Roteiro de Cálculo do Sistema de Chuveiros Automáticos no Estado do Paraná Aplicado em Edificação de Serviços Profissionais



Aline F. Slusarczuk[1]; Arthur R. Carvalho[1] . Elton T. Neumann[1]

[1] *Faculdade Educacional de Araucária*

RESUMO

O sistema de chuveiros automáticos tem como objetivo principal a proteção ativa de uma edificação atuando de forma rápida no combate e extinção do incêndio em sua forma inicial. Em virtude da importância do correto dimensionamento do sistema e da compreensão dos seus demais requisitos, este trabalho tem como propósito a construção de um roteiro de cálculo para a aplicação do cálculo hidráulico de chuveiros automáticos no estado do Paraná, em forma de passos descritivos, com embasamento do procedimento e os critérios técnicos envolvidos em cada uma das etapas. Orientado por normas de esferas estaduais, NPT 23/2012, e nacionais, NBR 10897/2014, o proposto trabalho tende auxiliar estudantes e demais públicos com interesse na área de Segurança Contra Incêndio (SCI) a avaliar a necessidade do sistema de chuveiros automáticos em uma edificação de serviço profissional, a locação e espaçamento dos chuveiros e o número de colunas para seu abastecimento, seus critérios de cálculos, volume do reservatório e seleção do sistema de pressurização.

Palavras chave: Dimensionamento, Chuveiro Automático, Cálculo hidráulico.

ABSTRACT

The automatic shower system has as main objective the active protection of a building acting in a fast way in the combat and extinction of the fire in its initial form. Due to the importance of the correct sizing of the system and the understanding of its other requirements, this work has as its purpose the construction of a calculation roadmap for the hydraulic calculus of automatic showers in the state of Paraná, in the form of descriptive steps, with basis of the procedure and the technical criteria involved in each of the stages. Guided by state-level norms, NPT 23/2012, and national, NBR 10897/2014, the proposed work tends to assist students and other interested parties in the area of Fire Safety (SCI) to evaluate the need for the automatic shower system in a professional service building, the location and spacing of the showers and the number of columns for their supply, their calculation criteria, reservoir volume and selection of the pressurizing system.

Key Words: Sizing, Automatic Shower, Hydraulic Calculation.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Pereira et al. (2011), em cada área de atuação humana existe medidas de segurança específicas a serem adotadas.

As medidas de segurança contra incêndio podem ser divididas em proteção passiva e proteção ativa. As medidas de proteção passiva são aquelas integradas à construção da edificação, e que mantêm suas características em situação de incêndio. Já as proteções ativas são acionadas manual ou automaticamente, somente em certa situação de emergência. (ONO, 2007)

Em âmbito internacional, a Segurança Contra Incêndio (SCI) é vista como uma ciência, sendo assim, uma área de pesquisa, desenvolvimento e ensino. (CARLO et al., 2008).

Nas instituições de ensino brasileiras a questão de combate e prevenção contra incêndio é um assunto quase que inexplorado. (WOLLENTARSKI, 2013).

Carlo et al. (2008) mencionam que, “a demanda por engenheiros, pesquisadores e técnicos em Segurança Contra Incêndio (SCI) é crescente e no momento existe falta de mão de obra no mercado internacional”.

Com essa ausência, o proposto trabalho tem como intuito auxiliar projetistas e profissionais atuantes na área, sendo um material de suporte no dimensionamento de projetos de proteção contra incêndio que contenham o sistema de chuveiros automáticos no estado do Paraná.

2. DESENVOLVIMENTO

Como foi abordado por Wollentarski (2013), o Brasil diferente da maioria dos países, não possui uma legislação federal de proteção e combate contra incêndio. Isso ocorre pela atribuição imposta na Constituição Federal aos estados.

O Instituto Sprinkler Brasil (2017) descreve que as várias legislações estaduais definem a necessidade de cada edificação, atribuindo assim o sistema de proteção que deverá ser empregado. Desta forma há uma variação de estado para estado, com relação ao grau de exigência das condições mínimas de segurança.

