo	Área de cobertura m ²			Distância máxima entre chuveiros automáticos m		
		Leve	Ordinária	Extra	Leve	Ordinária	Extra
Não combustível obstruído e não obstruído; combustível não obstruído	Calculado por tabela	18,6	12,1	8,4	4,6		3,7
	Cálculo hidráulico	20,9		9,3 a 12,1 ^a			3,7 a 4,6 ^b
Combustível obstruído	Calculado por tabela	15,6	12,1	8,4	4,6		3,7
	Cálculo hidráulico			9,3 a 12,1 ^a			3,7 a 4,6 ^b
Combustível com elementos estruturais distanciados a menos de 0,90 m	Calculado por tabela	12,1		8,4			3,7
	Cálculo hidráulico			9,3 a 12,1 ^a			3,7 a 4,6 ^b

^a Área de cobertura, risco extra: 9,3 m², se densidade ≥ 10,2 mm/min, e 12,1 m², se densidade < 10,2 mm/min.
^b Espaçamento máximo: 3,7 m, se densidade ≥ 10,2 mm/min, e 4,6 m, se densidade < 10,2 mm/min.

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020.

3 METODOLOGIA

O dimensionamento de uma rede de chuveiros automáticos envolve uma série de variantes a serem consideradas antes mesmo do conhecimento da estrutura em que irá ser instalado. Desta forma, inicialmente deve-se iniciar classificando a edificação no risco em que ela se encontra, de acordo com sua ocupação. Portanto será determinado que as edificações utilizadas como exemplo neste trabalho pertencerão ao Risco Ordinário, Grupo II.

3.1 Edificações e números de *sprinklers*

Para realizar o estudo, foi utilizado três lojas com áreas distintas e pertencentes ao grupo de Risco Ordinário II, conforme a tabela 8.

Tabela 8 – Risco extraordinário – Grupo 2.

Loja:	Área	Nº de chuveiros
	m ²	un.
Loja 01	800	67
Loja 02	612	49
Loja 03	408	34

Fonte: Autor

Nestas edificações, foi estipulado o uso de chuveiros automáticos do tipo pendente e de cobertura padrão, sendo eles os mais utilizados pelo mercado. Utilizando a tabela 7 dividindo a área da Loja 01 de 800 m² pela Área de máxima cobertura 12,1 m² de um chuveiro do tipo pendente de cobertura padrão (tabela 7), ajustando o número decimal obtido de 66,94 bicos para o próximo número inteiro 67, obtém-se então o número mínimo de chuveiros a serem utilizados na loja 01. É utilizado este mesmo procedimento para determinar o número de chuveiros para as demais lojas. A quantidade final de chuveiros pode variar para mais após a distribuição completa.

Para dimensionamento por tabelas e por cálculo hidráulico, usa-se o mesmo critério utilizado no parágrafo anterior para determinar o número mínimo de chuveiros automáticos

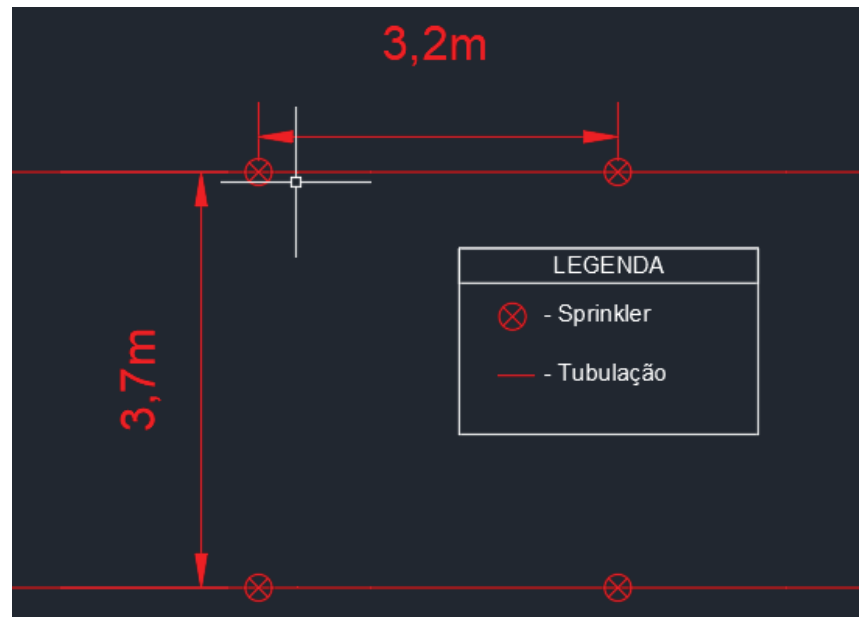
3.1.2 Distâncias máximas

As distâncias entre os chuveiros automáticos devem ser previamente determinadas pelo projetista obedecendo os mínimos e máximos indicados para cada tipo de chuveiro

estabelecidos por norma. O melhor posicionamento deve ser levado em consideração para a melhor distribuição na área a ser protegida.

Para todas as lojas em questão, por utilizar o mesmo tipo de chuveiro, deverão respeitar as distâncias máximas entre chuveiros de 4,6 metros e mínimas de 1,8 metros. Na loja 01 Entre ramais será adotada a distância de 3,70 metros e entre chuveiros 3,2 m. De acordo com a Figura7.

Figura 07 – disposição de sprinkler



Fonte: Autor

3.2 Projeto por cálculo hidráulico

Um sistema projetado por cálculo hidráulico considera o funcionamento simultâneo de um grupo de chuveiros automáticos localizados na região mais desfavorável do ponto de vista das pressões. Seu dimensionamento é efetuado na garantia de proteção desta área que será a mais crítica ou a mais afastada do sistema de bombas, garantindo a segurança de todas as demais áreas da edificação, pois a proteção destas áreas será feita com maior capacidade quando exigida.

