

ESTUDO SOBRE A ESCOLHA DO FATOR DE VAZÃO NO DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CHUVEIROS AUTOMÁTICOS

LARISSA JAGNEZ^{1*}, IVAN RICARDO FERNANDES²

¹Especialista em Engenharia de Segurança Contra Incêndio e Pânico, PUCPR, Curitiba-PR, lari-j@hotmail.com

²Mestre em Construção Civil, PUCPR, Curitiba-PR, ivan.r@pucpr.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: O sistema de chuveiros automáticos apresenta diversas vantagens por operar de forma automática e sem a presença humana, mas é exigido em poucas situações perante as normas. Mesmo sendo uma alternativa para outros sistemas, acaba não sendo instalado, muitas vezes em consequência do custo de instalação. O presente trabalho teve como proposta a análise dos sistemas de chuveiros automáticos dimensionados, a fim de se chegar ao valor do fator K, o fator de vazão, que representasse a melhor proporção entre vazão e pressão requeridas pelas normas, para se obter um sistema financeiramente mais viável. Para tanto, foi sugerida uma edificação fictícia e foram realizados quatro dimensionamentos do sistema de chuveiros automáticos, segundo o procedimento de cálculo hidráulico estabelecido pela NBR 10897:2014. Para os dimensionamentos apenas alterou-se o fator K escolhido no início do cálculo, assim utilizaram-se os valores de K 61, K 80, K 115 e K 161. Para averiguar o resultado ideal, foram verificadas as vazões nos trechos de tubulações e chuveiros, diâmetros adotados, perdas de cargas, pressões, bomba principal do sistema e reserva de água. Dessa forma, com o procedimento adotado foi possível estabelecer que o fator K 80 representou a solução adequada, mesmo não apresentando a menor vazão nem a menor pressão necessária para o funcionamento conveniente do sistema.

PALAVRAS-CHAVE: Chuveiros automáticos, fator K, fator de vazão, cálculo hidráulico.

STUDY ON THE FLOW FACTOR CHOOSE IN THE SPRINKLER SYSTEM DIMENSIONING

ABSTRACT: The sprinkler system has many advantages for working automatically and without human presence, but it is required in a few cases by standards. Even as an alternative to other systems, it has not been installed, often as a result of the installation cost. This work was proposed for analysis of dimensioned sprinkler systems, in order to reach the value of the K factor, the flow factor, which represents the best rate between flow rate and pressure required by the rules, to obtain a financially viable system. Therefore, it suggests a fictional building and four sprinkler systems were dimensioned, according to the hydraulic calculation procedure established by NBR 10897:2014. For the dimensioning only the K factor chosen at the beginning of the calculation has been changed, so it was used the values K 61, K 80, K 115 and K 161. To determinate the optimal result, the flow rates were observed in the pipe sections and sprinklers, adopted diameters, pressures loss, pressures required, main pump and water reserve. Thus, with the procedure adopted was possible to establish that the K 80 factor represented the right solution, even not having the lowest flow or the lowest pressure necessary for the convenient operation of the system.

KEYWORDS: Sprinklers, K factor, flow factor, hydraulic calculation.

INTRODUÇÃO

A água é o agente extintor mais completo, mesmo que não extinga completamente o incêndio, ela contribui para o isolamento de risco e propicia a aproximação do Corpo de Bombeiros

para o uso de outros agentes extintores, o sistema de chuveiros automáticos faz uso da água para extinção e controle do incêndio. Consiste em um sistema fixo de combate a incêndios e possui como diferencial a característica de entrar em operação de forma automática, quando é ativado por um foco de incêndio. Assim, libera água em densidade adequada ao risco da edificação e objetiva proteger de forma rápida e sem a interferência humana para acionamento, extinguindo ou controlando o fogo ainda em seu estágio inicial. Ainda é menor o tempo transcorrido desde a detecção do incêndio e o seu combate, evitando a propagação para outras partes da edificação. Ao mesmo tempo em que inicia a operação do sistema, ainda aciona o sistema de alarme de incêndio da edificação, propiciando um tempo apropriado para a fuga em segurança dos usuários da edificação (SEITO et al., 2008).