2.1 Normas de nível nacional

Entre as várias normas e regulamentações federais, as que mais se destacam são as Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

Em janeiro de 1990 se homologou oficialmente um comitê específico referente a Segurança Contra Incêndio, denominado como ABNT/CB-024 – Segurança Contra Incêndio. (ABNT, 1990).

De acordo com Wollentarski (2013), a norma de chuveiros automáticos, NBR 10897/2014, teve como base principal a Norma 13, da *National Fire Protection Association* (NFPA 13), dos Estados Unidos, sendo essa a principal referência sobre a matéria no mundo.

2.2 Normas de níveis estaduais

As normas estaduais, como mencionado por De Paula (2014), seguem como referência as regulamentações publicadas no Estado de São Paulo.

Com relação a chuveiros automáticos no estado do Paraná, a NPT 23 está incumbida de orientar esse quesito, vigente desde 08 de janeiro de 2012, possui um total de 5 páginas. Em seu anexo possui 15 passos básicos para cálculos hidráulicos de chuveiros automáticos. (CCB, 2012).

2.3 Descrição do roteiro de cálculo

O dimensionamento de uma eventual rede de chuveiros automáticos, utilizando o sistema projetado por cálculo hidráulico, indicado pela NPT 23, é representado na FIGURA 01

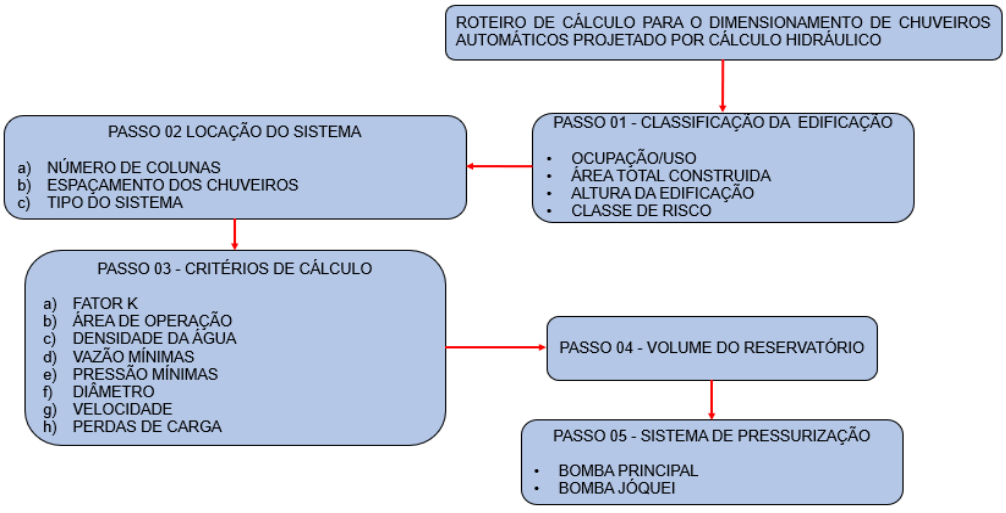


FIGURA 01: FLUXOGRAMA DE DIMENSIONAMENTO
FONTE: OS AUTORES (2017).

O fluxograma exposto, apresenta uma sequência de informações e métodos de cálculos, utilizados para dimensionar um sistema de chuveiros automáticos, tais critérios são definidos a seguir.

Passo 01 - Classificação da Edificação:

O tipo da ocupação (ou uso) e altura da edificação são critérios para determinar os requisitos mínimos de proteção em âmbito estadual, definições essas encontradas respectivamente nas Tabelas 1 e Tabela 6D do Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do estado do Paraná (CSCIP/2014). Desta forma identificando a necessidade da tecnologia de chuveiros automáticos na edificação. Caso seja necessária a utilização do sistema, a próxima etapa é definir a classe de risco diante da Tabela A1 da NBR 10897/2014.