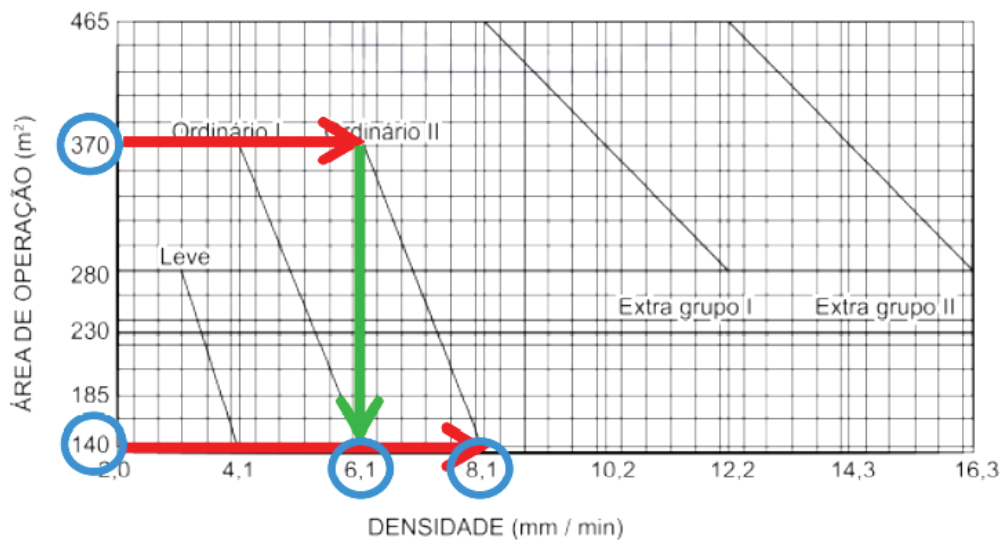
Os diâmetros de tubulações são selecionados com base na perda de carga das linhas de tubos de aço e conexões, calculando as pressões e velocidades de operação, de modo a oferecer a densidade de descarga de água necessária para o controle de um possível sinistro.

3.2.1 Escolha da área de aplicação

O dimensionamento por cálculo hidráulico baseia-se na premissa que apenas os chuveiros automáticos de uma área de aplicação da região mais desfavorável definida na edificação, são suficientes e devem ser acionados simultaneamente para controlar ou extinguir o foco de incêndio.

Com a definição da classe de risco da qual se enquadra a edificação considerada utilizou-se a curva de densidade de água (figura 6) correspondente, para a obtenção da área de aplicação e sua respectiva densidade. Neste trabalho, as edificações se enquadram na classe de risco ordinário grupo II no qual a curva correspondente inicia com uma densidade de área de 8,1mm/min para uma área de 140 m², e no outro extremo 6,1 mm/min para uma área de 370 m². A escolha pode ser feita cruzando os pontos de densidade e área de aplicação conforme a figura 08.

Figura 08 – seleção de área de operação.



Fonte: Autor

A escolha do ponto nesta reta é de muita importância devendo o projetista verificar qual o melhor ponto a utilizar para que se obtenha o melhor desempenho e segurança no controle de focos de incêndio. Segundo Brentano (2015, p.561), a definição quanto à escolha do ponto da reta a ser considerado pode ser analisado tomando-se três pontos da curva:

- a) **ponto na parte superior da reta.** Nesta situação tem-se uma área de aplicação grande com uma densidade de água menor. Tem-se um número de chuveiros automáticos maior, a vazão e a pressão menores em cada chuveiro automático, embora a vazão total sobre toda a área de aplicação seja bem maior;
- b) **ponto na parte média da reta.** Nesta situação, tem-se uma área de aplicação menor, uma densidade de água maior, um número menor de chuveiros automáticos com vazão maior que a situação anterior com um volume de água necessário menor. A escolha do ponto médio é utilizada por alguns projetistas;
- c) **ponto na parte inferior da reta.** A escolha deste ponto em alta densidade de água em área de aplicação bem menor, necessitando maiores pressões e diâmetros para as canalizações e menor volume final de água. A ação da água sobre o fogo é a mais eficaz das três opções. O ponto inferior da reta é o escolhido, geralmente, pelos projetistas.

Assim a área de aplicação (A_a) considerada neste trabalho foi igual a 140 m², e a densidade de água (D_a) será respectivamente 8,1 l/min/m².

3.2.2 Número de sprinklers na área de aplicação (N_{ch})

Assim O número de chuveiros automáticos na área de aplicação pode ser calculado pela fórmula 6:

$$N_{ch} = \frac{A_a}{a_c} \quad (6)$$

Sendo:

N_{ch} = Número de chuveiros automáticos na área de aplicação

A_a = Área de aplicação da área mais desfavorável (m²)

A_c = Área de cobertura de cada chuveiro automático (m²)

Assim com a área de aplicação (A_a) igual a 140 m^2 (figura 6) e a área de cobertura de um chuveiro automático tipo pendente de cobertura padrão (tabela 7) igual a $12,1 \text{ m}^2$, foi obtido o número de chuveiros automáticos igual a 12 unidades.

2.3.3 Fator K

Fator K é um fator que define a capacidade de descarga de água de um chuveiro automático. Este fator de descarga representa uma constante de proporcionalidade entre a vazão e a pressão nos orifícios de saída dos chuveiros e varia conforme o diâmetro dos orifícios e também de fabricante. Pode ser calculado pela fórmula 6:

$$Q = K\sqrt{P} \quad (6)$$

Sendo:

K = Fator K (l/min/bar^{1/2})

