

## USO DO EPANET EM SISTEMA PREDIAL DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: ANÁLISE DO CAMPUS VIII DA UEPB

<sup>1</sup>Bruno Menezes da Cunha Gomes; <sup>2</sup>Yuri Tomaz Neves. <sup>3</sup>Cinthia Maria de Abreu Claudino;  
<sup>4</sup>Thiago da Sá Sena; <sup>5</sup>Laércio Leal dos Santos.

<sup>1</sup>Universidade Estadual da Paraíba; brunomenezes03@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Estadual da Paraíba; yuutomaz@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Estadual da Paraíba; cinthiamariaac@gmail.com

<sup>4</sup>Universidade Estadual da Paraíba; tg.777@hotmail.com

<sup>5</sup>Universidade Estadual da Paraíba; laercioeng@yahoo.com.br

**RESUMO:** Em alguns municípios a rede de abastecimento é falha e não supre as necessidades hídricas de sua população, não obstante de Araruna-PB, em que boa parte da população busca por meios alternativos para solucionar tais problemas com a escassez de tal recurso. Assim, esse artigo tem como objetivo utilizar o EPANET em um sistema predial de abastecimento de água. A edificação escolhida para análise ou o bloco de Engenharia Civil/Física do Campus VIII da Universidade Estadual da Paraíba. Com isso o programa foi simulado para os banheiros de um piso da edificação, onde por fim, foi aferido a velocidade dentro dos condutos, no qual nenhuma foi superior a 1,5 m/s. Ademais o programa se demonstrou de grande versatilidade onde considerou as perdas de cargas localizadas.

**Palavras-Chave:** Água, EPANET, Simulação.

### INTRODUÇÃO

Frequentemente a rede pública de abastecimento de água não possui pressão suficiente para suprir as necessidades de edificações que possuem alturas elevadas. Com isso, algumas soluções são utilizadas por engenheiros na hora do dimensionamento e elaboração de projetos hidráulicos, como a construção de dois reservatórios de água, um inferior e outro superior. Os reservatórios são interconectados por meio de um conjunto de motor/bomba na qual garantem que a edificação receba a quantidade de água necessária para sua demanda, tenha adução com vazão, altura monométrica constante e que o sistema possua menores diâmetros, reduzindo assim os custos.

Tendo em vista que a NBR 12218 estabelece as diretrizes necessárias para o projeto de distribuição de água para o abastecimento público, constitui que a pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras deve ser de 500 kPa, e a pressão dinâmica mínima, de 100 kPa. Assim, vários programas computacionais são utilizados para realizar o dimensionamento de tubulações de águas prediais visando, entre outros objetivos, atender essa diretriz.

Neste trabalho será utilizado o *software* EPANET, que se trata de uma ferramenta bem conhecida para a análise de sistemas públicos de abastecimento de água, entretanto sua utilização em sistemas prediais é rara. Mas por possuir a possibilidade de executar simulações dinâmicas e estáticas do comportamento hidráulico, além de ser uma ferramenta livre e fácil execução, optou-se por ela.

Contudo, o programa não se enquadra aos cálculos de uma rede predial. Todavia, pelo fato que o *software* é norteado em conceitos de probabilidade que relaciona a possibilidade simultânea de funcionamento dos dispositivos de simulação. Gera uma situação desfavorável, sabendo que os caudais não satisfazem o princípio de continuidade dos nós. Assim, foi a usado a metodologia exposta de Neves (2008) que leva em conta essas limitações do programa e a superas, dando a possibilidade para o projetista calcular de forma rápida e eficiente.

## **O EPANET**

De acordo com Rossaman (2002), o EPANET se trata de um software computacional que possibilita executar simulações dinâmicas e estáticas do comportamento hidráulico, além de ser possível aferir a qualidade da água de sistemas de distribuição em pressão. Sabendo que uma rede é composta por bombas, válvulas, tubulações e reservatórios, sendo de nível fixo e/ou variável.

O EPANET foi programado para ser uma ferramenta que sirva de análise para sistemas de distribuição, automatizando cálculos de transporte e do destino da água para o consumo humano. Seu uso pode ser aplicado em várias situações em que vise a realização de simulações de um sistema de distribuição.