Passo 02 - Locação do Sistema:

a) Número de Coluna: a determinação do número de colunas é importante para fazer o estudo de espaço adequado no qual ficarão os equipamentos de controle e alarme do sistema de prevenção. A NBR 10897/2014 restringe a coluna principal controlada por um jogo de válvulas a uma determinada área de um pavimento, conforme mostra a TABELA 01.

TABELA 01 - ÁREA MÁXIMA DE UMA COLUNA DE ALIMENTAÇÃO

Tipo de risco	**Área máxima servida por uma coluna de alimentação por pavimento (m²)**
Leve	4.800
Ordinário	4.800
Extraordinário (projetado por tabela)	2.300
Extraordinário (projetado por cálculo hidráulico)	3.700
Armazenamento	3.700

FONTE: NBR 10897 (2014).

b) Espaçamento dos chuveiros: para que o sistema de chuveiros automáticos funcione com a sua melhor eficiência, devem atender os requisitos de espaçamentos encontrados na Tabela 10 da NBR 10897/2014, seguindo exigências de espaçamentos e áreas máximas de proteção.

Por recomendação da norma citada, a distância mínima entre chuveiros, para evitar o retardo no acionamento no equipamento adjacente é de 1,8 m, já entre paredes a distância mínima padronizada não pode ser inferior a 10 cm, e o

máximo espaçamento, não deve exceder a metade da distância máxima permitida entre chuveiros, como indicado na Tabela 10 da NBR 10897/2014.

Como ilustrado na FIGURA 02, e estipulado pela EQUAÇÃO 2 a área de cobertura de cada chuveiro é necessária para que nenhum chuveiro automático exceda a área permitida de cobertura.

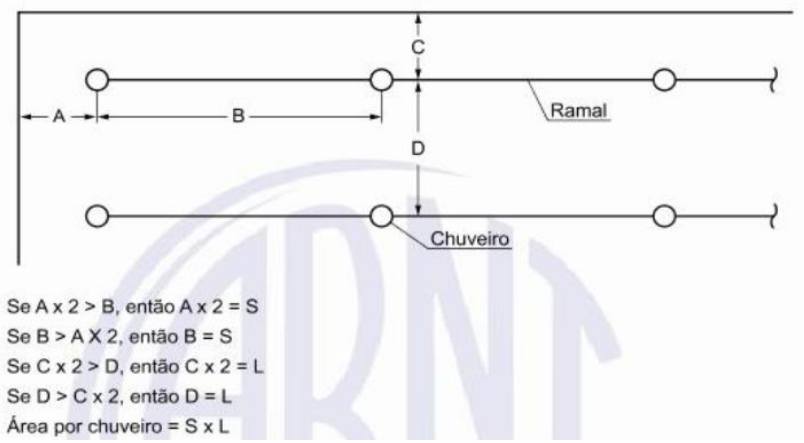


FIGURA 02: ÁREA DE COBERTURA
FONTE: NBR 10897 (2014).

$$As = S \cdot L \qquad (1)$$

Onde:

As= Área de operação do chuveiro “m²”;

S= Maior distância entre 2xA ou B “m”;

L= Maior distância entre 2xC ou D “m”.

c) Tipo de Sistema: o tipo de sistema de proteção empregado resulta em melhor eficiência do sistema, gerando uma área de proteção adequada, nesse sentido, a NBR 10897/2014 nomeia os sistemas de chuveiros automáticos da seguinte forma:

I. Sistema de ação prévia;
II. Sistema dilúvio;
III. Sistema tubo molhado;
IV. Sistema tubo seco;
V. Sistema tipo anel fechado;
VI. Sistema tipo grelha.

Passo 03 - Critérios de Cálculo:

a) Fator K: é correspondido pela vazão de água através de um chuveiro automático, sendo proporcional a pressão nos orifícios de saída conforme o diâmetro. (NBR 10897/2014).

Este fator de descarga pode ser representado pela EQUAÇÃO 1.

$$K = Q . \sqrt{P} \quad (1)$$

Onde:

Q= Vazão em “L/min”;

K= Fator de Vazão em “L/min/$bar^{1/2}$ “;

P= Pressão “bar”.