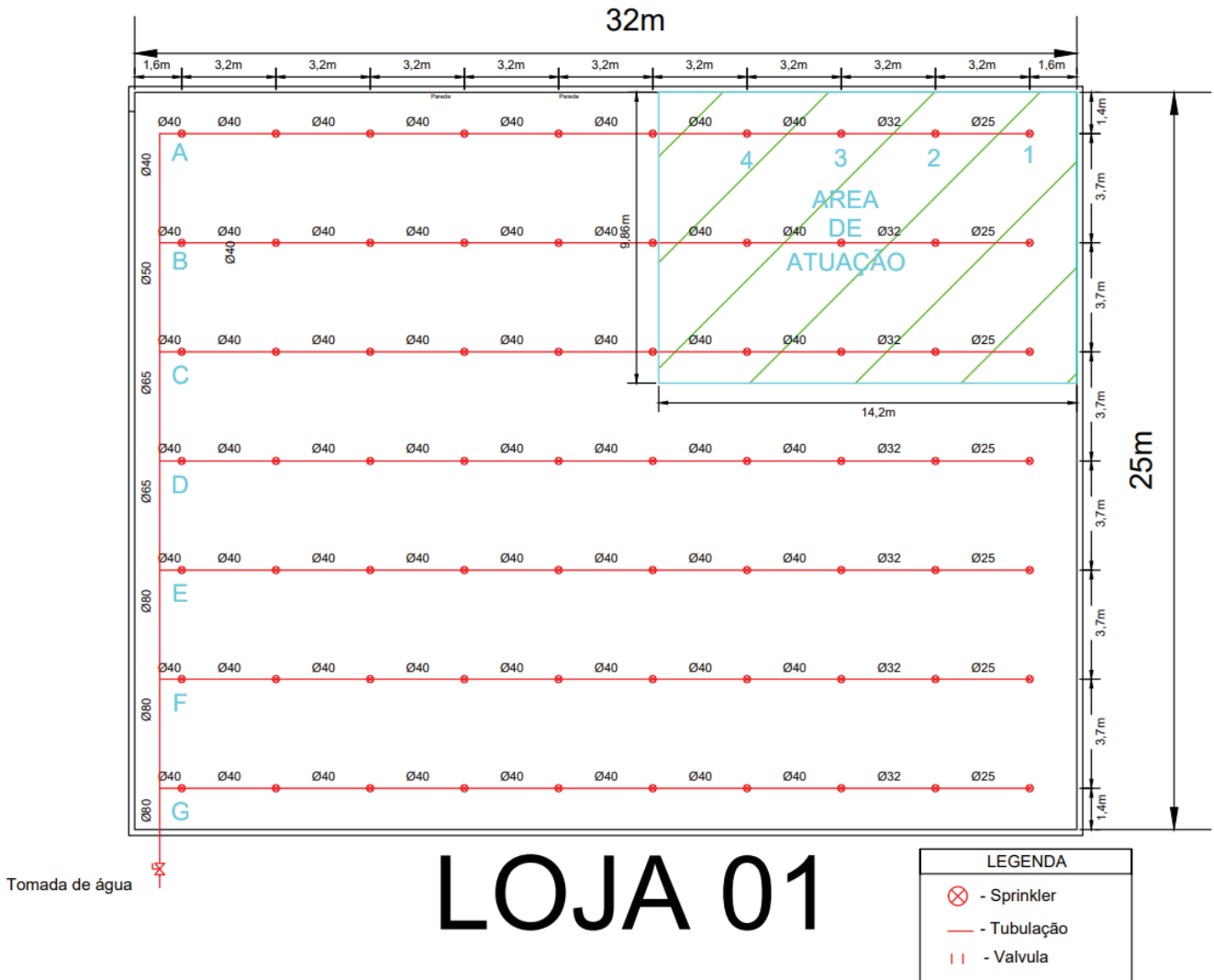
Q = vazão (l/min)

P = Pressão (kPa)

3.2.4 Dimensionamento da área de aplicação

A área de aplicação foi definida de forma retangular e nos sistemas projetados se encontra na região indicada na figura 8.

Figura 08 – disposição de sprinkler



Fonte: Autor

O lado maior da área de aplicação é paralelo aos sub-ramais, sendo 20% maior que o lado perpendicular, conforme obtido pela fórmula 8:

$$Lm = 1,2\sqrt{Aa} \tag{7}$$

Desta forma com a área de aplicação (Aa) igual a 140 m² (figura 20) foi obtido o lado maior da área de aplicação de 14,20 m e, conseqüentemente, o lado menor desta área retangular foi de 9,86 m.

Convém observar que esta forma expedita de cálculo serve para auxiliar o projetista a definir esta área retangular de aplicação, podendo ocorrer pequenas variações nas dimensões como forma de melhor adequação no projeto.

O espaçamento entre chuveiros automáticos adequado fica entre 3,20 m a 3,3 m e o espaçamento entre sub-ramais fica entre 3,5 m e 3,60 m. Com estes valores foi atingida uma área de cobertura menor que 12 m² (definido por norma para este tipo de ocupação de risco (Ordinário – Grupo II)).

Assim, tomando um espaçamento entre chuveiro de 3,2 m foi calculado o número de chuveiros no sub-ramal pela fórmula 8 abaixo:

$$NLm = \frac{Lm}{e} \quad (8)$$

Sendo:

NLm = Número de chuveiros no lado maior

Lm = Lado maior da área de aplicação (m)

e = espaçamento entre os chuveiros (m)

Com valor do lado maior da área de aplicação de 14,20 m e o espaçamento de 3,20 m entre chuveiros foi obtido o número de 4 (quatro) chuveiros que deverão ser alocados neste ramal. E com o espaçamento de entre ramais de 3,70 m foi definido o projeto de alocação dos chuveiros automáticos na área de aplicação (figura 08).

Assim, foi encontrada uma área de cobertura real de projeto de 11,84 m², que é menor que o especificado em norma (12,1 m²) vindo ao encontro de uma maior segurança no cálculo.

3.2.5 Vazão e pressão no chuveiro mais desfavorável (nº1)

O chuveiro mais desfavorável da área de aplicação anotado no projeto por chuveiro nº1 (figura 8) tem sua vazão calculada pela fórmula 9 abaixo:

$$Q1 = Da.Acr \quad (9)$$

Sendo:

Q_1 = Vazão no chuveiro nº1 (l/min)

D_a = Densidade de água (l/min.m²)

A_{cr} = Área de cobertura real de cada chuveiro automático (m²)

Neste caso, com a densidade de água de 8,1 l/min.m² (figura 20) e com a área real projetada de cada chuveiro automático (3,7 x 3,2 = 11,84) na área de aplicação foi obtido 95,90 l/min de vazão. Esta será a vazão mínima no sistema, ou seja, indica o chuveiro mais desfavorável do projeto e cuja pressão pode ser calculada pela fórmula 1, tendo como fator K de descarga para o chuveiro automático de DN 15 (tabela 2) o valor de 80 l/min/kPa^{1/2} que utilizando a fórmula 10, que confere um valor de pressão neste bico (P1) de 1,437 bar ou 143,7 kPa. Valor que está acima da pressão mínima de um chuveiro automático que é de 48 kPa.

