

XV SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

MODELAGEM HIDRÁULICA EM UMA REDE DE ABASTECIMENTO ÁGUA PARA FINS DE IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS SUSCEPTÍVEIS À VAZAMENTOS

Jadilson Alves da Silva Júnior^{1,2}; Dayane Barbosa Vieira da Silva^{1,3}; Deysianne Barbosa Vieira da Silva^{1,4}; Fernando Antônio de Barros Nascimento^{1,5}; Mahelvson Bazilio Chaves^{1,6}

¹Instituto Federal de Alagoas, Campus Palmeira dos Índios

²Estudante de graduação em Engenharia Civil, e-mail: jadilsonjr95@gmail.com

³Estudante de graduação em Engenharia Civil, e-mail: dayvsbarbosa14@gmail.com

⁴Estudante de graduação em Engenharia Civil, e-mail: deysiane.vieira1@gmail.com

⁵Professor do curso de graduação em Engenharia Civil, e-mail: fernando.nascimento@ifal.edu.br

⁶Professor do curso de graduação em Engenharia Civil, e-mail: m.chaves@ifal.edu.br

RESUMO

Devido às constantes crises por falta d'água decorrentes do período de estiagem prolongada, houve um aumento na preocupação das companhias de saneamento com os sistemas de abastecimento e com as perdas de água desses sistemas. Como é sabido, uma das causas frequentes de vazamentos são pressões elevadas na rede, fazendo-se necessário o seu mapeamento. Porém, em algumas companhias de saneamento, especialmente as de pequeno porte, o conhecimento das pressões é empírico e não é utilizado efetivamente para o controle da rede por VRP, por exemplo. Logo, a pesquisa tem o objetivo de simular um setor abastecimento da Companhia de Abastecimento e Saneamento de Alagoas (CASAL) no município de Arapiraca, por meio software EPANET. Com seu uso, foi possível identificar e mapear as zonas de pressão do setor em análise mais propícias a ter vazamentos. Percebeu-se em todos os cenários simulados que o sistema opera com pressões acima do aceitável expresso pela NBR 12218:94, podendo ser esta uma causa possível das perdas na rede.

ABSTRACT

Due to the frequent collapse of water supply systems as result of severe droughts, there was an increase in the concern of the sanitation companies with the supply systems and the water losses of these systems. The relation between leaks and high pressure is widely known witch creates the necessity to map such pressures, but some sanitation companies remains doing it empirically. The goal of this paper is to simulate the supply network of the Water Supply and Sanitation Company of Alagoas (CASAL) in the municipality called Arapiraca, using EPANET model and making possible to identify high pressure zones in a sector. We found in simulated scenarios that the system operates with extreme high pressures, neglecting the rules of NBR 12218: 94.

Palavras-Chave – vazamentos, pressões, mapeamento.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil, por sua dimensão e localização, possui posição privilegiada quanto à disponibilidade de recursos hídricos, pois dispõe cerca de 13% de toda a água doce do planeta. No entanto, apesar da abundância desses recursos, o acesso não chega na mesma qualidade e quantidade para todos. Dessa forma uma das principais preocupações das companhias de saneamento está no combate às perdas de água (reais e aparentes), mais precisamente às perdas reais, causadas por vazamentos nas tubulações da rede de distribuição, não consumida pela população, e que frequentemente são potencializadas por altas pressões nas redes, podendo ocorrer desde a captação da água bruta até os hidrômetros (ABES, 2013). Coelho et al. (2005) destacam que as perdas aparentes equivalem ao volume de água perdido e que já foi consumido pela população, ocasionada por falhas na medição, insensibilidade de hidrômetros e fraudes.

Segundo a Norma Técnica Brasileira NBR 12.218 (ABNT, 1994), revista em 2017, referente a projetos de rede de distribuição de água para abastecimento público, a pressão estática máxima em qualquer ponto da rede deve ser de 500 kPa e a pressão dinâmica mínima de 100 kPa. Sabendo que o consumo de água ao longo dos dias do mês e das horas do dia é variável, a pressão por consequência também é, e por sua vez os volumes de vazamentos.