Como indicado pela NBR 10897/2014, os valores do fator K são regulamentados conforme apresenta a TABELA 02.

TABELA 02 - IDENTIFICAÇÃO DAS CARACTERISTICAS DE DESCARGA

Fator nominal K		**Diâmetro nominal da rosca**
L/min/$\mathbf{bar^{1/2}}$	**Gpm/$\mathbf{psi^{1/2}}$**	**mm**
20	1,4	DN 15
27	1,9	DN 15
40	2,8	DN 15
61	4,2	DN 15
80	5,6	DN 15
115	8,0	DN 15 ou DN 20
161	11,2	DN 15 ou DN 20
202	14,0	DN 20
242	16,8	DN 20
282	19,6	DN 25
323	22,4	DN 25
363	25,2	DN 25
403	28,0	DN 25

FONTE: NBR 10897 (2014).

b) Área de operação: é uma parte da edificação com maior demanda hidráulica. Ela serve como base para o cálculo de todo o sistema de chuveiros automáticos. Pela NBR 10897/2014, a área de operação deve ser retangular e medir no mínimo 140 m².

Já o comprimento do lado paralelo aos ramais deve ser equivalente a pelo menos a EQUAÇÃO 2.

$$La = 1{,}2 \cdot \sqrt{Ao} \qquad (2)$$

Onde:

La = Comprimento paralelo aos ramais “m”;

Ao = Área de operação “m²”.

c) Densidade de água: é adquirida através do rebatimento com relação ao eixo das abscissas da área de operação, assim a reta equivalente à classe de risco da área a ser protegida, no qual, cada ponto da reta irá apresentar certo valor para a área de operação e um novo para a densidade de água, apresentado na FIGURA 03, casos onde a área de operação seja menor deve-se considerar dois critérios mencionados na NBR 10897/2014, tais como:

I. nesses casos deve-se utilizar a densidade da água máxima da área mínima estipulada, ou seja, 4,1 mm/min;

II. que é apenas possível áreas menores em riscos leves ou ordinários.

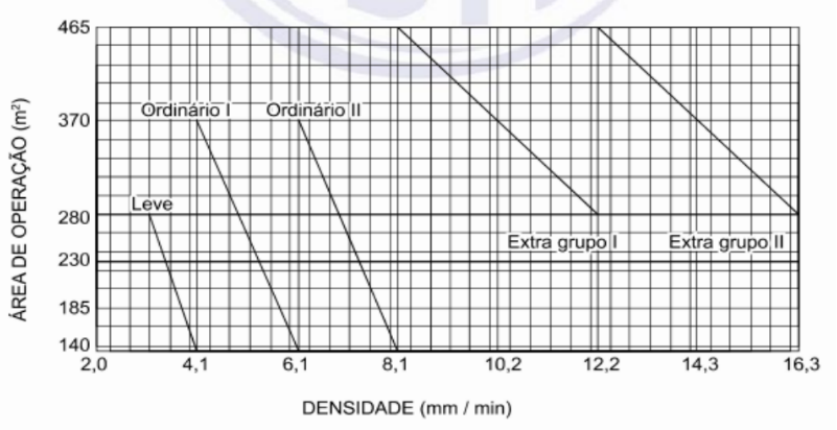


FIGURA 03: CURVAS DE DENSIDADE E ÁREA
FONTE: NBR 10897 (2014).

Para que se tenha o melhor desempenho e segurança no controle de focos de incêndio, o projetista deve analisar qual o melhor ponto na reta na FIGURA 03 a ser utilizado. Para esta análise, quanto à escolha do ponto na reta a ser avaliado, pode-se defini-lo considerando três pontos da curva:

I. **Ponto na parte superior da reta:** neste caso, há uma grande área de operação com uma densidade de água inferior. Obtém-se uma quantidade de chuveiros automáticos maior, com a vazão e a pressão

menores em cada chuveiro, mesmo que a vazão total sobre toda a área de operação seja superior;

II. **Ponto na parte média da reta:** neste caso, há uma área de operação inferior, uma densidade de água superior, uma menor quantidade de chuveiros automáticos com vazão superior a qual a situação anterior, possuindo um volume de água necessário menor. Logo é recomendado a escolha de um ponto médio;

III. **Ponto da parte inferior da reta:** a preferência deste ponto segue em alta densidade de água em uma menor área de operação, carecendo de diâmetros e pressões maiores para as canalizações e um volume final de água menor.