De acordo com a Constituição Federal brasileira, a exigência dos sistemas de proteção contra incêndio é competência dos Estados. Assim, normalmente o Corpo de Bombeiros de cada Estado possui uma legislação específica para as medidas de Segurança Contra Incêndio e Pânico (Wollentarski Junior, 2014).

Geralmente, o sistema de chuveiros automáticos é apenas exigido em algumas ocupações, com as áreas grandes ou altura elevada. Em certos casos, pode substituir sistemas de compartimentação ou aumentar a distância máxima a percorrer até as saídas das edificações (Estado do PARANÁ, 2014).

Para Mario (2007) mesmo frente a todas as vantagens, o sistema ainda é pouco utilizado. Outro fator importante para tal fato diz respeito ao custo elevado para instalação do sistema.

Para o dimensionamento desse sistema há vários fatores e pontos a serem considerados e atribuídos. Dentre eles, tem-se o fator K, o fator da vazão do chuveiro, o qual depende da pressão e da vazão em dado ponto. Dessa forma, o presente estudo trata sobre o dimensionamento do sistema de chuveiros automáticos de uma edificação proposta, com base nos preceitos da NBR 10897:2014, atribuindo-se um fator K para tal dimensionamento. Após, repete-se o dimensionamento três vezes, alterando-se os valores de fator K para cada um deles.

Para então, os resultados serem analisados para verificação de quais parcelas do cálculo são alteradas pela mudança do fator K chegando-se ao fator K que resulte na solução para um sistema de acordo com as normas e financeiramente mais viável.

MATERIAIS E MÉTODOS

Após a verificação do procedimento de cálculo hidráulico estabelecido pela NBR 10897:2014, foi escolhida uma edificação fictícia para o dimensionamento do sistema do estudo de caso. A edificação possui ocupação de igreja, com as dimensões de 40 m de largura e 100 m de comprimento, totalizando uma área de 4.000 m².

O dimensionamento foi realizado em quatro momentos, variando entre os mesmos o valor atribuído para o fator de vazão do sistema. Para que dessa forma, utilizando esses procedimentos fosse possível estabelecer uma comparação entre os fatores de cálculo do sistema, verificando o que se altera em cada um e qual a relação com o fator K.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dessa forma, os dimensionamentos foram identificados como: dimensionamento 1 (K 61), dimensionamento 2 (K 80), dimensionamento 3 (K 115) e dimensionamento 4 (K 161). À vista disso, a primeira comparação é referente à vazão obtida nos chuveiros e nos trechos de tubulação, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Comparação das vazões

Chuveiro	Trecho	Dimensionamento			
		1	2	3	4
1	---	84,87	84,87	84,87	84,87
---	1-2	84,87	84,87	84,87	84,87
2	---	91,70	96,33	106,65	124,71
---	2-3	176,57	181,20	191,52	209,58
3	---	98,93	108,52	115,57	141,28
---	3-A	275,50	289,72	307,09	350,86

A	---	275,50	289,72	307,09	350,86
---	A-B	275,50	289,72	307,09	350,86
B	---	279,63	293,01	311,82	356,79
---	B-C	555,13	582,73	618,91	707,65
C	---	282,27	299,78	320,70	367,96
---	C-VGA	837,40	882,51	939,61	1.075,60

Percebe-se que o dimensionamento 1, com o menor valor do fator K, revela os menores montantes de vazão. Visto que o fator K é o fator de vazão, quanto menor o valor escolhido para o mesmo, menores serão as vazões encontradas, assim os maiores resultados encontrados foram no dimensionamento 4, maior fator K atribuído. A análise seguinte no

Quadro 2, mostra a comparação entre os diâmetros das tubulações dos trechos considerados do sistema. Assim, exibem-se os diâmetros comerciais adotados.

