



# ConBRepro

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



EVENTO  
ON-LINE

02 a 04  
de dezembro 2020

## Avaliação da utilização do programa EPANET para modelagem hidráulica de redes de chuveiros automáticos

Fernanda Balestro

Pesquisadora de Campo I (bolsista) - IPEA

**Resumo:** Um sistema de chuveiros automáticos é uma rede hidráulica complexa projetada para ser acionada em caso de incêndio, quando deverá fornecer ao ambiente uma vazão de água adequada, dimensionada para cada caso conforme o risco da ocupação. No presente trabalho avaliou-se a possibilidade de se modelar o sistema de chuveiros automáticos no EPANET, software de modelagem de redes hidráulicas amplamente utilizado em sistemas de abastecimento de água. O dimensionamento foi feito por cálculo hidráulico para um estudo de caso e, após, inseridos estes dados no EPANET. Ainda, foram feitas análises comparativas para mudanças de diâmetro e da potência da bomba e seus efeitos no atendimento dos parâmetros de projeto. Verificou-se que o programa atende plenamente à modelagem deste tipo de sistema e oferece ampla aplicabilidade ao projetista, permitindo o estudo de diversas configurações do sistema e, dessa forma, uma análise técnico econômica mais detalhada.

**Palavras-chave:** EPANET; chuveiros automáticos; modelagem hidráulica; dimensionamento.

## Evaluation of the use of the EPANET program for hydraulic modeling of automatic shower networks

**Abstract:** A fire sprinkler system is a complex hydraulic network, designed to be activated in case of fire, delivering into the focus of the fire the correct flow of water, which is calculated to each specific situation considering its risk of fire. The aim of this paper was to evaluate the use of EPANET, a network modelling tool used widely in the world, to model a fire sprinkler system. The fire sprinkler system was first calculated using hydraulic calculation for a case study and the results were then used to feed EPANET and compare the results. Additional scenarios (changing the diameter of pipes and the power of the pump) were modelled on EPANET to verify how these changes would affect the compliance with the project parameters. It was found that this software can be used for the modeling of this type of network and provides broad applicability for the project engineer, allowing the study of various system settings and, therefore, a more detailed technical and economic analysis.

**Keywords:** EPANET; fire sprinkler; hydraulic modelling, hydraulic calculation.

## 1. Introdução

Denomina-se “incêndio” o fogo que está fora de controle e que deve ser, em primeira instância, prevenido e, em segunda, combatido. Os métodos de prevenção e combate dependerão da legislação e das normas aplicáveis. No caso do Brasil, não existe uma legislação federal unificada. As leis são estaduais e, por isso, cada governo estabelece uma lei com base em normas locais ou estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) ou mesmo pela Consolidação das Leis de Trabalho (CLT). Desta forma, tem-se diferentes graus de proteção exigidos por lei para as mesmas edificações em diferentes estados, sendo a referência nacional o estado de São Paulo.

No estado do Rio Grande do Sul, a prevenção e o combate a incêndios atingiram novo grau de importância devido à tragédia na boate Kiss, na qual 242 pessoas perderam a vida e outras 116 saíram feridas, muitas com sequelas. O sinistro foi considerado a segunda maior tragédia no Brasil em número de vítimas em um incêndio, sendo superado apenas pela tragédia do Gran Circus Norte-Americano, ocorrida em 1961, em Niterói, que vitimou 503 pessoas e teve características semelhantes às do incêndio ocorrido na Argentina, em 2004, na discoteca República Cromañón. Classificou-se também como a quinta maior tragédia da história do Brasil, a maior do Rio Grande do Sul, a de maior número de mortos nos últimos cinquenta anos no Brasil e o terceiro maior desastre em casas noturnas no mundo.

O incêndio da boate Kiss motivou mudanças na legislação estadual, que adotou a legislação do estado de São Paulo, considerada a mais avançada do país, com algumas pequenas alterações. A nova legislação, a Lei Complementar nº14.376 de 26 de dezembro de 2013, que já passou por alterações desde então, dispõe quais serão as medidas de prevenção e proteção contra incêndios que deverão ser adotadas pelas edificações e áreas de risco no estado. Uma destas medidas de prevenção é o sistema de chuveiros automáticos, uma rede de tubulações onde estão ligados os chuveiros que serão acionados no caso em que seja atingida sua temperatura de acionamento. Os mesmos são dispositivos com elemento termossensível projetados para serem acionados em temperaturas pré-determinadas, lançando automaticamente água sob a forma de aspersão sobre determinada área, com vazão e pressão especificados, para controlar ou extinguir um foco de incêndio.