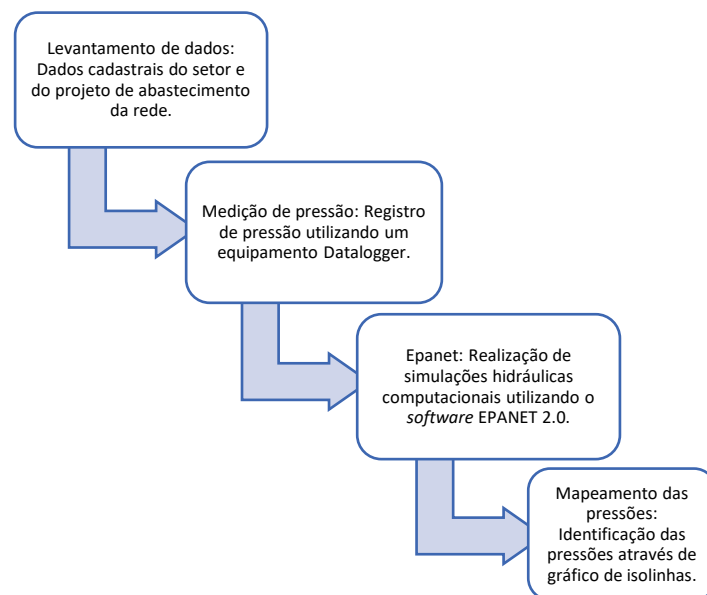
A excessiva pressão na rede, além de causar prejuízos à companhia, também pode culminar em contaminação da água comercializada, visto que a rede foi inserida de forma subterrânea, em um local onde existem fossas e sumidouros. Do mesmo modo, o funcionamento de redes em zonas de baixa pressão pode gerar insuficiência de abastecimento ou baixas vazões em zonas altas ou afastadas dos reservatórios (CARMO, 2009). Portanto, a investigação da pressão de uma rede de água é fundamental para identificar zonas susceptíveis à vazamentos.

O controle de pressões procura adequá-las dentro dos padrões mínimos de serviço para os consumidores. Este propósito é alcançado pelo controle de bombeamento direto da rede (boosters) ou

pela introdução de válvulas redutoras de pressão (VRP), que possibilita redução do volume perdido por vazamentos, redução da frequência de arrebentamento das tubulações e conseqüentemente a redução das interrupções de fornecimento e os perigos causados ao público utente. Desse modo, os valores de pressão na rede podem ser comparados com os valores permitidos em norma e, então, definir uma melhor estratégia de adequação de rede (AVILA, 2007, pag. 28)

Neste contexto, este trabalho se propôs a avaliar a susceptibilidade de um setor de abastecimento à vazamentos, bem como avaliar seu funcionamento em relação à norma que versa sobre sistemas de abastecimento. A hipótese inicial, baseada em relatos de moradores e profissionais de campo é de que elevadas pressões estáticas podem estar contribuindo para a recorrência dos vazamentos, o que tem trazido transtornos à população. O local estudado é um setor operado pela Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL), no município de Arapiraca.

2. MATERIAIS E MÉTODOS



2.1. DELIMITAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

Por apresentar um alto índice de vazamentos em sua rede de distribuição, de acordo com os dados fornecidos pela CASAL, escolheu-se o Residencial Brisa do Lago (setor 20 de abastecimento), localizado no município de Arapiraca – Alagoas (figura 1), o qual compõe o Sistema Adutor do Agreste (SAA) e abrange 2.000 lotes e cerca de 7.220 pessoas.