Para que se obtenha a quantidade mínima de chuveiros na área de operação deve seguir a relação da EQUAÇÃO 3.

$$NCa = \frac{Ao}{As} \quad (3)$$

Onde:

NCa = Número de chuveiros na área de operação, arredondado até o próximo inteiro subsequente;

Ao = Área de operação “m²”;

As= Área de cobertura do chuveiro automático “m²”.

O comprimento maior da área de operação é paralelo ao ramal dos chuveiros automáticos. Desta forma o número de chuveiros por ramal é determinado pela EQUAÇÃO 4.

$$Nc = \frac{1{,}2 \cdot \sqrt{Ao}}{L} \quad (4)$$

Sendo:

Nc= Número de chuveiros por ramal, arredondado até o próximo inteiro subsequente;

Ao = Área de operação “m²”;

L= Distância entre chuveiros no determinado ramal “m”.

d) Vazão mínima: o cálculo da vazão mínima para o chuveiro mais remoto, utiliza-se a EQUAÇÃO 5.

$$Q = D_a \cdot A_c \quad (5)$$

Onde:

Q = Vazão mínima do chuveiro automático "L/min" ;

D_a = Densidade mínima de água no chuveiro mais remoto "L/min.m²";

A_c = Área de cobertura de cada chuveiro definido por metro quadrado “m²”.

e) Pressão mínima: para utilizar a EQUAÇÃO 6, no qual trata da pressão mínima do chuveiro localizado mais distante em relação ao VGA, deve-se antes, selecionar o fator K na TABELA 02.

$$P = \left(\frac{Q}{K}\right)^2 \quad (6)$$

Onde:

P = Pressão estática na entrada do chuveiro automático “mca”;

Q = Vazão mínima do chuveiro automático “L/min”;

K = Fator de vazão do chuveiro automático “L/min/mca$^{1/2}$”.

f) Diâmetro: com a EQUAÇÃO 7 de Forchheimmer é possível estipular os diâmetros da tubulação, os resultados encontrados através da aplicação da fórmula devem ser arredondados para o próximo diâmetro comercial seguindo a FIGURA 04.

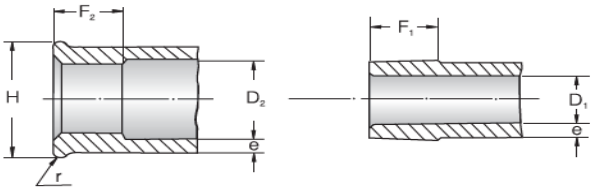
$$Ø_t = 1{,}3 \cdot \sqrt[4]{\frac{T}{24}} \cdot \sqrt{Q} \quad (7)$$

Onde:

$Ø_t$ = Diâmetro interno da tubulação "m";

T = Tempo de operação do sistema em horas exposto na TABELA 04;

Q = Vazão estipulada no trecho "m³/s".



Dimensões em mm

DIÂMETRO NOMINAL	$F_1 = F_2$	D_1	D_2	e	r	H
¼	11,0	7,6	11,6	2,6	2,0	19,8
⅜	11,5	10,9	15,4	2,7	2,0	23,8
½	15,0	14,8	19,6	2,8	2,5	28,6
¾	16,5	19,4	25,0	3,2	2,5	34,8
1	19,0	25,4	31,4	3,6	3,0	42,6
1¼	21,5	33,5	40,4	3,8	3,0	52,0
1½	21,5	39,0	46,2	4,0	3,5	58,6
2	26,0	50,2	58,2	4,2	3,5	71,6
2½	30,5	65,3	73,8	4,4	4,0	88,0
3	33,5	76,8	86,6	4,9	4,0	102,4
4	39,5	99,6	111,8	5,9	4,5	130,6
6	43,5	146,2	162,6	7,9	6,0	188,4