Esta medida de proteção foi inventada em 1874 nos Estados Unidos, onde já na década de 40 percebeu-se, analisando incêndios de grandes proporções e com grande número de vítimas, que os prédios que estavam ocupados com chuveiros automáticos apresentavam significativamente menor perda de vidas humanas (“Fire Sprinkler Facts”, NFSA). Esta mesma NFSA cita um estudo feito na Nova Zelândia desde o ano 1886 até 1968 que demonstrou que 99,76% de todos os incêndios ocorridos neste período foram extintos ou controlados pelo uso de chuveiros automáticos. O sistema de chuveiros automáticos é o sistema mais eficaz para combate a focos de incêndio. Conforme, Hall, 2013, os chuveiros automáticos são projetados para confinar o fogo. Desta forma, um foco de incêndio que poderia ter se espalhado para além de seu local de origem ficará confinado a este espaço, diminuindo os danos materiais e o tamanho da área afetada pelo fogo.

Hall (2013) cita algumas estatísticas americanas importantes relativas ao uso de sprinklers. Relata que em 96% das vezes em que os sprinklers foram acionados, os mesmos foram efetivos em extinguir o foco de fogo. Outro dado importante citado é que em casas equipadas com sistemas de sprinklers de canalização molhada, a taxa de mortes por 1.000 incêndios reportados em casas foi menor em 82% e os danos foram menores em 68%. Entre suas vantagens, cita-se: o sistema possui acionamento automático, o que diminui as chances de falha humana em sua ativação; são acionados apenas os chuveiros diretamente localizados na área do fogo e são interligados a um sistema de acionamento

de alarmes. As vantagens no uso deste sistema (menor perda de vidas humanas, menos danos à propriedade privada, tempo menor de interrupção das atividades, maior rapidez no combate a focos de fogo, entre outras) justificam a adoção deste sistema.

Uma rede pressurizada bem projetada é essencial quando se fala de um Sistema de Chuveiros Automáticos. O projetista deve levar em consideração uma complexa relação de custo-benefício e atendimento de condicionantes de pressão e vazão (entre outras). A norma brasileira sugere duas formas de dimensionamento para um sistema de chuveiros automáticos: através de tabelas e através de cálculo hidráulico. No entanto, a avaliação de todas estas condicionantes de forma manual pode ser muito difícil, conforme ressaltado por Owusu-Ansah (2011). Nos últimos anos vários softwares foram desenvolvidos tendo como objetivo auxiliar o projetista neste processo de tomada de decisão, visando alcançar os objetivos citados acima. Estes softwares, em geral, fazem uso de modelagem hidráulica.

A modelagem hidráulica de uma rede é uma representação de um sistema real de canalizações de água. Ou seja, representa-se no computador, com uso de um software, o comportamento esperado de uma rede de tubulações real, dada a entrada dos dados de seus componentes e das características operacionais. Os softwares permitem, então, que se altere os dados de entrada (seja o diâmetro de uma tubulação, uma bomba, etc) e compare-se os resultados obtidos com a nova simulação com os resultados obtidos na simulação anterior. O objetivo deste estudo de caso será de avaliar a possibilidade de utilização do programa EPANET como ferramenta de modelagem de sistemas de chuveiros automáticos, a partir da inserção dos dados obtidos pelo dimensionamento hidráulico do sistema no programa e posterior avaliação destes na modelagem hidráulica quanto aos parâmetros de vazão, pressão, velocidade e potência de bomba requerida.

## **2. Modelagem hidráulica de uma rede**

A modelagem hidráulica de uma rede é uma representação de um sistema real de canalizações de água. Ou seja, representa-se no computador, com uso de um software, o comportamento esperado de uma rede de tubulações real, dada a entrada dos dados de seus componentes e das características operacionais. Os softwares permitem, então, que se altere os dados de entrada (seja o diâmetro de uma tubulação, uma bomba, etc) e compare-se os resultados obtidos com a nova simulação com os resultados obtidos na simulação anterior. Os dados de entrada são (a) infraestrutura da rede; (b) demandas de água; (c) características operacionais. Com estes, o software fará a modelagem utilizando-se de equações de energia, continuidade, transporte e otimização para chegar aos resultados. Os resultados são expressos comumente em vazão nas tubulações; pressão na rede; níveis do reservatório; posição das válvulas; status das bombas.

Neste estudo utiliza-se o EPANET, um software de modelagem hidráulica e de qualidade de água que foi desenvolvido pela EPA – *Environmental Protection Agency*, Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos. É o programa de modelagem hidráulica e de qualidade de água mais empregado no mundo, fato em grande parte devido a ser encontrado em versões nos principais idiomas, à sua facilidade de uso e por ser um programa disponibilizado gratuitamente.

