

AVALIAÇÃO HIDRÁULICA DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE VÁRZEA ALEGRE-CE

Sávio Denes C. Jericó¹; Renato de O. Fernandes²; Jessica Fernandes da Silva¹

Resumo - O crescimento da demanda por água nas cidades e a expansão não planejada das redes de abastecimento de água geram problemas de deficiências de pressões e vazões nesses sistemas. A solução mais adequada para combater os problemas citados geralmente depende de um conjunto de ações. Tais ações são definidas a partir do diagnóstico hidráulico da rede de água e da avaliação de diferentes alternativas. Os simuladores hidráulicos são ferramentas importantes no desenvolvimento desses estudos. Nesse sentido, esse trabalho apresenta um diagnóstico hidráulico inicial da rede de distribuição de água da cidade de Várzea Alegre/CE e os primeiros resultados das simulações com o simulador hidráulico EPANET. Os dados observados indicaram valores de pressão abaixo da mínima recomendada por norma e o consumo de água com alta variabilidade na escala diária e mensal. Por outro lado, as simulações mostraram a necessidade de se obter dados mais detalhados da rede de abastecimento de água para alimentar o simulador hidráulico.

Palavras-Chave: simulador hidráulico, demanda de água, operação de redes de água.

ASSESSMENT OF A HYDRAULIC WATER SUPPLY NETWORK IN VÁRZEA ALEGRE (CEARÁ)

Abstract - The increasing water demand in the cities and the unplanned expansion of the water supply networks have caused deficiencies regarding the systems' pressure and supply. The most appropriate solution to avoid such problems usually depends on a set of initiatives, which are defined by the hydraulic diagnosis of the water supply network and the evaluation of different alternatives. The hydraulic simulators are key tools in the development process of these studies. Therefore, this paper presents an initial hydraulic diagnosis of the water supply network of Várzea Alegre/CE and the first results obtained with the EPANET hydraulic simulator. The observed data indicate pressure values under the minimum recommended and water high variability on water consumption on daily and monthly basis. On the other hand, the simulations show the need to obtain more detailed data from the water supply network to set up the hydraulic simulator.

Key-words: hydraulic simulator, water demand, water supply network management

¹ Alunos do Curso de Tecnologia da Construção Civil, Universidade Regional do Cariri - URCA. E-mail: savimdenes@gmail.com; jheckfernandes@hotmail.com

² Professor Assistente. Departamento da Construção Civil, Universidade Regional do Cariri - URCA. E-mail: renatodeof@gmail.com.

1. INTRODUÇÃO

Vários dos problemas enfrentados nos dias atuais pelas companhias de saneamento estão relacionados com a escassez de fontes de captação de água e com o não atendimento da demanda de água suficiente para atender as necessidades da população.

A universalização do abastecimento de água tratada é atualmente um dos principais desafios (TARDELLI FILHO, 2006). Isso decorre do crescimento desordenado do espaço urbano, com expansão não planejada da rede de abastecimento acarretando falhas na operação, que na maioria das vezes foi dimensionada para atender uma demanda de água inferior.

As perdas nas redes de distribuição de água causadas principalmente por vazamentos é um dos problemas que gera redução da oferta de água. Segundo a *International Water Association*, IWA (2002), as perdas em sistemas de abastecimento de água tornaram-se, neste século, a principal preocupação das companhias de saneamento, não só do Brasil, mas do mundo todo. Outros problemas relacionados às falhas em redes de distribuição de água podem ser provenientes de diferentes causas, entre essas podemos citar: perda de carga excessiva ao longo da tubulação, a falta de controle operacional e deficiências na distribuição de pressões.

Um exemplo de Sistema de Abastecimento de Água (SAA) que tem apresentado problemas é o da cidade de Várzea Alegre/CE, que atualmente não atende, em alguns pontos, as demandas de água da população com um nível de pressão adequada (ARCE, 2012), principalmente nos horários de maior demanda.