FIGURA 04: DIÂMETROS COMERCIAIS
FONTE: TUPY S.A (2009).

g) Velocidade: a velocidade do fluido dentro da tubulação é obtida pela EQUAÇÃO 8.

$$V = \frac{Q}{A} \tag{8}$$

Onde:

V = Velocidade “m/s";

Q = Vazão "L/min";

A = Área "m²" da seção interna da tubulação.

h) Perdas de carga: as perdas de cargas nos tubos serão calculadas com a fórmula de Hazen-Williams, expressa através da EQUAÇÃO 9.

$$J = 605 \cdot \left(\frac{Q_m^{1,85}}{C^{1,85} \cdot d_m^{4,87}} \right) \cdot 10^5 \tag{9}$$

Onde:

J = Perda de carga por atrito "KPa/m";

Q_m = Vazão "L/min";

C = Fator de Hazen-Williams;

d_m = Diâmetro interno real “mm".

O coeficiente de rugosidade (C) pode ser encontrado como valores tabelados para diferentes materiais, como apresentado na TABELA 03.

TABELA 03 - VALORES C HAZEN-WILLIAMS

Tubo	C*
Ferro fundido ou dúctil, sem revestimentos	100
Aço preto (sistemas secos, inclusive os de ação prévia)	100
Aço preto (sistemas molhados, inclusive os sistemas de dilúvio)	120
Galvanizado (todos)	120
Plástico (certificado) todos	150
Ferro fundido ou dúctil com revestimento de cimento	140
Cobre ou aço inox	150
* Válido para tubos novos	

FONTE: NBR 10897 (2014).

O valor da perda de carga deve ser multiplicado pela somatória do comprimento total da tubulação no trecho juntamente com as perdas de carga equivalente das conexões existentes no ramal, a mesma é determinada um valor em metros encontrada em catálogos de fabricantes. O conceito é representado pela EQUAÇÃO 10.

$$Jt = J \cdot (L+Leq) \quad (10)$$

Sendo:

Jt= Pressão perdida no trecho “Kpa”;

J = Valor da Perda de Carga “Kpa/m”;

L= Distância do trecho analisado “m”;

Led= Comprimento equivalente das conexões do trecho “m”.

A análise de todo o trecho da canalização é feita do chuveiro automático mais remoto até a entrada do reservatório, caminho inverso ao utilizado pela água no momento de acionamento.

A pressão no chuveiro subsequente é a somatória das pressões do chuveiro a montante com a perda de carga da tubulação, representada a seguir pela EQUAÇÃO 11.

$$P = p_m + J_t \quad (11)$$

Sendo:

P= Pressão no chuveiro “mca”;

pm= Pressão do chuveiro a montante “mca”;

Jt= Pressão perdida no trecho “mca”;

Passo 04 - Volume do reservatório

Como evidenciado na TABELA 04, a duração da demanda de água necessária para o sistema de chuveiros automáticos, tem relação com seu tipo de ocupação.

TABELA 04 - DEMANDA DO HIDRANTE E TEMPO DE ABASTECIMENTO

Tipo de ocupação	Demanda de hidrantes (L/min)	Duração (min)
Risco leve	380	30
Risco ordinário	950	60
Risco extra ou extraordinário	1.900	90
Armazenamento	Consultar ABNT NBR 13792	

FONTE: NBR 10897 (2014).

Quando projetados por cálculo hidráulico, deve ser dimensionado o reservatório destinado aos chuveiros pela EQUAÇÃO 13.

$$Vr = T \cdot Qt \quad (12)$$

Onde:

Vr = Volume do reservatório “litros”;

T = Tempo de operação do sistema em minutos de acordo com a TABELA 04;

Qt = Vazão total requerida do sistema de “L/min”.

Passo 05 - Sistema de pressurização

O sistema de pressurização em uma rede de combate contra incêndio tem como objetivo principal atender a pressão mínima, assim produzindo uma vazão estabelecida por norma no ponto mais remoto da instalação.