## **3. Estudo de caso para aplicação do EPANET à modelagem de chuveiros automáticos**

Neste estudo de caso será utilizada uma planta fictícia, onde hipoteticamente se deseja implantar um sistema de chuveiros automáticos, de forma que seja possível realizar o pré-dimensionamento do sistema de chuveiros automáticos para se fazer a modelagem no EPANET. Considerou-se, para este estudo de caso, que a área onde será implantado o sistema de chuveiros automáticos é uma ampla área coberta, um galpão industrial, quadrado de 30 m x 30 m (900 m<sup>2</sup>). Para o desenvolvimento deste estudo de caso serão aplicadas as seguintes normas e legislações: NBR 10.897:2007 - Sistemas de proteção

contra incêndio por chuveiros automáticos — Requisitos ;NFPA 13:2007 – *Standart for the installation of sprinkler systems* (Padrão para instalação de sistemas de chuveiros automáticos, norma americana)

### **3.1. Parâmetros adotados para o dimensionamento do Sistema de Chuveiros Automáticos**

A norma brasileira refere o uso de dois tipos de dimensionamento: o dimensionamento por tabelas e o dimensionamento por cálculo hidráulico. O dimensionamento por tabelas tem menor gama de aplicações e não é aplicável ao estudo de caso. Porém, conforme ressaltado por Brentano (2011), mesmo quando possível a aplicação do método de dimensionamento por tabelas, o método de cálculo hidráulico é sempre preferível, por diversos motivos: (a) é mais preciso, não se utilizando de “médias” ou valores prontos, sendo calculado exatamente para as condições da instalação; (b) devido à sua precisão, leva a estimativas de custos de projetos mais confiáveis e (c) como é calculado de forma precisa para a ocupação, pode levar ao uso de tubulações de menor diâmetro, potência menor de bomba e volume menor de reservação o que reduzirá efetivamente o orçamento da instalação.

Ressalta-se que para o dimensionamento hidráulico da área de aplicação foi utilizado o método proposto por Brentano (2011) e que, apenas para este fim, foi considerada que a rede é aberta, não fechada. Ademais, adotou-se chuveiros automáticos do tipo “resposta rápida”; canalização do tipo “molhada”; perdas de carga calculadas por Hazen-Williams (coeficiente de 120); pressão mínima calculada para os chuveiros automáticos de 50 kPa, ou 5 mca; e diâmetros nominais mínimos das canalizações de aço galvanizados (ferrosos)  $\geq 25$  mm. O fator K, fornecido pelo fabricante do chuveiro automático e que define a sua vazão em função da pressão, adotado foi de de 36,3 l/min/mca<sup>1/2</sup> para um diâmetro nominal do chuveiro automático de 13,5 mm.

As redes de chuveiros automáticos podem assumir diversos qualquer dos traçados de redes de água disponíveis. Na rede ramificada, ou em “espinha de peixe”, a água circula só em um sentido e as tubulações não estão conectadas entre si. Já na rede malhada, os ramais que alimentam os sub-ramais estão ligados entre si e podem ser alimentados por qualquer um dos lados. Neste tipo de configuração, as perdas de carga são menores e as diferenças de pressão também. Ainda, é possível a utilização de diâmetros menores nas tubulações que formam os anéis de distribuição. Para o dimensionamento por cálculo hidráulico será considerada uma rede aberta, uma vez que se torna difícil dimensionar sem utilização de softwares uma rede fechada e, para o dimensionamento no EPANET, será considerada uma rede fechada. Dentro de um Sistema de Chuveiros Automáticos poderão existir várias redes de distribuição, cada uma controlada por uma válvula de controle automática. A NBR 10.897:2007 dá as áreas máximas que poderão ser protegidas por uma rede de chuveiros automáticos de acordo com a classe de risco. Para a classe de risco do estudo de caso, a área máxima a ser protegida por uma rede é de 4.800 m<sup>2</sup>. O pavimento tem área de 900 m<sup>2</sup>. Desta forma pode-se adotar uma válvula de controle automática.

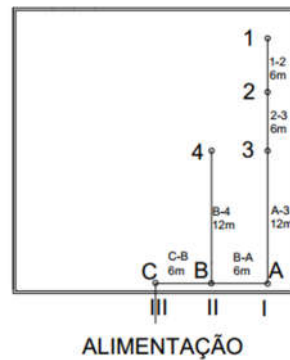
Existem diversos tipos de chuveiros automáticos disponíveis, sendo que cada tipo e para cada fabricante, apresentará uma área de cobertura de proteção diferente. Para este estudo de caso utilizou-se o tipo de chuveiro de Cobertura Estendida, cuja área máxima de proteção, dada pela NFPA 13:2007 é de 37 m<sup>2</sup>. A adoção de ambos os parâmetros, espaçamentos mínimos e máximos, também seguiu o preconizado pela NFPA 13:2007. Para a configuração apresentada e a área de 900 m<sup>2</sup>, o total de chuveiros automáticos requeridos será de 25 chuveiros.