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

Sendo:

K = Fator k nominal (l/min/bar^{1/2})

Q = Vazão (l/min)

P = Pressão em bar (bar)

A NBR 10897 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p.11) regulamenta os valores do fator K conforme a tabela 9 abaixo:

Tabela 9 – Os valores do fator K

Tabela 1 – Identificação das características de descarga dos chuveiros automáticos

Fator nominal K		Diâmetro nominal da rosca mm
L/min/bar ^{1/2}	gpm/psi ^{1/2}	
20	1,4	DN 15
25	1,9	DN 15
40	2,8	DN 15
60	4,2	DN 15
80	5,6	DN 15
115	8,0	DN 15 ou DN 20
160	11,2	DN 15 ou DN 20
200	14,0	DN 20
240	16,8	DN 20
280	19,6	DN 25
320	22,4	DN 25
360	25,2	DN 25
400	28,0	DN 25

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020.

A NBR 10897 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014, p.84) fornece, também, os limites de pressão que um chuveiro automático pode ser submetido:

[...] A mínima pressão de operação de qualquer chuveiro automático deve ser de 48 kPa a menos que ensaios específicos recomendem uma pressão mínima de operação mais alta para a aplicação em questão;

Poderia ser usado outro fator K para DN 15, conforme a norma (tabela 9) no valor de 11,2 l/min/kPa^{1/2} que proporcionaria uma pressão de 73,82 kPa que ainda assim estaria acima da pressão mínima, porém de pressão inferior ao valor anterior.

3.2.6 Dimensionamento do trecho 2-1

Para obter-se o dimensionamento do trecho 2-1 (indica o trecho entre o chuveiro nº 1 e o chuveiro nº 2) é necessário calcular a vazão do trecho que é a mesma do chuveiro nº 1 já calculada, ou seja, a vazão no trecho será: $Q_{21}=95,90$ l/min ou $Q_{21}= 0,0016$ m³/s.

O dimensionamento da tubulação faz-se com a utilização da fórmula de Forchheimer:

$$D = 1,3 * \sqrt{Q} \cdot \sqrt[4]{X} \quad (10)$$

Sendo:

D = Diâmetro da tubulação (m)

Q = Vazão (m³/s)

X = Número de horas de funcionamento da bomba /24horas. Encontrado o diâmetro, adota-se o diâmetro comercial mais próximo.

Foi adotado que a bomba trabalhara 1 h a cada 24 horas do dia e assim foi obtido o valor do diâmetro do trecho 2-1 em $D_{2-1}=23,48$ mm o que nos leva a um diâmetro comercial de DN 25 mm.

Foi calculado a velocidade do trecho pela equação da continuidade pela fórmula 12:

$$V = \frac{Q}{A} \quad (11)$$

Sendo:

V = Velocidade do escoamento (m/s)

Q = Vazão (m³/s)

A = Área (m²)

Com a vazão do trecho $Q_{21} = 0,0016 \text{ m}^3/\text{s}$ e a área interna da tubulação de aço carbono de DN 25 cujo valor é de $30,4 \text{ mm}^2$ foi obtido uma velocidade de $v = 3,25 \text{ m/s}$ que fica abaixo da velocidade considerada adequada que é de $v = 6,0 \text{ m/s}$.

3.2.7 Vazão e pressão no chuveiro (nº2)

Para o cálculo da vazão no chuveiro automático nº2 é necessário efetuar o cálculo da perda de carga, através da equação de Hazen-Williams (fórmula 1), do trecho da tubulação 2-1 (hp21) acrescido das perdas de carga singulares (conexões), e que fornece um valor de: $hp_{21} = 2,67 \text{ mca}$ ou $26,7 \text{ kPa}$. Ao adicionar este valor a pressão, já calculada do chuveiro nº1 ($P_1 = 143,70 \text{ kPa}$), obtém-se a pressão no chuveiro automático $P_2 = 170,4 \text{ kPa}$ então é calculada a vazão no chuveiro automático nº 02, pela fórmula 10, tendo como fator K de descarga para o chuveiro automático de DN 15 (Tabela 2) o valor de $80 \text{ l/min/kPa}^{1/2}$ que confere um valor de vazão neste bico (Q_2) de $104,43 \text{ l/min}$.

3.2.8 Vazão e pressão no chuveiro (nº3) e (nº4)

Analogamente, os chuveiros nº 3 e nº 4 seguem a mesma rotina do chuveiro automático nº2, calculando-se primeiro a pressão disponível no chuveiro automático e, após a vazão cujos valores são sempre crescentes à medida que se aproximam da bomba.

Os cálculos estão executados em uma planilha de cálculo na tabela 10 e na tabela 11 deste trabalho, e os valores finais são:

$$P_3 = 211,62 \text{ kPa e } Q_3 = 316,71 \text{ l/min} \quad P_4 = 246,33 \text{ kPa e } Q_4 = 442,27 \text{ l/min}$$

Convém ressaltar que as velocidades nos trechos 2-3 e 3-4 foram aproximadas ao valor limite ($v = 6,0 \text{ m/s}$), para uma melhor otimização no dimensionamento das tubulações cujos valores obtidos respectivamente foram: $v_{2-3} = 4,15 \text{ m/s}$ e $v_{3-4} = 4,20 \text{ m/s}$. Com estes dados foram obtidos os respectivos diâmetros dos trechos: DN 25 para o trecho 2-3 e DN 32 para o trecho 3-4.

