



ESTUDO DAS EQUAÇÕES DE HAZEN-WILLIAMS E DARCY-WEISBACH APLICADAS AO DIMENSIONAMENTO HIDRAULICO DE HIDRANTES.

Wescley Ronald de Castro Galdino, Douglas Andriní Edmundo, Hélio Lourenço Esperdião Ferreira.

Faculdade Anhanguera de São José dos Campos, Avenida Doutor João Batista de Souza Soares, 4121, Cidade Morumbi - 12236-660 - São José dos Campos-SP, Brasil, wescley1996galdinop@gmail.com, douglas.edmundo@anhanguera.com, helioesperdiao@gmail.com.

Resumo – A segurança contra incêndio dentro das edificações e áreas de riscos visa a preservação da integridade da vida humana e a proteção do patrimônio, diante disso, o sistema de proteção por hidrantes é de suma importância, para que, em uma situação de princípio de incêndio, pessoas previamente capacitadas e treinadas possam controlar e/ou extinguir o foco do incêndio até a chegada de socorro especializado, assim evitando que as chamas se propaguem e coloque a segurança dos ocupantes e da estrutura em risco. O presente estudo tem por objetivo criar um aplicativo computacional utilizando os princípios das equações de Hazen Williams e Darcy Weisbach para se dimensionar de forma simples, segura, eficaz e de fácil análise prática o sistema de hidrantes. Depois de atendida as normas e instruções técnicas do corpo de bombeiros que dizem a respeito da obrigatoriedade e posicionamento dos hidrantes, deve-se definir a potência requerida da bomba centrífuga para que em uma situação de emergência o sistema funcione de maneira adequada, para isso, deve-se levar em consideração todas as perdas de cargas distribuídas e singulares no processo de cálculo.

Palavras-chave: Dimensionamento hidráulico, combate a incêndio e, cálculo de hidrantes.

Área do Conhecimento: Engenharias>Engenharia Civil.

Introdução

O dimensionamento do sistema de hidrantes é o foco deste estudo por se tratar de um sistema de segurança de grande importância, mas ainda assim, de pouco conhecimento técnico por parte dos profissionais da área da engenharia civil e arquitetura. (BRENTANO, 2007).

A correta análise da instalação é fundamental para o correto dimensionamento do sistema, para que o mesmo atenda na íntegra as normas brasileiras e os decretos de cada estado da federação. Os decretos que regulamentam o dimensionamento e a implantação dos sistemas de incêndio são baseados em normas brasileiras, como a NBR 13714 que aborda os sistemas de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio, e cada estado determina seu decreto sobre os sistemas de proteção e combate a incêndio devido a características peculiares, como o clima por exemplo. (GUERRA; COELHO; LEITÃO, 2006)

O dimensionamento hidráulico do sistema de hidrantes é de suma importância para a segurança dos ocupantes em edificações que adotam este sistema de proteção, e para garantir tal proteção é necessário o correto dimensionamento do sistema, para isso, o objetivo deste estudo é desenvolver uma ferramenta computacional para auxiliar profissionais da área no processo matemático do dimensionamento, visando diminuir erros e equívocos que possam gerar um mau funcionamento do sistema quando requerido.

A utilização de softwares e programas para auxílio na engenharia civil vem crescendo cada vez mais, devido ao aumento da necessidade e da exigência de se construir, projetar e executar cada vez mais rápido, com qualidade e com o menor custo possível. A aplicação de softwares e programas trazem agilidade e segurança para os projetos em praticamente todas as fases, desde sua concepção e criação até o dimensionamento e controle dos sistemas.