### **3.2. Dimensionamento por cálculo hidráulico**

Conforme Brentano, 2011, o dimensionamento por cálculo hidráulico é feito para uma área setorial, correspondente a uma parte da área total do pavimento na qual se identifique a situação mais desfavorável hidráulicamente para os chuveiros automáticos. Estes chuveiros são os que apresentarão, dentre o todo do sistema, o maior risco de não atendimento dos parâmetros de projeto. Essa área selecionada recebe o nome de área de aplicação ou operação. Considera-se que o dimensionamento feito para os chuveiros que apresentarão as piores condições já irá automaticamente satisfazer os outros chuveiros, os quais estão em condições mais favoráveis de atendimento das pressões e vazões mínimas requeridas.

As retas de densidade/área são preconizadas pela NBR 10.897 e sua utilização é necessária na definição do tamanho da área de aplicação. Cabe ao projetista determinar qual área de aplicação melhor se adequa ao seu projeto dada a reta para a classe de risco específica. A densidade de água adotada foi de 8,1 mm/min ou 8,1 l/min/m<sup>2</sup>. O desenho final da área de aplicação é o apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Configuração da área de aplicação

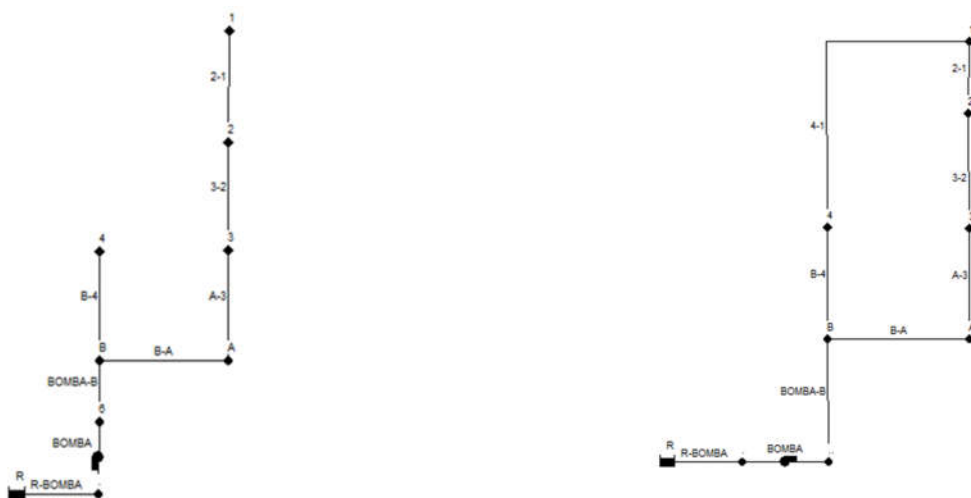


A Tabela 3 apresenta a memória de cálculo para os chuveiros automáticos seguindo o dimensionamento hidráulico.

### 3.3 Modelagem no EPANET

A modelagem em EPANET foi feita para duas situações: a área de aplicação e a área de projeto como um todo. A área de aplicação foi representada no EPANET de duas formas: a primeira foi a representação da situação exata dimensionada hidráulicamente (representação A), com a inserção dos dados obtidos conforme a memória de cálculo do dimensionamento hidráulico e a segunda (representação B) foi a representação desta situação, porém com a rede formando um anel entre o chuveiro 1 e o chuveiro 4 (rede fechada). Assim, é possível comparar os resultados obtidos (pressões, perdas de carga e velocidade) no EPANET com os resultados calculados hidráulicamente e comparar as perdas de carga e pressões resultantes para as duas configurações de redes propostas (rede aberta – configuração A e rede fechada – configuração B).

Figura 2: Configuração do sistema de chuveiros automáticos para a área de aplicação – configuração A. à esquerda e B, à direita)



Além dos dados inseridos para os nós, a Tabela 1 apresenta os dados inseridos para os trechos entre os nós.

Tabela 1 – Dados inseridos para os trechos da área de aplicação

Configuração A			Configuração B		
Trecho	Diâmetro	Comprimento	Trecho	Diâmetro	Comprimento
2-1	40	6	2-1	40	6
3-2	60	6	3-2	60	6
A-3	75	15	4-1	60	18
B-A	75	6	A-3	75	15
GMB-B	100	75,9	B-A	75	6
			GMB-B	100	75,9

#### 4. Resultados e discussão

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos para a modelagem da configuração A em comparação aos resultados calculados por dimensionamento hidráulico. Observa-se que os valores encontrados pela modelagem são muito próximos dos valores calculados por dimensionamento hidráulico e ressalta-se que diferenças são esperadas dado o fato de que o EPANET consegue levar em consideração maior gama de variáveis.