3.2. Vazão e pressão nos chuveiros fictícios

Neste ponto do projeto, foi efetuado um artifício de cálculo para simplificar e tornar mais rápido o processo. Segundo Brentano (2016, p.613) o processo é definido como:

- a) no **ponto A** considera-se que tenha um chuveiro automático fictício, que tem a soma das vazões dos quatro chuveiros automáticos do sub-ramal “I” localizado na área de aplicação;
- b) no **ponto B** considera-se que tenha outro chuveiro automático fictício, que tem a soma das vazões dos quatro chuveiros automáticos do sub-ramal “II” localizados na área de aplicação;
- c) no **ponto C** considera-se que tenha outro chuveiro automático fictício, que tem a soma das vazões dos quatro chuveiros automáticos do sub-ramal “II” localizados na área de aplicação;

No ponto A, onde se encontra o chuveiro fictício, o trecho de A até o chuveiro automático nº4 é considerado como trecho com tubulação reta, sem conexões ou bicos instalados. Logo, necessita-se calcular para este chuveiro fictício A o fator de descarga K (fórmula 1), com os valores de pressão e vazão do trecho 4-A (analogamente ao calculado no trecho 2-3).

A partir deste cálculo o ponto B e C e o trecho C-D são calculados com a mesma rotina com os resultados obtidos na planilha contida na tabela 16 e na tabela 17, e tendo por vazões $Q_{4-A} = 442,27$ l/min, $Q_{A-B} = 442,27$ l/min, $Q_{B-C} = 1127,25$ l/min e $Q_{C-D} = 1867,55$ l/min. Em suma, os dimensionamentos para o trecho 4-A, A-B, B-C e C-D são respectivamente DN 32, DN 32, DN 50 e DN 65.

Tabela 10 – planilha de cálculo hidráulico parte 01

densidade		8,1	l/min.m ²	EDIFICAÇÃO 01	Area(m ²)= 800									
sprinkler	trecho entre chuveiros	vazão inicial no chuveiro Nº1 $Q = da.Acr$	pressão tabelada no sprinkler fator K	área de cobertura sprinkler real			pressão calculada no chuveiro automático k=80					vazão (Q)		
				Larg.	Comp.	Area.	pressão no sprinkler			verificação de pressão		No bico	No trecho	Conversão da vazão
		l/min	l/min/bar ^{1/2}	m	m	m ²	bar	mca	kpa	mca	atende?	l/min	l/min	m ³ /s
1	2-1	95,90	80	3,7	3,2	11,84	1,437	14,37	143,70	4,8	sim	95,90		0,0016
													95,90	0,0016
2	2-3		80				1,704	17,04	170,41	4,8	sim	104,43		0,0017
													200,33	0,0033
3	3-4		80				2,116	21,16	211,62	4,8	sim	116,38		0,0019
													316,71	0,0053
4	A-4		80				2,463	24,63	246,33	4,8	sim	125,56		0,0021
													442,27	0,0074
ARTIFÍCIO		Fator K artifício	$K = Q/\sqrt{P}$											
A		281,79					4,664	46,64	466,44	4,8	sim	442,27		0,0074
	B-A												442,27	0,0074
B		281,79					5,909	59,09	590,87	4,8	sim	684,97		0,0114
	C-B												1127,25	0,0188
C		281,79					6,902	69,02	690,18	4,8	sim	740,31		0,0123
	D-C												1867,55	0,0311
D		281,79					7,214	72,14	721,35	4,8	sim	756,84		0,0126
	D-F												2624,39	0,0437
E		281,79					7,581	75,81	758,12	4,8	sim	775,89		0,0129
	E-F												3400,28	0,0567
F		281,79					7,714	77,14	771,38	4,8	sim	782,64		0,0130
	E-F												4182,92	0,0697
G		281,79					8,105	81,05	810,50	4,8	sim	802,24		0,0134

Fonte: Autor.

Tabela 11 – planilha de cálculo hidráulico parte 02

sprinkler	trecho entre chuveiros	Diâmetro Interno NBR 5580						velocidade		perda de carga							
		CALCULADO	TAMANHO COMERCIAL ADOTADO					calculada	velocidade max.	tubulação Aço preto Sistemas molhados C = 120		CONEXÕES				perda de carga no trecho (hp)	
			Ø nominal			externo	espessura			raio interno	m	sub-total	TIPO	Comp. Equivalente			total
			mm	m	pol									Qtz.	sub-total		
1	2-1	23,48	0,025	1"	33,7	2,25	0,0125	3,256	6	3,2	3,2	Cotovelo 90º DN 25	0,9400	0,9400	4,1400	2,67	
2	2-3	33,94	0,032	1.1/4"	33,7	3,35	0,016	4,152	6	3,2	3,2	Tê DN 32 bucha de red. DN 32x25	2,0800 0,16	2,2400	5,4400	4,12	
3	3-4	42,67	0,04	1.1/2"	33,7	3,35	0,02	4,201	6	3,2	3,2	Tê DN 40 bucha de red. DN 40x32	2,5000 0,12	2,6200	5,8200	3,47	
4	A-4	50,43	0,04	1.1/2"	33,7	3,35	0,02	5,866	6	19,2	19,2	Cotovelo 90º DN 40	0,7000	0,7000	19,9000	22,01	
ARTIFÍCIO																	
A	B-A	50,43	0,04	1.1/2"	33,7	3,35	0,02	5,866	6	3,7	3,7	bucha red. Dn50x40 2x te dn 50 1x	3,85	7,5500	11,2500	12,44	
B	C-B	80,51	0,05	2"	33,7	3,75	0,025	5,814	6	3,7	3,7	bucha red. Dn65x50 te dn 65 1x	4,45	8,1500	11,8500	9,93	
C	D-C	103,62	0,065	2 1/2"	33,7	3,75	0,0325	3,718	6	3,7	3,7	te dn 65 1x	4,16	7,8600	11,5600	3,12	
D	D-E	122,84	0,065	2 1/2"	33,7	3,75	0,0325	3,801	6	3,7	3,7	Te dn 80 bucha dn 80x50	5,69	9,3900	13,0900	3,68	
E	F-E	139,82	0,08	3"	33,7	3,75	0,04	2,573	6	3,7	3,7	te dn 80	4,99	8,6900	12,3900	1,33	
F	G-F	155,08	0,065	3"	33,7	3,75	0,0325	3,931	6	3,7	3,7	te dn 80 bucha red. Dn 80x65	5,69	9,3900	13,0900	3,91	
G																	

Fonte: Autor.