Metodologia

Um dos métodos aplicáveis para se dimensionar a perda de carga distribuídas no sistema de hidrantes se dá pela equação de Hazem Williams, que de acordo com Mello e Carvalho (1998),



relaciona a perda de carga e pressão devido a passagem do fluxo de água em um tubo, definida matematicamente como:

$$hf = J \cdot Lt$$
$$J = 605 \cdot Q^{-1,85} \cdot C^{-1,85} \cdot D^{-4,87} \cdot 10^4$$

Onde:

hf= perda de carga total no trecho, em metros de coluna D'água (mca);

Lt= é o comprimento total, obtido pela soma do comprimento real da tubulação com os comprimentos equivalentes das singularidades (m);

J= é a perda de carga gerada pelo atrito das moléculas em regime turbulento (m/m);

Q= é a vazão do sistema (l/min);

C= é o coeficiente de Hazem Williams (Tabela 1);

D= é o diâmetro da tubulação (mm).

Tabela 1- Coeficientes de Hazem-Williams.

Tipo de conduto	Coeficiente
Aço corrugado	60
Aço com juntas <i>Lock-bar</i> , tubos usados	90
Aço com juntas <i>Lock-bar</i> , tubos novos	130
Aço rebitado, tubos novos	110
Aço rebitado, tubos usados	85
Aço soldado, tubos novos	130
Aço soldado, tubos usados	100
Ferro fundido, tubos novos	130
Ferro fundido, tubos usados	90
Tubos PVC/CPVC	150
Aço preto	120
Aço galvanizado	120
Cobre	150

Fonte: Adaptado de Azevedo Netto e Fernández (2015)

De acordo com Azevedo Netto e Fernández (2015), a formula de Hazen-Williams resultou em um estudo estatístico, onde foi experimentado os dados obtidos por outras pesquisas anteriores. A utilização desta fórmula se tornou popular devido a possibilidade de se estudar o envelhecimento das tubulações e por ser teoricamente correta para todos os tipos de materiais e por aceitar a aplicação nas bitolas comerciais.

O segundo método de dimensionado aplicável ao dimensionamento do sistema de hidrantes é o de Darcy-Weisbach, que em consonância com o estado de São Paulo (2012), a variação mais usual da formula de Darcy-Weisbach é a seguinte:

$$hf = F \cdot \frac{l \cdot v^2}{D \cdot 2 \cdot g} + k \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Onde:

hf= Perda de carga total no trecho, em metros de coluna D'água (mca);

f= Fator de atrito;

L= Comprimento real da tubulação (m);

D= Diâmetro da tubulação (m);

v= Velocidade em que escoar o fluido (m/s);

g= Aceleração da gravidade (m/s²);

k= Somatória da perda de carga das conexões.

Azevedo Netto e Fernández (2015) dizem que o método de Darcy-Weisbach teve uma grande importância por ser o primeiro a considerar a condição das paredes internas das tubulações e criou a formula acima citada cuja sua aplicação é válida até os dias atuais.

Para a construção do software foi escolhido utilizar o método de Hazen-Williams para o processo de cálculo por ser o método mais simples, apesar de que, se comparado ao método de Darcy-Weisbach



e outros métodos presente na literatura tem a “deficiência” de não se levar em conta a temperatura nem a viscosidade do fluido, mas como se trata de um sistema que utiliza a água como agente extintor em temperatura ambiente, estes dois quesitos não são aplicáveis ao dimensionamento do sistema de hidrantes e sua relativa simplicidade de dimensionamento possibilita maior compreensão e aplicação no ramo da engenharia de proteção.

O método de Darcy-Weisbach vai ser aplicado neste trabalho através da utilização dos valores da perda de carga equivalente nas conexões, e esses valores iremos retirar dos catálogos técnicos das maiores fabricantes/distribuidoras de conexões utilizados no país: para conexões galvanizadas a TUPY® e para conexões de PVC/CPVC a TIGRE®.

O software foi desenvolvido por meio da ferramenta Microsoft Visual Studio, está é uma IDE de desenvolvimento rápido que permite criar programas com interface gráfica de usuário atrativa, intuitiva e agradável. (STELLMAN; GREENE, 2013).