Tabela 2 – Comparativo entre resultados obtidos por modelagem hidráulica e dimensionamento hidráulico

Chuveiro	Trecho	Vazão		Pressão		Perda de carga		Velocidade	
		Calc.(*) l/s	Mod.(**) l/s	Calc. mca	Mod. mca	Calc. mca	Mod. mca	Calc. m/s	Mod. m/s
1	2-1	4,86	8,85	64,53	45,65	3,07	1,53	3,87	7,04
2		4,97	9,34	67,60	54,82				
3	3-2	5,03	9,59	69,17	59,65	1,57	0,81	3,72	6,43
A	A-3	14,87	14,87	72,02	63,22	2,84	0,60	3,36	6,29
B	B-A	14,98	14,98	73,15	71,12	1,14	1,32	3,36	9,65
	GMB-B					12,87	0,76	3,80	8,6

(\*) Calc. : valor calculado    (\*\*) Mod: valor obtido na modelagem com o EPANET.

Tabela 3 – Memória de cálculo do dimensionamento do sistema de chuveiros automáticos

Chuveiro automático	Trecho	Pressão no chuveiro	Vazão				Velocidade	Diâmetro		Comprimento		Perda de carga no trecho	Desnível no trecho	Pressão no chuveiro automático		Fator k
			Chuveiro automático		No trecho			Calculado	Adotado	Real	Equivalente			mca	kPa (*)	
		mca	l/min	m³/s	l/min	m³/s	m/s	mm	mm	m	m	mca	mca	mca	kPa	(*)
1		64,53	291,6	0,00486	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64,53	645	36,3
	2-1	64,53	-	-	291,6	0,00486	3,86747	0,041	40	6	-	3,07	-	67,60	676	
2		67,60	298,5	0,04974	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36,3
	3-2	-	-	-	590,1	0,00983	3,72047	0,058	60	6	-	1,57	-	69,17	692	
3		69,17	301,9	0,05032	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36,3
	A-3	-	-	-	892	0,01487	3,36498	0,071	75	15	-	2,84	-	72,02	720	
A		72,02	892	0,01487	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	105,1
	B-A	-	-	-	892	0,01487	3,36498	0,071	75	6	-	1,14	-	73,15	732	
B		73,15	899	0,01487	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	105,1
	GMB-B	-	-	-	1791	0,02985	3,8005	0,101	100	16	75,9	12,87	8	86,03	-	-
GMB		-	1791	0,02985	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

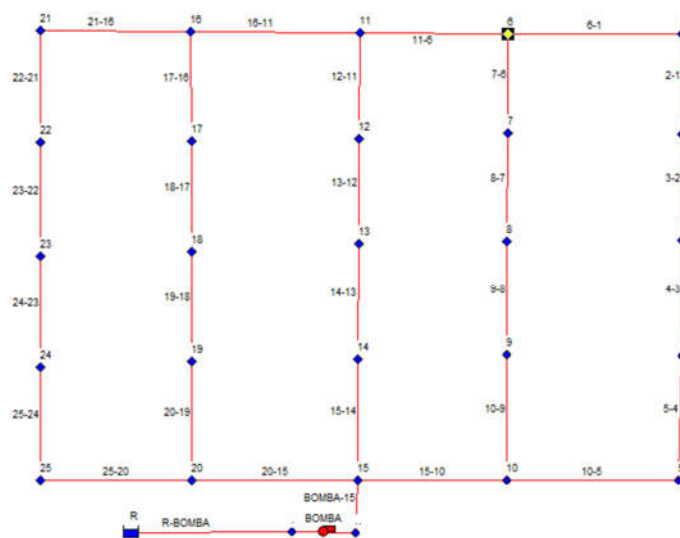
Já a **Erro! Autoreferência de indicador não válida.** expõe os resultados obtidos para as configurações de rede A e B, apresentadas anteriormente. A configuração B difere da A por formar um anel hidráulico entre os nós 1 e 4. Este tipo de configuração é a mais recomendada hidráulicamente por permitir alimentação de água por ambos os lados, acarretando em menores perdas de carga. Este fato pode ser observado nitidamente na tabela abaixo, que apresenta valores de perda de carga muito menores em comparação à configuração inicial (A). Ainda, esta configuração permitiu o alcance de pressões maiores para cada chuveiro

Tabela 4 - Comparativo entre resultados obtidos por modelagem hidráulica para as configurações A e B