3.3 Sistemas projetados por tabelas normatizadas

A definição para o dimensionamento de um sistema por tabelas descritas na NBR 10.897 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p. 7) é de que os “diâmetros de tubulação são selecionados em tabelas preparadas conforme a classificação da ocupação e no qual um dado número de chuveiros automáticos pode ser alimentado por diâmetros específicos de tubulação.”

Para o início deste método de dimensionamento, é necessário enquadrar o tipo de ocupação da edificação em que será exigido o sistema de prevenção portanto, para comparar os dois métodos de dimensionamento, será utilizado o mesmo grupo ordinário classe II.

As demais definições para diâmetro de tubulação, número de chuveiros automáticos necessários e quantidade de tubulação necessária para o dimensionamento por tabelas serão selecionadas posteriormente.

3.3.2 Dimensionamentos por tabelas normatizadas

O dimensionamento das tubulações foi feito consultando tabelas definidas pela norma NBR 10897 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020) na qual a mesma confere o número máximo de chuveiros automáticos que cada tubulação deve conter.

Cada coluna de alimentação deve ser dimensionada de tal forma que consiga suprir de água todos os chuveiros automáticos ligados a ela em um determinado pavimento. Os ramais, salvo exceções de norma, devem suportar no máximo oito chuveiros automáticos em cada lado da tubulação sub geral.

Com os distanciamentos máximos dados na tabela 13 e com o auxílio da norma NBR 10.897 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020, p.87-88), foi elaborada a tabela 12 que resume o dimensionamento das tubulações para ocupações de riscos ordinários.

Tabela 12 – Demanda de água.

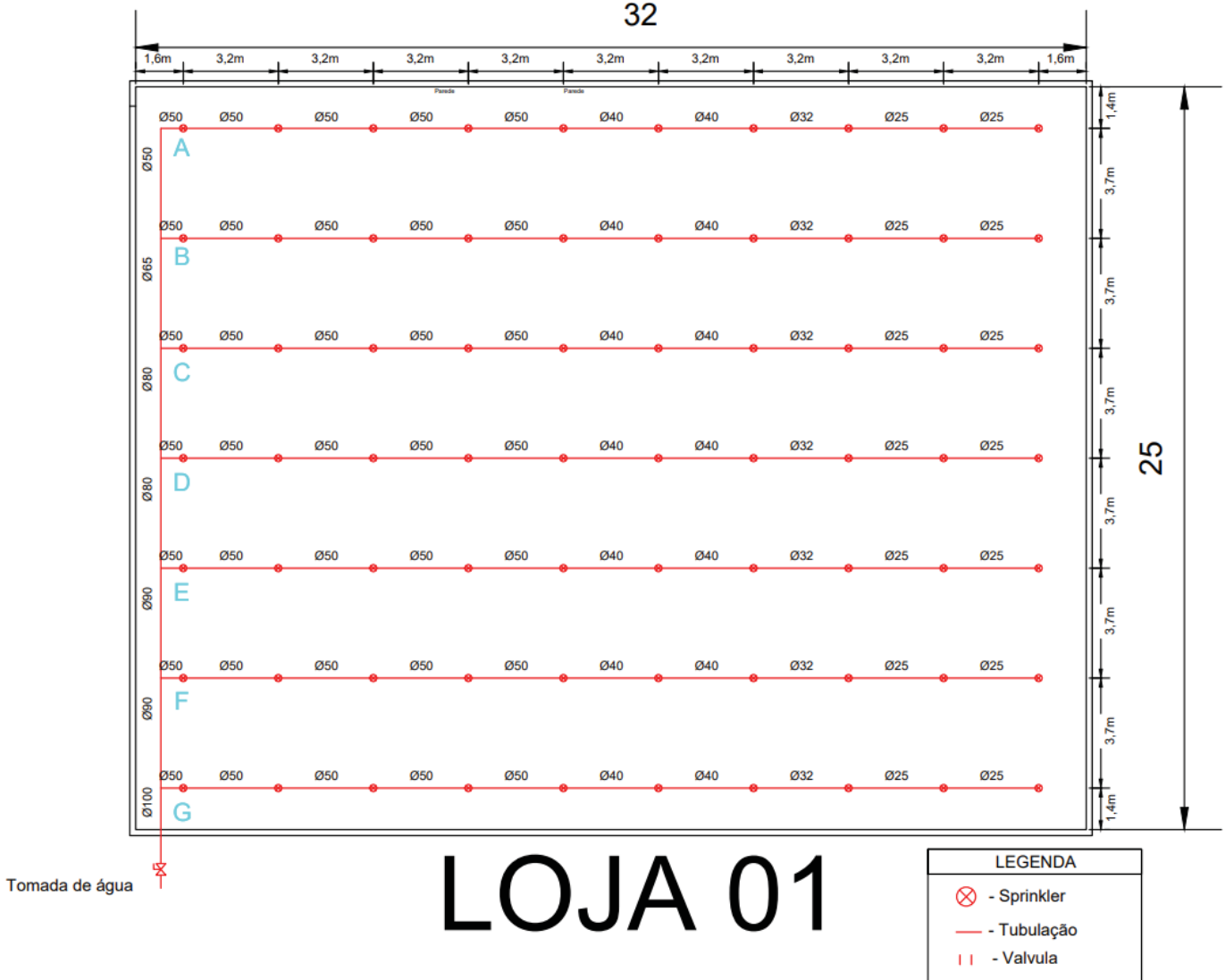
Aço		Cobre	
DN (mm)	Número de chuveiros	DN (mm)	Número de chuveiros
25	02	25	02
32	03	32	03
40	05	40	05
50	10	50	12
65	20	65	25
80	40	80	45
90	65	90	75
100	100	100	115
125	160	125	180
150	275	150	300
200	Ver 7.3	200	Ver 7.3

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020.