Para executar a simulação, é necessário o cálculo dos consumos-base de cada nó da rede. Então, utilizando a população de 7220 pessoas do residencial, foi feito um levantamento da extensão da rede,

com o auxílio dos projetos de rede do residencial disponibilizados pela CASAL, totalizando em 11.979 metros, em diâmetros de 60, 100 e 200 milímetros, conforme a Tabela 1:

Tabela 1 – Cadastro de rede

Diâmetro (mm)	Comprimento (m)	Material
200mm	1300m	PVC
100mm	1150m	PVC
60mm	9529m	PVC

Com isso, o cálculo da vazão de projeto para uma rede de abastecimento pode ser feito através da Equação 1 abaixo (GOMES, 2009).

$$Q = \frac{(P \times q \times K_1 \times K_2)}{3600 \times h} \quad (1)$$

A população (P) foi definida em 7.220 habitantes, o consumo per capita (q) será de 0,2 m³/hab, segundo recomendação da literatura para a cidade do porte de Arapiraca, os coeficientes K1 e K2 são respectivamente 1,2 e 1,5, segundo de Gomes (2009) e as horas (h) de fornecimento de água são 24h.

O trabalho consiste na análise e estudo das pressões reinantes, que culminam em perdas reais. Não foram consideradas eventuais medidas de combate às perdas aparentes. Então, para realização desta simulação, a setorização da rede e a independência de outras redes são necessárias para que a precisão seja identificada. Na figura 1 podem ser observados os pontos de coleta de pressão no local, que foram escolhidos de forma que ficassem à jusante e a montante da rede, com cotas diferenciadas e facilidade operacional de instalação.



Figura 1 – Residencial Brisa do Lago – Arapiraca, Alagoas.

Fonte: Google Earth – Adaptado pelo autor.

2.2. LEVANTAMENTO DE DADOS UTILIZADOS

Foram levantados dados cadastrais do setor através da plataforma Sistema Integrado de Gestão de Serviços de Saneamento (GSAN), e dados do projeto de abastecimento de rede disponibilizado pela concessionária responsável, como comprimento, diâmetro e material da rede. Foram realizadas medições em campo no setor escolhido para obtenção dos dados de pressão utilizando um equipamento *Datalogger*, marca Lamon, que faz registros de pressão com sensores embutidos conforme necessidades programáveis pelo operador.



Figura 2 – Datalogger – Modelo Lamon

Fonte: Adaptado pelo autor

2.3. SOFTWARES UTILIZADOS

No presente trabalho foram realizadas simulações hidráulicas computacionais utilizando o *software* EPANET 2.0. Segundo Rossman (2000), o EPANET é um sistema operacional que permite realizar simulações estáticas e dinâmicas do comportamento hidráulico e de qualidade da água em redes de distribuição pressurizada. Uma rede é constituída por tubulações, bombas, válvulas, reservatórios de nível fixo e/ou reservatórios de nível variável. Dessa forma, o EPANET permite obter os valores da vazão em cada tubulação, da pressão em cada nó, da altura de água em cada reservatório de nível variável e da concentração de espécies químicas através da rede durante o período de simulação, subdividido em múltiplos intervalos de cálculo. Além disso, o modelo faz simulações do cálculo da idade da água e o rastreamento da origem de água em qualquer ponto da rede.

O EPANET foi idealizado para ser uma ferramenta de apoio à análise de sistemas de distribuição, melhorando o conhecimento sobre o transporte e o destino dos constituintes da água para consumo humano. Sendo assim, ele pode ser utilizado em diversas situações onde seja necessário executar simulações de sistemas pressurizados de distribuição. Além disso o programa pode ser aplicado para o estabelecimento de cenários de projeto (p.ex., expansão de uma rede existente), a calibração de modelos hidráulicos, a análise do decaimento do cloro residual e a avaliação dos consumos (ROSSMAN, 2000). Para realização da simulação em estudo, foi utilizado um reservatório com o nível de água em 290m, para que os resultados fossem condizentes com a pressão no nó P1 (ponto 01 de coleta). No segundo nó (ponto 02), foi usado para aferir os resultados da simulação executada.