Chuveiro /Nó de	Trecho	Vazão Conf.		Pressão Conf.		Perda de carga Conf.		Velocidade Conf.	
		l/s	l/s	mca	mca	mca	mca	m/s	m/s
1	2-1	8,85	4,86	45,65	60,91	1,52	0,85	7,04	0,43
2	3-2	9,34	4,97	54,82	60,96	0,81	0,27	6,43	3,58
3	A-3	9,59	5,03	59,65	62,59	0,60	0,53	6,29	4,48
A	B-A	14,87	14,87	63,22	64,5	1,32	0,90	9,65	7,85
B	BOMBA-B 4-1	14,98	14,98	71,12	69,79	0,76	0,78	8,6	8,7
							2,16	-	3,16

A próxima análise foi feita modelando-se toda a área de projeto no EPANET e observando-se o comportamento das variáveis nesta situação. Foram considerados como operantes apenas os chuveiros da área de aplicação. Isto vem de encontro à realidade, dado que apenas uma pequena quantidade de chuveiros automáticos entrará em operação simultaneamente. A seguir é apresentada a configuração da área no EPANET, conforme a Figura 3. Os trechos, em vermelho, apresentam sua numeração ao seu lado e os nós, azuis, apresentam sua numeração junto dos mesmos.

Figura 3 – Representação da área de projeto no EPANET



A Tabela 5 apresenta os resultados de pressão obtidos para os chuveiros automáticos para a modelagem da configuração apresentada na Figura 3 e a Tabela 6 apresenta os



resultados de velocidade e perda de carga para os trechos. A configuração modelada levou em consideração o dimensionamento hidráulico realizado e apresentado anteriormente.

Tabela 5 – Resultados da modelagem hidráulica para os nós (chuveiros automáticos)

Nó	Pressão mca	Nó	Pressão mca	Nó	Pressão mca
1	27,62	10	49,82	19	40,36
2	28,11	11	27,89	20	49,94
3	29,51	12	35,93	21	27,61
4	48,04	13	38	22	25,67
5	49,47	14	41,32	23	25,64
6	27,8	15	42,98	24	41,67
7	30,68	16	27,87	25	41,83
8	31,67	17	35,27		
9	48,61	18	37,21		

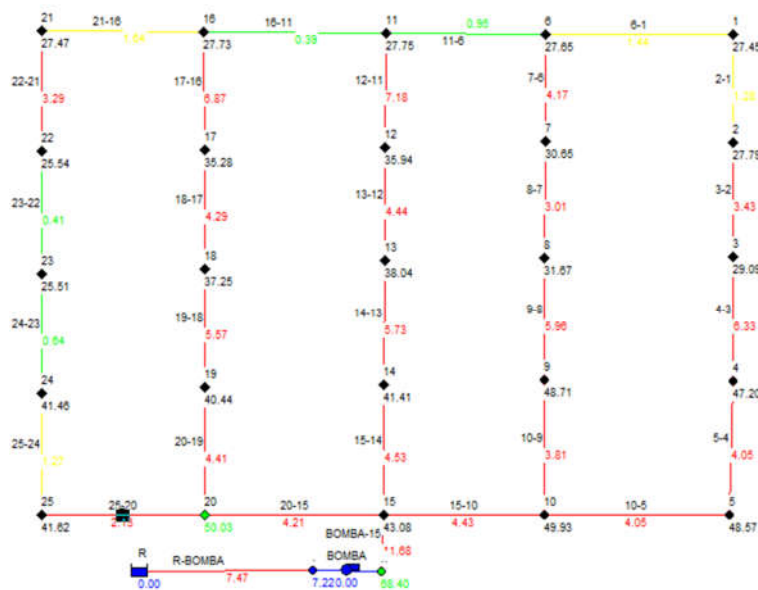
Tabela 6 - Resultados da modelagem hidráulica para os trechos

Trecho	Comprimento m	Diâmetro mm	Velocidade m/s	Perda de carga mca
7-6	6	40	4,08	0,48
8-7	6	60	2,97	0,17
2-1	6	40	1,57	0,08
3-2	6	60	3,56	0,23
10-5	6	100	2,33	0,06
BOMBA-15	15	100	11,69	1,16
R-BOMBA	2	125	7,48	0,39
6-1	6	75	1,36	0,03
4-3	15	60	6,47	0,70
9-8	15	60	5,92	0,60
10-9	6	75	3,79	0,20
5-4	6	75	4,14	0,24
11-6	6	75	0,9	0,01
12-11	6	40	7,1	1,34
15-14	6	75	4,5	0,28
14-13	6	60	5,69	0,55
13-12	6	60	4,41	0,34
15-10	6	100	4,46	0,19
20-15	6	100	4,2	0,17
20-19	6	75	4,39	0,26
19-18	6	60	5,53	0,53
18-17	6	60	4,26	0,32
17-16	6	40	6,79	1,23