A trajetória das tubulações e o projeto foram executados conforme a disposição da entrada ou tomada de água, que neste trabalho foi posicionada no canto da edificação, definindo

um ramal lateral para distribuição dos sub ramais. A projeção dos chuveiros automáticos por tabelas pode ser conferida na figura 09:

Figura 09 – disposição de sprinkler



Fonte: Autor.

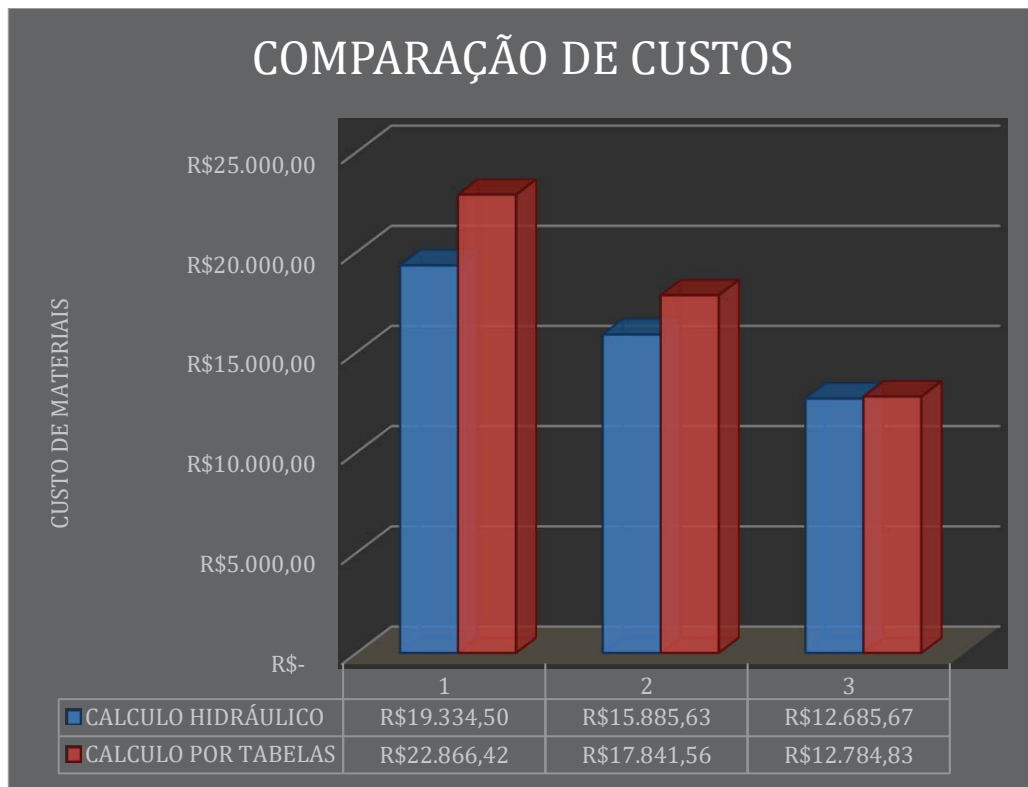
Não foram orçados os bicos de sprinklers e canoplas (acabamentos que acompanham os bicos fixados no forro), pois são repetitivos, de mesma quantidade e valores nos dois sistemas avaliados (sistema de dimensionamento por tabelas normatizadas e sistema de dimensionamento por cálculo hidráulico).

4 RESULTADOS

Para sistemas calculados por tabelas foram obtidas maiores quantidades de tubulação de maior polegada, pois não são definidos critérios a serem levados em conta no dimensionamento do sistema, que diminuem tanto a bitola dos tubos quanto a demanda de potência da bomba para a alimentação de água, que poderiam torná-la menos custosa.

Há efeito de prática, o gráfico 13 demonstra a economia gerada no dimensionamento por cálculo hidráulico definido por norma.

Gráfico 12 – comparação de custos.



Fonte: Autor.

A quantificação e orçamentação de todos os insumos envolvidos na montagem do sistema é indispensável para a conclusão da proposta deste trabalho. Foi considerado o comércio da região do Rio Grande do Sul para tomada dos preços. As figuras 10 e 11 representam os materiais quantificados e orçados.

Cabe ao projetista do sistema a ser utilizado, atentar-se à distribuição dos chuveiros automáticos, pois os ramais e sub-ramais serão inteiramente pré-distribuídos na edificação de acordo com a decisão do mesmo. Vale ressaltar que não só as normas devem ser consideradas, mas que também estruturas possuem diferentes formatos, ressaltos, vigas, tipos de forro e particularidades que devem ser consideradas para a aplicação do *sprinkler*.

5 CONCLUSÕES

De todos os modos, as pesquisas feitas neste trabalho salientam a eficiência do sistema do sistema de chuveiros automáticos para a preservação da vida e do bem material. Os objetivos destacados até o momento têm como função melhorar a questão da implantação dos chuveiros automáticos que possuem um custo elevado e demandam de uma grande quantidade de material para sua execução.

Desta forma, os mecanismos e soluções de prevenção e combate a incêndio tem um papel fundamental em proteger as pessoas que estão presentes nestas edificações. O elemento *sprinkler* é a primeira e mais eficaz linha de defesa contra a perda de controle de um sinistro se comparado a diversos outros equipamentos que compõem o PPCI.

Ao final deste trabalho foi encontrado uma economia em torno de 18,00 % em materiais, utilizando o dimensionamento por cálculo hidráulico definido pela norma NBR 10.897 2020. Porém, à medida que a área de atuação dos chuveiros automáticos foi diminuída, a diferença na economia de materiais se mostrou menor, indicando que o método por tabelas é viável economicamente para edificações de menor área a ser protegida.