O conjunto de bombas é formado, por bombas principais e bombas de pressurização (jóquei) com sua pressão sendo 0,7 bar menor que a principal como indicado na NBR 10897/2014.

Os dimensionamentos das bombas devem levar em consideração itens como a vazão, o diâmetro da canalização de recalque, o diâmetro da canalização de sucção, as perdas de carga do sistema, a altura monométrica total e a seleção do grupo motobomba.

Para a definição das bombas, utiliza-se a seleção através dos catálogos dos fabricantes, essa metodologia de seleção emprega dados técnicos fornecidos pelos fabricantes, utilizando o diagrama de seleção e as curvas características das bombas, de forma a atender a vazão e a altura monométrica mínimas requeridas. Modelo de seleção expresso na FIGURA 05.

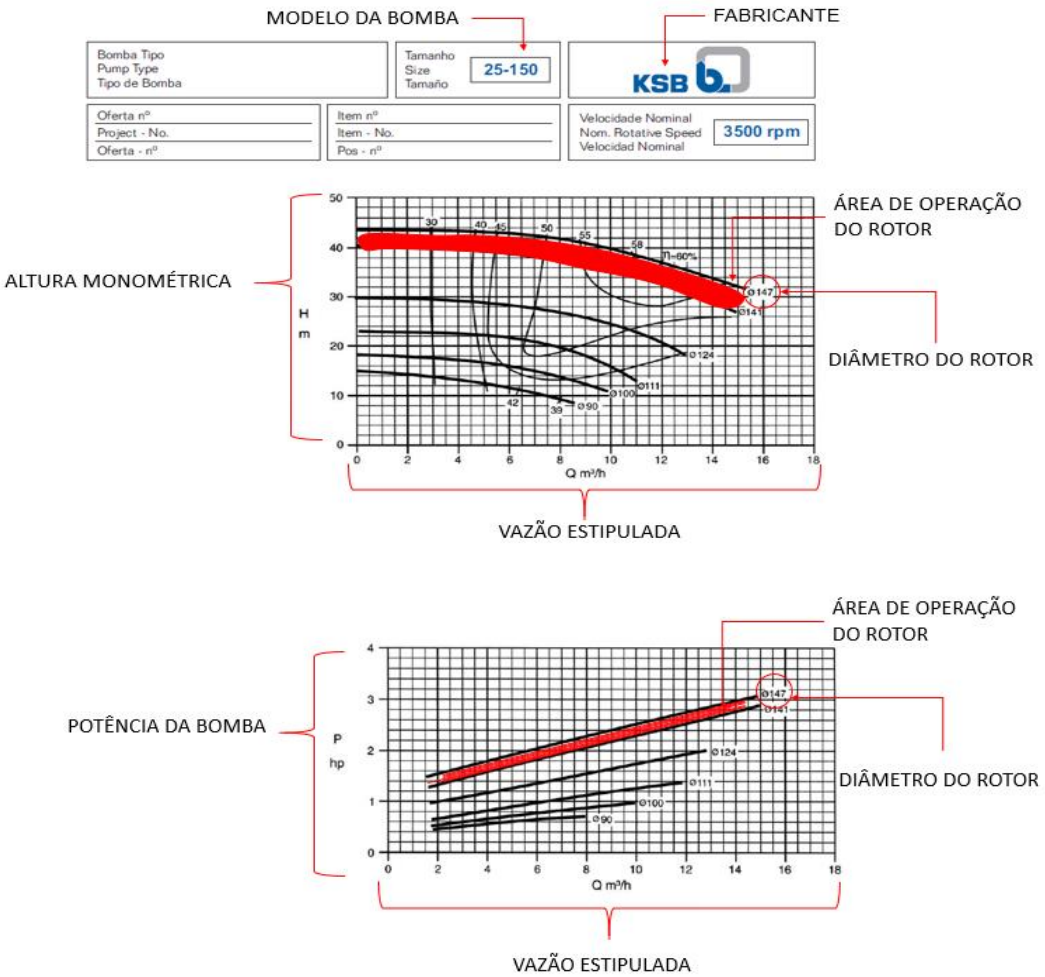


FIGURA 05: MODELO DE CURVA CARACTERISTICA
FONTE: KSB BOMBAS HIDRÁULICAS S.A (2016). Adaptada pelos autores (2017).