Em relação a sua capacidade de modelação hidráulica, é necessário que a rede de distribuição seja totalmente caracterizada, isto é, todas as tubulações sejam inseridas para a correta modelagem da água, apresentando assim, algumas importantes características, como (ROSSAMAN, 2002):

- Várias categorias de consumo nos nós, cada uma com um padrão próprio de variação no tempo;
- Modelagem de diferentes tipos de válvulas;
- Perdas de carga singulares em curvas, alargamentos e estreitamento;
- Número de componentes da rede a serem analisadas;

- Possibilidade de basear as condições de operação do sistema em controles simples, dependentes de uma só condição (p.ex.; altura de água num reservatório de nível variável, tempo), ou em controles com condições múltiplas.
- Cálculo da perda de carga utilizando as fórmulas de HazenWilliams, Darcy-Weisbach ou Chezy-Manning;
- Cálculo da energia de bombeamento e do respectivo custo;
- Modelagem de bombas de velocidade constante ou variável;
- Modelagem de reservatórios de armazenamento de nível variável de formas diversas, através de curvas de volume em função da altura de água;
- Várias categorias de consumo nos nós, cada uma com um padrão próprio de variação no tempo.

## ASPECTOS METODOLÓGICOS

### LOCAL DE ESTUDO

O estudo se direcionou a análise do bloco de Engenharia Civil e Física do Campus VIII da Universidade Estadual da Paraíba locado no município de Araruna-PB.



**Figura 1-** Área do estudo  
Fonte: Google Earth (Adaptado)

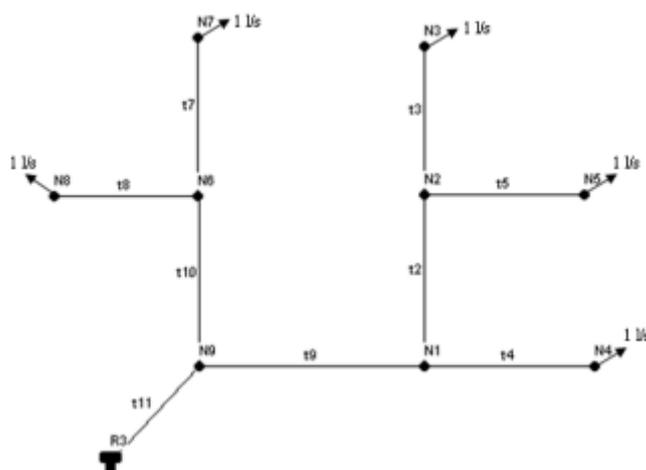
O bloco conta com quatro pavimentos, compostos por salas de aulas e laboratório. Foi inaugurado no mês de fevereiro de 2016. Atualmente cerca de cerca 450 estudantes, além de professores e técnicos administrativos desenvolvem pesquisas, ensino e extensão na edificação.



**Figura 2-** Fachada da edificação em análise

## METODOLOGIA UTILIZADA

A metodologia utilizada nesse trabalho foi proposta por Neves (2008) da qual soluciona a falta de continuidade dos trechos, podendo ser assim, aplicada a sistemas prediais. Para isso, uma exemplificação pode ser observada por meio da Figura 1, na qual é admitido que os nós N3, N4, N5, N7, N8 têm um consumo de 1.0 L/s cada e os restantes dos nós não apresentam qualquer consumo.



**Figura 3-** Exemplificação da metodologia

Fonte: Neves (2008)

Inicia-se escolhendo o nó mais a jusante, que no caso acima corresponde ao N3, a tubulação acumulada no tubo t3 vale o consumo neste nó, ou seja, 1,0 L/s, acumulando um caudal de cálculo de 0,55 L/s. Desde modo, o caudal equivalente no N3 é 1.0 L/s, contudo o afluente isoladamente seria 0.55 L/s (do tubo t3), tornando necessário um trecho fictício que satisfaça o princípio da continuidade.

O EPANET considera os caudais efluentes como positivos, já os afluentes como negativos, que pode ser expresso pela equação da continuidade, como mostra a Equação1:

$$- 0.55 + 1 + QF = 0 \quad (1)$$

Assim, o resulta um valor de QF correspondente a -0,45 L/s, a metodologia prescrita está melhor exemplificada no Quadro 1. Posteriormente tal procedimento é utilizado por redes ramificadas, assim, é avançada para a N5.

**Quadro 1-** Cálculo para os caudais fictícios introduzidos no EPANET

CASO DE ESTUDO						
Nó		Tubo principal			Q fictício no Nó	
Nó	Q	Tubo a jusante	Q acumulado	Q calculado	$\sum Q$ calculado	Q Epanet
3	1	3	1	0.55	0	-0.45
5	1	5	1	0.55	0	-0.45
2	0	2	2	0.80	1.1	-0.30
4	1	4	1	0.55	0	-0.45
1	0	9	3	1.00	1.35	-0.35
7	1	7	1	0.55	0	-0.45
8	1	8	1	0.55	0	-0.45
6	0	10	2	0.80	1.1	-0.30
9	0	11	5	1.25	1.8	-0.55

Assim, se faz necessário que os cálculos se iniciem pelo nó mais a jusante e que se realize o somatório dos caudais para fins de cálculo nos tubos que cada nó irá abastecer. Todos os caudais fictícios devem ser inseridos no programa na categoria de consumo dois.

## DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Para o pré-dimensionamento hidráulico da rede de distribuição da universidade, levou-se em consideração três elementos: Caudais de cálculo, rugosidade do material e a velocidade dentro dos condutos. As perdas de cargas contínuas foram utilizadas a fórmula de Hazen-Williams.

As perdas de carga localizadas são geradas devido ao aumento da turbulência e a existência de singularidades na tubulação. O *software* considera as perdas de cargas localizada associando um coeficiente K. Assim, ele é expressado pelo produto da altura cinética do escoamento por esse coeficiente, como mostras a Equação 2.

$$h_1 = k \frac{U^2}{2g} \quad (2)$$

Onde:

- U é a velocidade média do escoamento (m/s);
- G é a aceleração (m/s<sup>2</sup>).

Após isso foi analisado a planta da edificação (Figura 4) e feito um levantamento das singularidades encontradas.

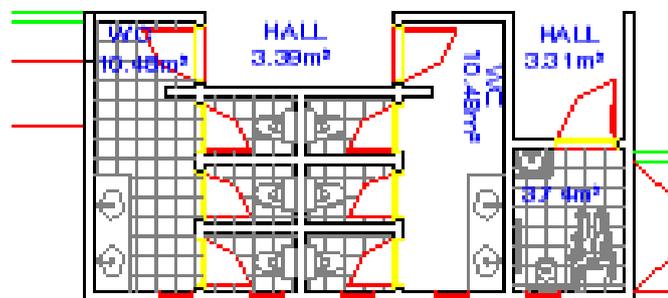


Figura 4- Planta baixa da edificação de estudo

Assim, foi verificada as singularidades presentes e procurado na literatura o valor do coeficiente K para cada tipo, como mostra o Quadro 2.

Quadro 2- Valores de K

Singularidade	K
Cotovelo de 90° raio curto	0,9
Cotovelo de 90° raio longo	0,6
Cotovelo de 45°	0,4
Curva 90°, r/D=1	0,4
Curva de 45°	0,2
Tê, passagem direta	0,9
Tê, saída lateral	2,0

Fonte: Porto (2006)

## SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DA EDIFICAÇÃO

O abastecimento de água do bloco de Engenharia Civil/Física é proveniente de águas subterrâneas oriundas da perfuração de um poço ao lado da edificação. Esta água é armazenada em um reservatório inferior e recalçada para o reservatório superior por meio de um conjunto de motor/bomba, como demonstra a Figura 5.

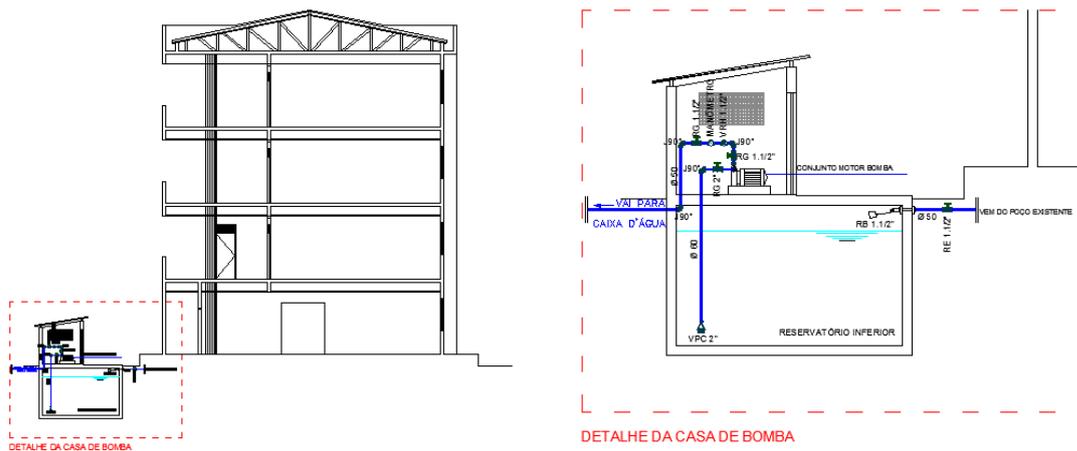
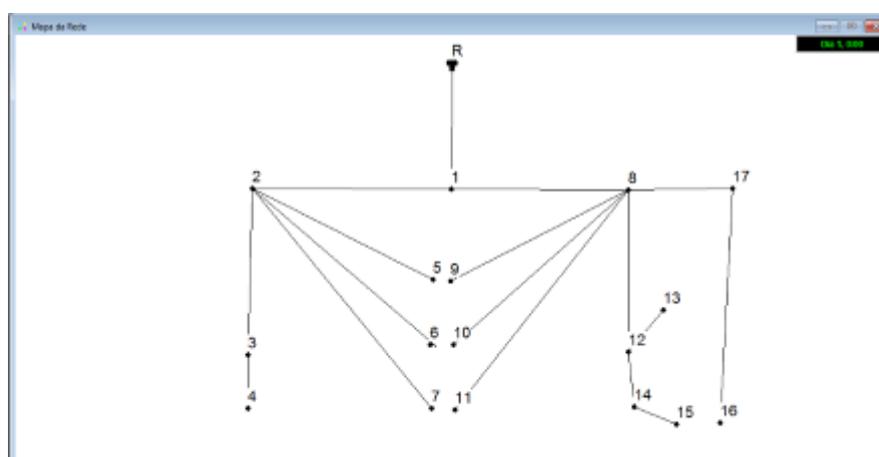