Trecho	Comprimento m	Diâmetro mm	Velocidade m/s	Perda de carga mca
16-11	6	75	0,41	0,00
21-16	6	75	1,64	0,04
22-21	6	40	3,3	0,32
23-22	6	60	0,41	0,00
24-23	1000	60	0,65	0,02
25-24	6	75	1,28	0,03
25-20	6	100	1,2	0,02

Observa-se, pelos resultados obtidos, que as pressões alcançadas estão dentro do preconizado pela norma (mínimo de 5 mca) e superando-a, inclusive. Demonstrou-se, com o EPANET, que dimensionamento realizado por cálculo hidráulico está adequado e atende a rede proposta. A forma de apresentação dos resultados no EPANET está exemplificada pela Figura 4. Os campos apresentados nesta figura são de pressão, em mca, para os nós e velocidade, em m/s, para os trechos.

Figura 4 – Apresentação de resultados no EPANET



Como resultados são atualizados rapidamente a cada mudança das variáveis de entrada, foram feitas algumas mudanças e análises comparativas. A primeira mudança realizada foi a verificação do atendimento das pressões quando da mudança de alguns diâmetros do sistema. O uso de tubulações de menor DN significa redução de custos no projeto e é desejável. Como o dimensionamento hidráulico é realizado para redes abertas e o EPANET permite a modelagem de redes fechadas com facilidade, buscou-se avaliar a possibilidade de redução do diâmetro de alguns trechos dada a alimentação de água por ambos os sentidos do nó em rede fechada. Na nova configuração quatro trechos tiveram seus diâmetros reduzidos de 75 para 40 mm; cinco trechos de 60 para 50 mm; cinco trechos de 75 para 60 mm e quatro trechos de 100 para 75 mm. O atendimento das pressões nos nós

continuou a ser satisfatório para esta nova configuração, que possui uma redução de custo em função da utilização de diâmetros menores.

A segunda avaliação que foi realizada foi a redução da potência da bomba para 25 HP. Observa-se que a bomba de menor potência atende às pressões mínimas nos nós, o que pode representar uma redução de custos sem, no entanto, comprometimento do ponto de vista técnico. Através destas duas análises apresentadas pôde-se observar que o EPANET é uma ferramenta que permite ao projetista testar uma infinidade de combinações possíveis para as redes, desde modificações de traçado (quando possível), outras combinações de diâmetro e diversas potências de bombas.

## **Conclusão**

Um Sistema de Chuveiros Automáticos é um sistema hidráulico complexo, composto de uma série de elementos, tais como, reservatório, canalizações, bombas, redes e chuveiros automáticos. Ele deve ser projetado de forma a funcionar adequadamente em caso de acionamento, entregando a vazão e pressão da água adequados, definidos por norma. O projetista deve considerar a relação de custo-benefício do sistema bem como o atendimento destas condicionantes hidráulicas em seu projeto.

Os cálculos das redes dos sistemas de chuveiros automáticos podem ser feitos de duas formas: cálculos hidráulicos e por tabela. O método não é automatizado e tem em sua base a questão de “erro e acerto”. Neste estudo de caso foi proposto fazer um pré-dimensionamento de uma rede de chuveiros automáticos por cálculo hidráulico e seu posterior dimensionamento no programa de modelagem hidráulica EPANET. Com isto, objetivava-se verificar se o EPANET é uma ferramenta possível de ser utilizada pelo projetista de forma a auxiliar no projeto destas redes, o que ficou confirmado através da comparação dos resultados obtidos por ambos os métodos. Verificou-se a diferença que a configuração da rede aberta ou fechada acarreta nos parâmetros de perdas de carga nos trechos e pressões nos chuveiros automáticos. Esta verificação é facilmente feita com a utilização do EPANET.

O dimensionamento por cálculo hidráulico é feito para uma área chamada de área de aplicação. Como segundo objetivo deste trabalho foi modelado toda a área de projeto, não apenas a área de aplicação, e avaliado como a mudança de parâmetros dimensionados via cálculo hidráulico interfeririam no atendimento dos parâmetros e condicionantes do sistema, principalmente as pressões nos chuveiros automáticos. As comparações foram feitas para duas situações: mudança de diâmetros em alguns trechos e mudança da potência da bomba. Em ambos os casos verificou-se que seria possível optar-se por uma solução de menor custo sem prejuízo ao atendimento dos pré-requisitos técnicos.