A principal linguagem de programação da Microsoft é C#, esta foi adotada para o desenvolvimento do presente trabalho, a linguagem apresenta grande capacidade de cálculo. (John Sharp)

Para o início do desenvolvimento do software foi necessário desenvolver *um step-by-step* do método de dimensionamento, como exposto acima tomamos como referência a equação de Hazem-Williams.

Assim, para a construção do software foi considerada a seguinte sequência de dados que se deve obter para se chegar ao correto dimensionamento:

1. Com o projeto do sistema de proteção contra incêndio em mãos, obter o posicionamento dos pontos de hidrante através do isométrico da tubulação, marcar o ponto de equilíbrio e determinar qual são os dois pontos mais desfavoráveis em relação à bomba de incêndio, pois estes serão os dois pontos considerados para o dimensionamento;
2. De acordo com o tipo da instalação, coletar a informação sobre a vazão e pressão mínima exigida na saída do hidrante mais desfavorável em relação à bomba de incêndio, disponível na tabela 2 da Instrução Técnica (IT) Nº22 do corpo de bombeiros do estado de São Paulo;
3. Conforme a tubulação escolhida, observar na Tabela 1 qual o fator de Hazem-Williams será aplicado;
4. Diâmetro da Tubulação escolhida;
5. O comprimento real da tubulação no trecho do hidrante escolhido;
6. Inserir quais conexões serão utilizadas para a instalação, bem como a quantidade, para se determinar através dos catálogos técnicos qual será a soma do comprimento equivalente das conexões;
7. Inserir a cota (elevação) que está o hidrante em relação ao ponto de equilíbrio;
8. Em seguida, o software irá fazer o cálculo da perda de carga no trecho do hidrante escolhido com base na equação de Hazem-Williams.

Resultados

Com todos os dados coletados, o usuário abrirá o programa, o mesmo irá solicitar a entrada dos dados com as unidades de medida conforme especificadas, para que o programa faça o cálculo da perda de carga em cada trecho inserido utilizando a equação de Hazem-Williams conforme a figura 1.

A cada trecho de hidrante calculado, o programa insere uma linha no campo denominado “IstPerdasCarga”, assim o projetista poderá calcular a perda de carga em todos os trechos da instalação, podendo afirmar com precisão quais são os dois pontos mais desfavoráveis da instalação, ou seja, qual são os dois pontos que apresentam maior perda de carga devido as perdas de carga nas singularidades (conexões) e a perda de carga distribuída dentro da tubulação.

Depois de inserida as informações necessárias e com os resultados de perda de carga, conseguimos obter a altura manométrica (pressão) e vazão exigidas no sistema, assim, conseguimos determinar qual a potência requerida da bomba de incêndio para a instalação

Uma vez gerado esses resultados, o usuário terá a opção de inserir os dados da instalação, os dados de projeto e dados pessoais para se gerar um relatório, nesse relatório estará toda a memória de cálculo e os dados obtidos, este relatório em geral é mandado para a análise e aprovação do corpo de bombeiros, conforme pode ser apreciado na Figura 2.

Figura 1- Tela de inserção de dados

Fonte: O autor (2018).

Figura 2- Dados para geração de relatório.

Fonte: O autor (2018).



Discussão

A grande vantagem no uso desta ferramenta computacional para o dimensionamento hidráulico do sistema de hidrantes que está sendo desenvolvida, é a agilidade e precisão durante o processo de dimensionamento hidráulico, podendo o projetista corrigir erros ou equívocos durante a inserção de dados, e o sistema recalcula o trecho alterado de maneira rápida e precisa, aumentando assim a confiabilidade dos dados obtidos.

Outro ponto positivo é a inserção dos dados dos catálogos técnicos em forma de banco de dados dentro do software, assim trazendo mais praticidade ao projetista.

De acordo com os resultados obtidos com o uso da ferramenta computacional, conclui-se que os dados de retorno são de alta confiabilidade, pois garante a correta aplicação da equação de Hazem-Williams e evita erros matemáticos por parte dos projetistas, tornando o dimensionamento do sistema mais preciso e confiável.