Figura 5 - Detalhe da casa de bomba

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Assim, foi realizado a simulação para o último pavimento da edificação, tendo em vista que as áreas de todos os banheiros são iguais nos demais pavimentos e o que muda são os diâmetros e as cotas. Como não foi obtido o projeto hidráulico da edificação, fez-se um pré-dimensionamento, tendo em vista que não poderíamos aferir onde estão localizados os tubos e conexões que foram instalados. Por conseguinte, foi inserido o reservatório superior que se ramifica em dois ramais para dois *shafts*, os nós N1, N2 e N8 não possuem consumo algum. Depois de desenhado a rede de distribuição (Figura 6)



**Figura 6** – Esquematização da rede no EPANET

Após isso, foi calculado os valores dos caudais como mostrado no Quadro 3.

**Quadro 3-** Cálculo para os caudais fictícios introduzidos no EPANET utilizados no projeto

Nó		Q fictício no Nó			
Nó	Q	Q acumulado	Q calculado	$\sum$ Q calculado	Q Epanet
1	0	11.1	1.90	2.53	-0.63
2	0	4.7	1.20	2.3	-1.1
3	0.1	0.2	0.2	0.2	0
4	0.1	0.1	0.1	0	-0.1
5	1.5	1.5	0.7	0	-0.8
6	1.5	1.5	0.7	0	-0.8
7	1.5	1.5	0.7	0	-0.8

8	0	1.9	0.8	1.1	-0.3
9	1.5	1.5	0.7	0	-0.8
10	1.5	1.5	0.7	0	-0.8
11	1.5	1.5	0.7	0	-0.8
12	0.1	0.3	0.3	0.3	0
13	0.1	0.2	0.2	0.2	0
14	0.1	0.1	0.1	0.1	0
15	0.1	1.5	0.7	0	-0.8
16	0.1	1.5	0.7	0	-0.8

## CONCLUSÃO

O trabalho supriu o objetivo determinado que foi utilizar o EPANET em um edificação predial, assim, a metodologia em estudo foi determinante para a realização do trabalho. A principal interferência do software neste tipo de utilização é que não é linear, ou seja, os cálculos são utilizados em termos probabilísticos, assim não são compatíveis com o princípio da continuidade dos nós.

O programa foi simulado para os banheiros de um piso da edificação, onde por fim, foi aferido a velocidade dentro dos condutos, no qual nenhuma foi superior a 1,5 m/s. Ademais o programa se demonstrou de grande versatilidade onde considerou as perdas de cargas localizadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, NBR 12218 - Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público - Rio de Janeiro, 1994.

NEVES, MÁRIO VALENTE; LEITE, SIMÃO. UTILIZAÇÃO DO SIMULADOR EPANET NO ESTUDO DE SISTEMAS PREDIAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA The Use of EPANET in the Study of Indoor Water Supply Systems.

PORTO, R.M. Hidráulica Básica. São Carlos: Publicações EESC-USP; 2006. 540p



ROSSMAN, L. EPANET 2.0 em Português–Manual do Utilizador. Tradução e adaptação de D. Loureiro e ST Coelho. Manual, LNEC, Lisboa (241 pág.).(www.dha.lnec. pt/nes/epanet). Edição impressa: Manual do Utilizador do Epanet, v. 2, 2002.