O EPANET é usualmente empregado para modelagem de redes de abastecimento de água. No presente estudo de caso, o dimensionamento foi feito para uma rede simples, uma vez que o objetivo era testar esta ferramenta para este tipo de modelagem hidráulica. A saber, a diferença crucial entre estas duas redes é os nós do sistema, que não estão dispendo vazão para fora do mesmo no caso de redes de abastecimento, e, no caso de redes de chuveiros automáticos sim. Os dados inseridos foram o diâmetro das tubulações, potência da bomba, cotas dos elementos do sistema, comprimentos dos trechos de rede e vazões para os chuveiros considerados operantes. O reservatório foi considerado de nível constante. Observou-se que o programa permite, sim, modelar o sistema projetado e avaliar o funcionamento do mesmo. Como ponto fraco, cita-se o fato de o estudo ter sido feito para um caso simples, sem dispor de um projeto real, com dados mais acurados. Um sistema mais complexo permitiria explorar melhor as potencialidades do programa, testando mais possibilidades, com bombas de diversos fabricantes, configurações de rede e etc.

Observou-se que o programa é uma boa ferramenta para o projetista. As aplicações incluem: experimentar diferentes configurações de rede de forma a analisar qual a melhor no quesito de atendimento aos parâmetros e que utilize os menores diâmetros e comprimentos de rede, tornando o projeto mais economicamente viável; testar diferentes bombas no sistema, com o mesmo intuito de verificar seu atendimento e o custo benefício; verificar o atendimento de todos os parâmetros do sistema, tendo mais confiabilidade em seu pleno funcionamento, entre outros. O programa tem diversas funcionalidades, cabendo ao projetista verificar qual mais irá se adequar à sua necessidade.

Ressalta-se, no entanto, que o EPANET é uma ferramenta de modelagem e não de otimização ou dimensionamento. O EPANET faz uso de dados que são inseridos pelo projetista. A análise crítica dos cenários deverá ser feita pelo mesmo. O programa não indica qual o melhor diâmetro de tubulação ou qual o traçado mais econômico da rede. Também não é possível inserir um banco de dados dos fabricantes para fazer correlação direta entre preços e características disponíveis. Como ponto positivo deste software, no entanto, ressalta-se o fato de ser gratuito e apresentar versão disponível em português.

Conclui-se que é possível utilizar o EPANET para modelagem de sistemas de chuveiros automáticos e que a utilização do mesmo auxilia o projetista a efetuar escolhas referentes ao projeto, bem como avaliar o atendimento de parâmetros (pressão, velocidade, vazão, ...) na rede.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). 2007. NBR 10.8974: Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos — Requisitos. São Paulo.

BRAATZ PREVENÇÃO. **Emprego de chuveiros automáticos - Um breve comparativo entre a LC nº 14.376/2013 e a legislação anterior.** Disponível em: <<http://braatzprevencao.blogspot.com.br/2014/05/emprego-de-chuveiros-automaticos-um.html>>. Acesso em: 21 set. 2014.

BRENTANO, TELMO. **Instalações hidráulicas de combate a incêndio nas edificações.** Porto Alegre: Edição do autor. 4ª edição, 2011.

ISB – Instituto Sprinkler Brasil. **Estatísticas 2013 – anual.** Disponível em: <http://www.sprinklerbrasil.org.br/estatisticas/estatisticas-2013/>. Acesso em: 21 set. 2014.

HALL, John Jr. **US experience with sprinklers.** NATIONAL FIRE PROTECTION AGENCY (NFPA): junho, 2013. Disponível em: <http://www.nfpa.org/research/reports-and-statistics/fire-safety-equipment/us-experience-with-sprinklers>. Acesso em: 01 fev 2015.

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E HIDRÁULICA EM SANEAMENTO (LEHNS). **Manual do usuário – EPANET 2.0 Brasil.** UFPB, Paraíba, 2009.

NATIONAL FIRE PROTECTION AGENCY (NFPA). 2007. NFPA 13: **Standart for the installation of sprinkler systems.** Estados Unidos.

NATIONAL FIRE SPRINKLER ASSOCIATION (NFSA). **FYI – Fire Sprinkler Facts.** Disponível em: < [http://www.nfsa.tv/info\\_items/FAQ\\_Fire\\_Sprinkler.pdf](http://www.nfsa.tv/info_items/FAQ_Fire_Sprinkler.pdf)>. Acesso em: 01 mar. 2015.

OWUSU-ANSAH, F. Hydraulic Modelling of Pressurized Irrigation Networks for Optimization in Design. Università degli studi di Firenze, Florença, Itália, 2011.

PEREIRA, A.G; ARAUJO, C.F. **Sistema de chuveiros automáticos.** Revista científica aprende: 4ª edição, 05/2011. Disponível em: <<http://revista.fundacaoaprender.org.br/index.php?id=141>>. Acesso em: 01 mar 2015.

ROTER, Jonas. **Chuveiros automáticos (sprinklers)**. ABNT: notícias e artigos técnicos. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/certificacao/nat/artigos-tecnicos/1470-artigo-sobre-chuveiros-automaticos-sprinklers>. Acesso em: 01 mar. 2015.