Quadro 2 – Diâmetros de tubulações

Trecho	Dimensionamento			
	1	2	3	4
1-2	25	25	25	25
2-3	32	32	40	40
3-A	40	50	50	50
A-B	40	50	50	50
B-C	65	65	65	65
C-VGA	75	75	75	100
sucção	100	100	100	125

Quadro 3 – Perdas de carga na tubulação

Trecho	Dimensionamento			
	1	2	3	4
1-2	0,32	0,32	0,32	0,32
2-3	0,37	0,39	0,15	0,17
3-A	6,61	2,25	2,85	3,64
A-B	0,28	0,10	0,12	0,15
B-C	0,18	0,21	0,23	0,29
C-VGA	2,41	2,62	2,95	1,08
sucção	0,15	0,15	0,17	0,09

Diante disso, nota-se novamente que o dimensionamento 1, com o menor fator K considerado resultou nos menores diâmetros. Observando-se a Equação 1, a qual se utiliza para encontrar o diâmetro das tubulações, nota-se que a única variável é a vazão. Dessa forma, esses resultados são consequência dos resultados anteriores de vazão.

No **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, são comparadas as perdas de carga na tubulação. Percebe-se que nesse quesito não há um padrão em relação ao fator K escolhido, já que os menores valores encontrados são partes de todos os dimensionamentos. Para o cálculo da perda de carga, utiliza-se a Equação 2. Os resultados dependem de duas variáveis: vazão e diâmetro, visto que o coeficiente C (rugosidade do material da tubulação) é o mesmo para todos os dimensionamentos. As vazões menores encontradas foram no dimensionamento 1, mas devido aos diâmetros calculados impactarem nesse resultado quando apresentam certa reserva em relação ao diâmetro comercial adotado, os valores da tabela não seguiram um padrão.

O Quadro 4 mostra a comparação dos valores obtidos para as pressões nos chuveiros.

Quadro 4 – Comparação das pressões nos chuveiros

Chuveiro	Dimensionamento			
	1	2	3	4
1	19,4	11,3	5,4	2,8
2	22,6	14,5	8,6	6,0
3	26,3	18,4	10,1	7,7
A	92,4	43,9	38,6	44,1
B	95,2	44,9	39,8	45,6
C	97,0	47,0	42,1	48,5
Moto-bomba	128,5	80,7	79,3	66,2

Para o cálculo das pressões nos chuveiros iniciais, utiliza-se a Equação 3.

Nota-se que como a vazão inicial é a mesma para todos os dimensionamentos, o fator K interfere no valor da pressão inicial obtida. Se o fator K é maior, a pressão diminui. Para as pressões seguintes, são somadas as perdas de carga dos trechos da tubulação. Fato que justifica os menores valores das pressões iniciais no dimensionamento 4. Também se aplica ao se observar os resultados do dimensionamento 1, os quais são os maiores valores.

Com os valores de pressão e vazão do sistema, chega-se aos valores de comparação das bombas principais obtidas para os sistemas, como mostra o Quadro 5.

Quadro 5 – Comparação das bombas principais KSB

Características	Dimensionamento			
	1	2	3	4
Tamanho	40-250	40-200	40-250	40-200
RPM	3500 rpm	3500 rpm	3500 rpm	3500 rpm
Diâmetro do rotor	260 mm	209 mm	260 mm	209 mm
Potência	42 hp	23 hp	34 hp	26 hp
Vazão	51 m ³ /h	53 m ³ /h	57 m ³ /h	65 m ³ /h
Altura manométrica	130 mca	81 mca	80 mca	67 mca

Constata-se que se a vazão do sistema é menor (menor fator K), a altura manométrica é muito superior, como se pode notar nos resultados da bomba para o dimensionamento 1. Assim a potência da bomba 1 foi a maior encontrada. Do outro lado, se a pressão é menor, como no dimensionamento 4, a vazão é grande (fator K maior). A potência da bomba não aumenta muito, porque a pressão necessária não é grande. Pode-se observar que a menor potência de bomba necessária foi o dimensionamento 2, com fator K 80, mesmo não se encontrando nesse dimensionamento os menores valores para pressão e vazão.

O último fator a ser comparado dos dimensionamentos é referente ao volume da reserva, como pode ser observado no Quadro 6. Para o cálculo da reserva utiliza-se a Equação 4.

Quadro 6 – Comparação dos volumes de reserva

Unidade	Dimensionamento			
	1	2	3	4
litros	25.122	26.475,3	28.188,3	32.268,3
m ³	25,2	26,5	28,2	32,3

Assim, como o tempo depende unicamente da classificação do risco da edificação, o valor é o mesmo para todos os dimensionamentos. O que interfere, de forma diretamente proporcional ao resultado, é a vazão obtida na bomba. Como já analisado anteriormente, a menor vazão da bomba foi no dimensionamento 1, com o menor fator K adotado. Assim, a menor reserva calculada é no dimensionamento 1.