3. CONCLUSÃO

Recentemente, algumas legislações vigentes sobre o combate contra incêndio passaram por atualizações, o que contribuiu para a disseminação do assunto, no entanto, os cursos de formação acadêmica não dão ênfase a estas informações, reduzindo o acesso dos estudantes à Segurança Contra Incêndio.

O tema tratado nesta pesquisa atinge seu objetivo ao reunir e buscar uma sistematização dos conhecimentos existentes sobre os chuveiros automáticos, sua origem, tipos de aplicações e seus componentes de sistema, a forma de classificação e necessidade do sistema no estado do Paraná.

Buscando facilitar a metodologia do cálculo hidráulico determinado pela NPT 23, se criou um fluxograma onde o mesmo é desenvolvido por meio de passos descritivos, de forma a organizar e explicar o método de dimensionamento.

Ao seguir os passos descritivos pode-se realizar o dimensionamento da rede de chuveiros automáticos, levando em consideração apenas a área de operação do recinto desfavorável. Por esse método de cálculo entende-se que outros chuveiros no restante da edificação a ser protegida estão em melhores condições de pressão e vazão, possibilitando dessa forma, uma economia de tempo para executar e verificar os sistemas de chuveiros automáticos da edificação.

Espera-se, com este trabalho, contribuir para um melhor entendimento sobre os critérios de um dimensionamento de chuveiros automáticos, possibilitando dessa forma novas pesquisas para ampliar a bibliografia da área de combate contra incêndio.

4. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **CB-024**: Comitê Brasileiro de Segurança Contra Incêndio. São Paulo, 1990. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/cb-24>. Acesso em: 06 abr. 2017.

_____. **NBR 10897**: Sistemas de Chuveiros Automáticos para Combate a Incêndio - Requisitos. Rio de Janeiro: 2014. 130 p.

CARLO, Ualfrido del et al. **A segurança contra incêndio no Brasil.** São Paulo: Projeto Editora, 2008. 496 p.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DO PARANÁ. **Código de segurança contra incêndio e pânico - CSCIP**, Curitiba, 2014.

_____. **NPT 23**: Sistema de chuveiros automáticos. Curitiba: 2012. 5 p.

DE PAULA, Deives Junior. **Aceitação de sistemas de sprinklers: Requisitos e critérios mínimos de avaliação para liberação do uso e operação de sistemas de sprinklers.** São Paulo: Instituto Sprinkler Brasil, 2014. 137 p.

KSB BOMBAS HIDRÁULICAS S.A (Org.). Manual Técnico Megabloc. São Paulo: Ksb Bombas, 2016. 14 p. Disponível em: <http://www.ksb.com.br/php/produtos/download.php?arquivo=mt_megabloc_a2744_0_3p_1.pdf&tipo=tecnicos>. Acesso em: 29 out. 2017.

ONO, Rosaria. **Parâmetros para garantia da qualidade do projeto de segurança contra incêndio em edifícios altos.** Porto Alegre, v. 7, n. 1, p.97-113, 2007.

PEREIRA, Áderson Guimarães et al. **O direito e o ensino aplicado à segurança contra incêndio**. São Paulo: Ltr, 2011. 183 p.

TUPY S.A (Org.). Catálogo Técnico. Joinville: Tupy, 2009. 47 p. Disponível em: <http://www.tupy.com.br/downloads/pdfs/conexoes/catalogo_pt.pdf>. Acesso em: 29 out. 2017.

WOLLENTARSKI JUNIOR, João Carlos. **Sprinklers: conceitos básicos e dicas excelentes para profissionais:** Um estudo prático sobre a NFPA 13. São Paulo: Instituto Sprinkler Brasil, 2013. 146 p.