Se comparado com as planilhas que são utilizadas entre profissionais da área para o dimensionamento do sistema de hidrantes, o software se sobrepõe devido ao seu banco de dados que possui o valor da perda de carga equivalente das conexões, tornando o processo de dimensionamento mais ágil, e também tem a vantagem de armazenar os dados de todos os pontos de hidrantes, que podem ser alterados e/ou removidos a qualquer momento e por gerar o relatório com a memória de cálculo, o que as planilhas não fazem, novamente tornando o software uma ferramenta efetivamente útil e aplicável.

Conclusão

Depois de finalizado, este software poderá ser utilizado por profissionais da área da engenharia civil e arquitetura para se obter o dimensionamento hidráulico do sistema de hidrantes, de forma simplificada e segura, trazendo ainda mais confiabilidade no uso deste importante método de combate a incêndio nas edificações e áreas de risco.

O software também poderá ser utilizado dentro das salas de aulas por professores de engenharia para demonstrar e explicar a futuros profissionais da área a correta forma de se dimensionar um sistema de hidrantes, pois o software torna o processo de cálculo mais ágil, aplicando os princípios de Hazem-Williams e Darcy-Weisbach sobre perda de carga de forma simples e correta.

A maior dificuldade no desenvolvimento desta ferramenta computacional foi encontrar uma forma de tornar mais simples a coleta e inserção dos dados necessários para o dimensionamento, estabelecendo assim um Step-by-step que seja correto e objetivo.

Referências

BRENTANO, Telmo. Instalações hidráulicas de combate a incêndios nas edificações: hidrantes, mangotinhos e chuveiros automático. 3. ed. Porto Alegre: Edipucrs, 2007. 450 p.

CATÁLOGO TÉCNICO TIGREFIRE. 2018. Disponível em:
<<https://www.tigre.com.br/themes/tigre2016/downloads/catalogos-tecnicos/ct-tigrefire-tabela.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2018.

CATÁLOGO TÉCNICO TUPY. 2018. Disponível em:
<https://www.plastolandia.com.br/media/Catalogos/CATALOGO_TUPY.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2018.

GUERRA, Antônio Matos; COELHO, José Augusto; LEITÃO, Rubens Elvas. **Fenomenologia da combustão e extintores**. 2. ed. Sintra: Gráfica Europam, Lda., 2006. 104 p. Disponível em:
<<http://www.ahbvoliveiradobairro.pt/userfiles/file/manuais-de-formacao/VII-Fenomenologia da Combustão.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

MELLO, Carlos Rogério de; CARVALHO, Jacinto de Assunção. ANÁLISE DA EQUAÇÃO DE PERDA DE CARGA DE HAZEN-WILLIAMS, ASSOCIADA AOS REGIMES HIDRAULICOS PARA TUBOS DE PVC E POLIETILENO DE PEQUENO DIÂMETRO. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e



Ambiental, Campina Grande, v. 2, n. 3, p.247-252, set. 1998. Disponível em:
<<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v2n3/1415-4366-rbeaa-02-03-0247.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2018.

NETTO, José Martiniano de Azevedo; FERNÁNDEZ, Miguel Fernández y. Manual de hidráulica. 9. ed. São Paulo: Edgar Blücher Ltda, 2015. 632 p.

SAO PAULO. Vários Colaboradores. Corpo de Bombeiros (Org.). REGULAMENTO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO DO ESTADO DE SÃO PAULO. 2. ed. São Paulo: Páginas e Letras Editora e Gráfica, 2012. 792 p.]

STELLMAN, Andrew; GREENE, Jennifer. **USE A CABEÇA! C#**. 2. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2013. 738 p.

SHARP, John. **Microsoft Visual C# 2013 Passo a Passo**. Porto Alegre: Bookman, 2014. 800 p.