CONCLUSÃO

Para os quatro dimensionamentos propostos pelo trabalho, K 61, K 80, K 115 e K 161, pode-se observar que todos os fatores do cálculo hidráulico sofreram alterações, tais como: vazão, diâmetro de tubulações, perda de carga, pressão, características da bomba e reserva de água. Dessa forma, vale salientar que quanto maior o fator K atribuído inicialmente ao dimensionamento do sistema, maior serão as vazões encontradas em cada chuveiro e em cada trecho da tubulação.

Na mesma sequência, percebe-se que como cálculo do diâmetro das tubulações depende da vazão, pode-se estender a observação anterior, pois quanto maior o fator K escolhido, maiores serão os diâmetros de tubulação também.

Agora para a perda de carga nos segmentos de tubulação, não é possível estabelecer uma relação direta com o fator K. Pois, a perda de carga depende tanto da vazão quanto do diâmetro. Mas como o diâmetro adotado é referente ao diâmetro comercial dos tubos, muitas vezes esse valor comercial acaba sendo muito superior ao calculado, interferindo na redução da perda de carga nesse ponto.

No caso do cálculo da pressão, percebe-se o oposto em relação aos resultados obtidos para a vazão, uma vez que quanto maior o fator K, menor será o valor da pressão final do sistema.

Para a escolha da bomba que faça o sistema responder satisfatoriamente, percebe-se que este fato depende de vazão e pressão adequadas, ou seja, duas grandezas que variam de formas opostas perante a escolha do fator K. Quanto maior o fator K, uma aumenta, enquanto a outra diminui. Circunstância essa que fica evidenciada nas bombas determinadas para cada dimensionamento. Percebe-se que tanto o dimensionamento com menor vazão (dimensionamento 1), quanto o dimensionamento com menor pressão (dimensionamento 4) requerida pelas bombas, não são os resultados ideais para um sistema financeiramente mais viável. Nota-se que a menor potência de bomba necessária é no dimensionamento com fator K 80 (dimensionamento 2). Observa-se que o dimensionamento 1 apresenta uma potência 82,61% maior que o dimensionamento 2, mesmo exibindo a menor vazão de todos os cálculos. Repara-se ainda, que o dimensionamento 4 apresenta uma potência necessária na bomba de apenas 13,04% maior em relação ao dimensionamento 2. Mas, o dimensionamento 4 apresenta a maior vazão encontrada em todos as análises, fato que impacta diretamente no volume da reserva. Assim, constata-se que o dimensionamento 4 apresenta o maior volume de reserva dos dimensionamentos, 21,89% maior que o dimensionamento 2, o que significa aproximadamente 5.700 litros a mais.

Diante do exposto, pode-se concluir que os resultados do dimensionamento 2, ou seja, fator de vazão K 80, constituem no final da análise na melhor proporção entre vazão e pressão para o sistema, chegando-se a solução que melhor atende aos requisitos da norma.

Portanto, verifica-se a grande importância da análise das variáveis de cálculo e concepção do sistema de chuveiros automáticos. Dessa forma, visa-se o dimensionamento de sistemas que atendam todas as exigências das normas e ao mesmo tempo, apresentem um custo adequado.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 10897, Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- Bombas KSB. Folheto de curvas características: ficha técnica. 2014.
- MARIO, L. Análise comparativa de custos entre o sistema de distribuição de chuveiros automáticos de tubo molhado: sistema aberto e sistema fechado. Trabalho de Conclusão de Curso. Porto Alegre, 2007.
- PARANÁ (Estado). Corpo de Bombeiros - CBMPR. Código de segurança contra incêndio e pânico. Curitiba, 2014. 60 p.
- SEITO, Alexandre I. et al. A segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008. 496 p.
- WOLLENTARSKI JÚNIOR, João Carlos. Sprinklers: conceitos básicos e dicas excelentes para profissionais – um estudo prático sobre a NFPA 13. São Paulo: Instituto Sprinkler Brasil, 2015. 177 p.