Neste trabalho foi alcançado objetivo de criar e assimilar a sequência lógica de dimensionamento do *sprinkler*. Desta maneira simplifica o entendimento a cerca da utilização da ABNT NBR 10.897 2020 que por muitas vezes, em um primeiro contato, gera diversas dúvidas ao estudante ou profissional que deseja seguir com a carreira de projetista de sistemas de prevenção de incêndio.

Todavia, em um projeto real, deve ser levado em conta diversos fatores na estratégia de dimensionar uma rede de sprinklers como a disposição de chuveiros a cada 3,00 metros para melhor aproveitamento das barras de tubo que são fornecidos em 6,00 metros cada, melhor posicionamento da tomada de água, quanto mais centralizada, menos comprimento de tubulação de grande diâmetro será utilizada.

Para a melhor disposição de todo o equipamento pela área a ser protegida, são necessárias diversas visitas técnicas ao local. Todos os elementos projetados, civil, arquitetônico, climatização e hidráulico devem estar compatibilizados para não interferir de maneira alguma na ativação dos aspersores de água.

Portanto, mesmo sendo um dimensionamento em uma área fictícia, sem levar em conta diversos fatores como em um caso real, foi possível desenvolver resultados satisfatórios que em uma situação real podem levar a uma economia satisfatória na execução do sistema de chuveiros automáticos.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10897**: Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos. Rio de Janeiro, 2020.
- BATISTA, Liz. Joelma e Andraus: fogo e tragédia em SP. **Acervo Estadão**. 1 maio 2018. Disponível em: <https://acervo.estadao.com.br/noticias/acervo,joelma-e-andraus-fogo-e-tragedia-em-sp,70002290695,0.htm>. Acesso em: 19 maio 2021.
- BOMBEIRO OSWALDO. Chuveiros automáticos (sprinklers). **Bombeiro Oswaldo**. 12 out. 2012. Disponível em: <http://bombeiroswaldo.blogspot.com/2012/10/chuveiros-automaticos-sprinklers.html>. Acesso em: 13 maio 2021.
- BRENTANO, Telmo. **Instalações hidráulicas de combate a incêndio nas edificações**. 5.ed. Porto Alegre: T. Edições 2015.
- COSTA, Carla Neves; SILVA, Valdir Pignatta. Revisão histórica das curvas padronizadas de incêndio. *In*: SEMINÁRIO INTERNACIONAL NUTAU'06 TECNOLOGIA E DURABILIDADE, 2006, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Núcleo de Tecnologia em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2006.
- GOMES, Taís. **Projeto de prevenção e combate a incêndio**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.
- RAK ENGENHARIA E ARQUITETURA. Circuito de SPCA: sistema de proteção para chuveiro. **3D Warehouse**. 22 jan. 2018. Disponível em: <https://3dwarehouse.sketchup.com/model/99001f8d-5569-4dec-a23f-bd14d82ed41b/CIRCUITO-DE-SPCA-Sistema-de-Prote%C3%A7%C3%A3o-por-Chuveiros-Autom%C3%A1ticos-SPRINKLER>. Acesso em: 17 maio 2021.
- RBS TV. Tragédia da boate Kiss completa 8 anos: 'Todo janeiro passa um filme na cabeça', diz sobrevivente. **G1 Globo**. 27 jan. 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2021/01/27/tragedia-da-boate-kiss-completa-8-anos-todo-janeiro-passa-um-filme-na-cabeca-diz-sobrevivente.ghtml>. Acesso em: 18 maio 2021.
- RIO GRANDE DO SUL. **Decreto nº 51.803, de 11 de setembro de 2014**. Regulamenta a Lei Complementar n.º 14.376, de 26 de dezembro de 2013, e alterações, que estabelece normas sobre segurança, prevenção e proteção contra incêndio nas edificações e áreas de risco de incêndio no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2014. Disponível em: <https://www.bombeiros-admin.rs.gov.br/upload/arquivos/202006/30224052-dec-51803-14-ate-55332-20.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2021.
- RIO GRANDE DO SUL. **Decreto nº 53.280, 1º de novembro de 2016**. Altera o Decreto nº 51.803, de 10 de setembro de 2014, que regulamenta a Lei Complementar nº 14.376, de 26 de dezembro de 2013, e alterações, que estabelece normas sobre segurança, prevenção e proteção contra incêndio nas edificações e áreas de risco de incêndio no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2016a. Disponível em:

www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/DEC%2053.280retificado.pdf. Acesso em: 18 abr. 2021.

RIO GRANDE DO SUL. Lei Complementar nº 14.376, de 26 de dezembro de 2013.

Estabelece normas sobre segurança, prevenção e proteção contra incêndios nas edificações e áreas de risco de incêndio no Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. Porto Alegre, RS, 2014. Disponível em:

<http://www.al.rs.gov.br/FileRepository/repLegisComp/Lec%20n%C2%BA%2014.376.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2021.

RIO GRANDE DO SUL. Lei Complementar nº 14.924, de 22 de setembro de 2016. Altera a Lei Complementar n.º 14.376, de 26 de dezembro de 2013, que estabelece normas sobre Segurança, Prevenção e Proteção contra Incêndios nas edificações e áreas de risco de incêndio no Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. Porto Alegre, RS, 2016b.

Disponível em:

http://www.al.rs.gov.br/legis/m010/M0100099.ASP?Hid_Tipo=TEXTO&Hid_TodasNormas=63331&hTexto=&Hid_IDNorma=63331. Acesso em: 19 abr. 2021.

SKOP SPRINKLERS. Chuveiro automático (sprinkler): sistema, produto, norma e certificação. 2018. Disponível em: http://www.skop.com.br/wp-content/uploads/2018/09/Palestra-Skop-DGST_CBMERJ-Sprinkler_Sistema_Produto_Norma_Certifica----o-Rev-2.pdf. Acesso em: 13 maio 2021.

TUPY. Conexões: catálogo técnico. 2018. Disponível em: <https://tuboacos.com.br/wp-content/uploads/2020/09/conexoes-tupy-tupypress.pdf>. Acesso em: 18 maio 2021.