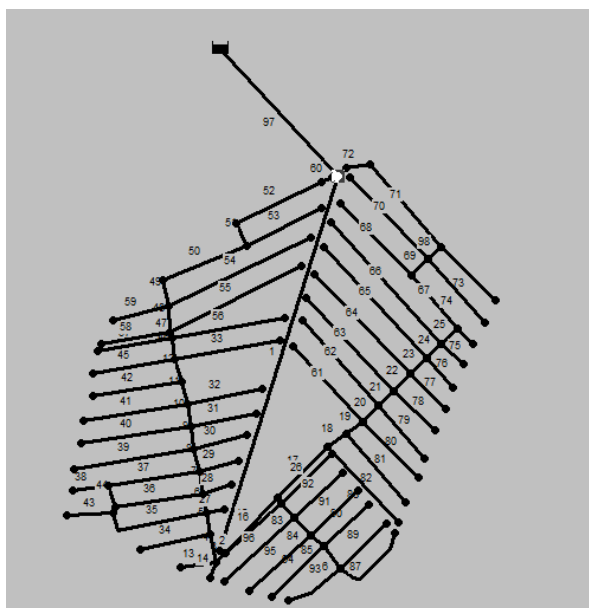


Figura 3 – Modelagem Residencial Brisa do Lago – Arapiraca, Alagoas

Fonte: EPANET 2.0 – Adaptado pelo autor

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas duas medições in loco com o dispositivo datalogger, em duas localizações (P1 e P2) com o objetivo de conseguir mais variáveis para realização da simulação, conforme a figura 1.

As pressões medidas são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Aferições 01 e 02

Data / Hora	Press (01) [mca]	Data / Hora	Press (02) [mca]
04/02/20 12:30:00	0,01	27/05/20 12:30:00	41,28
04/02/20 13:30:00	0,02	27/05/20 13:30:00	43,8
04/02/20 14:30:00	48,06	27/05/20 14:30:00	46,64
04/02/20 15:30:00	53,07	27/05/20 15:30:00	46,65
04/02/20 16:30:00	66,09	27/05/20 16:30:00	45,35
04/02/20 17:30:00	59,09	26/05/20 17:30:00	44,54
04/02/20 18:30:00	45,48	26/05/20 18:30:00	45,3
04/02/20 19:30:00	12,35	26/05/20 19:30:00	47,17

04/02/20 20:30:00	10,85	26/05/20 20:30:00	49,87
04/02/20 21:30:00	11,21	26/05/20 21:30:00	50,03
04/02/20 22:30:00	73,26	26/05/20 22:30:00	53,15
04/02/20 23:30:00	72,01	26/05/20 23:30:00	53,6
05/02/20 00:30:00	70,22	27/05/20 00:30:00	55,04
05/02/20 01:30:00	73,05	27/05/20 01:30:00	55,78
05/02/20 02:30:00	73,46	27/05/20 02:30:00	55,36
05/02/20 03:30:00	78,33	27/05/20 03:30:00	55,45
05/02/20 04:30:00	70,25	27/05/20 04:30:00	55,41
05/02/20 05:30:00	65,59	27/05/20 05:30:00	54,02

Como artifício para a execução da simulação, devido à ausência de macromedidor no local, foi utilizado um reservatório, procurando chegar aos valores de pressão medidos in loco. Então, para realização da simulação, foram utilizados os coeficientes K1, K2 e K3, além do coeficiente K; para realização de projetos de sistemas de abastecimento de água, são importantes esses coeficientes, sendo o K1 coeficiente de máxima vazão diária, que relaciona a maior vazão diária verificada no ano e a vazão média diária anual, com valor de 1,2, o K2 é o coeficiente de máxima vazão horária, que relaciona a maior vazão observada num dia e a vazão média horária do mesmo dia, com valor de 1,5, o K3 (Kmin) é o coeficiente de mínima vazão horária, que é resultado da relação entre a vazão mínima e a vazão média anual, com valor de 0,5 e o Kmax, coeficiente que é resultado da multiplicação de K1 e K2, resultando em 1,8. Então, feita a simulação, o comportamento da rede é apresentado na Figura 4, apresentada a seguir:

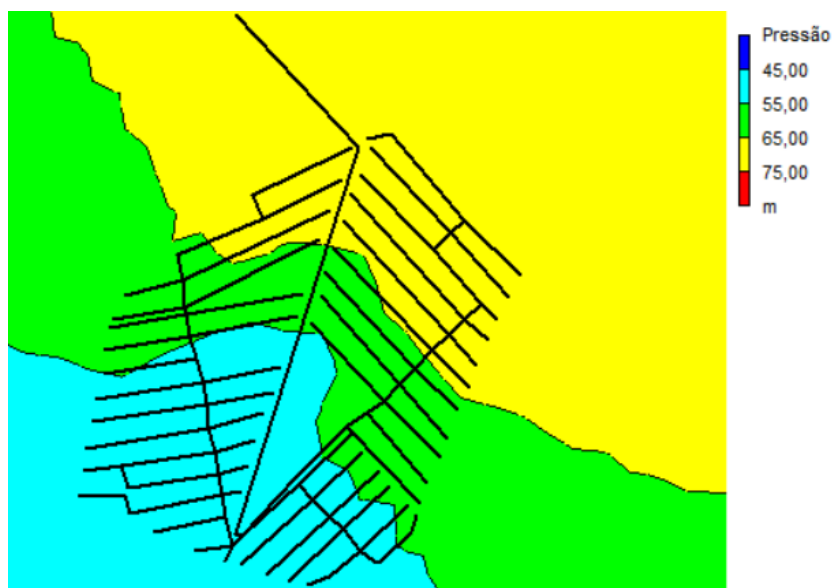


Figura 4 – Gráfico de Isolinhas para Pressões para as simulações

Fonte: EPANET 2.0 – Adaptado pelo autor

O valor medido foi de 48,74mca, e para todas as simulações, independente do valor de K, a pressão resultante no ponto foi de 47,94mca.

Conforme a NBR 12218:1994 – Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público, para a situação analisada, de forma estática – sem fluxo – as pressões máximas e mínimas são de 50 m.c.a. e 10 m.c.a., respectivamente. Então, como pode ser observado na Figura 4, para este par ordenado de vazão e altura manométrica, a parte norte do setor apresenta valores acima do permitido, o que pode ser uma das causas dos relatos de vazamentos.

A Figura 4 também mostrou a realidade do residencial, com altas pressões nas localizações com cotas mais baixas, resultando em grandes quantidades de vazamentos no local, segundo declarações de encanadores que executam serviços na área. Um pequeno trecho apresentou pressão maior do que a máxima de 50 m.c.a corroborando com o desnível geométrico dos pontos, assim como uma parte da tubulação apresenta pressões aceitáveis, também devido à cota geométrica. Devido à falta de uma VRP no local, ou de medidas que possam aliviar as pressões nas ligações e nos nós.

4. CONCLUSÃO

Com isso, segundo a metodologia de controle de pressão, o índice de perdas se tornaria eficaz, pois foram encontradas pressões muito elevadas, estando toda a rede praticamente sobre pressões altas. A recomendação é a implantação de um reservatório ou de VRP, para ajuste de pressões, adequando as pressões atuais às recomendações de norma, reduzindo assim a quantidade de perda de água no setor estudado.

Como próximos passos, para quantificação dos vazamentos, serão realizadas medições de vazão, por pitometria. Isso permitirá obter a curva de consumo, bem como calcular perdas reais e identificar locais prováveis da ocorrência destes.

REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Norma Técnicas. **Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público – NBR 12218**. Rio de Janeiro. 29/08/1994. 4p.
- AVILA, Edneia de Cássia Gava. **Estudo da variação de pressões de serviço em pontos da rede de abastecimento de água da cidade de Itatiba**, 2007.
- COELHO, Sérgio Teixeira; ALEGRE, Helena; ALMEIDA, Maria do Céu; VIEIRA, Paula. **Controle de perdas de água em sistemas públicos de adução e distribuição**. 2005.
- CARMO, Félix Júnior Justino do. **Vazamentos na rede de distribuição de água: impactos no faturamento e no consumo de energia elétrica do 3º setor de abastecimento de água da região metropolitana de Belém**. 2009. p. 33-52. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.
- GOMES, H. P. **Sistemas de abastecimento de água: dimensionamento econômico e operação de redes de elevatórias**. 3. ed. João Pessoa: Editora Universitária UFPB, 2009.
- ROSSMAN, Lewis A. et al. EPANET 2: users manual. 2000.
- TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. 3 ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. 643p.