Diante desses fatos, nesse estudo, a rede de abastecimento de água da cidade de Várzea Alegre/CE será avaliada tendo como objetivo fazer um diagnóstico inicial do funcionamento da mesma quanto ao atendimento das pressões. Nesse diagnóstico serão apresentados valores de pressão observada em diferentes pontos da rede e os resultados iniciais de simulações utilizando o EPANET (Rossman, 2006). A perspectiva futura é o desenvolvimento de uma ferramenta que possa apoiar no planejamento e controle operacional do sistema de abastecimento de água da cidade possibilitando melhorias no atendimento das pressões e vazões.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Rede de abastecimento de água da cidade Várzea Alegre, CE.

O manancial de água que abastece a cidade de Várzea Alegre/CE é o açude olho d'água, que tem capacidade para 21.000.000 m³, localizado a uma distância aproximada de 10 km da área urbana. A rede de abastecimento dessa cidade foi escolhida por se tratar de um sistema que vem crescendo muito nos últimos anos e com isso aumentou de forma considerável o número de ligações na rede. Segundo a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) ocorreu um aumento de aproximadamente 29% nas ligações novas entre 2005 e 2009 gerando um aumento considerável na demanda.

A rede de distribuição de água é composta de tubulações em PVC e ferro fundido com diâmetros que variam de 50 mm a 200 mm, com extensão total de aproximadamente 67 km e 7.961 ligações ativas (ARCE, 2012).

A rede de água é pressurizada principalmente por um reservatório elevado (REL-01) com capacidade para 600 m³. O REL-01 opera entre o nível de 8 m (nível mínimo) e 11 m (nível máximo). Outros dois reservatórios elevados (REL-02 e REL-03) são usados para distribuir água para as localidades mais distantes, como o bairro Senharol e Sítio São Vicente. A rede de água do bairro Serrinha é pressurizada através de uma bomba instalada na rede (*booster*).

2.2. Modelagem da Rede

Para dar início à fase de modelagem computacional da rede de água foi necessário conhecer todo o seu funcionamento. O conhecimento de aspectos físicos e operacionais foi necessário para a construção de um modelo conceitual que foi usado em um passo seguinte para criação do modelo computacional. A Figura 1 mostra os principais componentes do sistema de abastecimento de água em estudo.

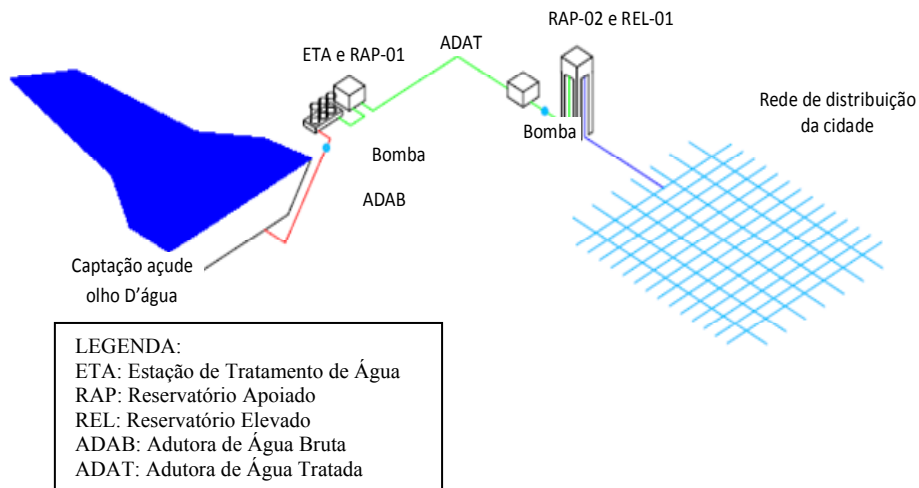


Figura 1. Representação simplificada do sistema de abastecimento de água da cidade de Várzea Alegre-CE

A elaboração do modelo com os padrões de funcionamento da rede hidráulica depende da coleta de dados cadastrais do sistema, de dados observados e das regras de operação. Essas informações foram obtidas através de visita em campo realizada no dia 19/04/2012 e do cadastro da rede fornecido pela CAGECE. Com as informações cadastrais e a visão geral obtida na visita de campo foi possível caracterizar a rede de abastecimento de água e sua modelagem inicial no simulador hidráulico EPANET (Rossman, 2000). A Figura 2 apresenta os passos gerais para a modelagem da rede de água.

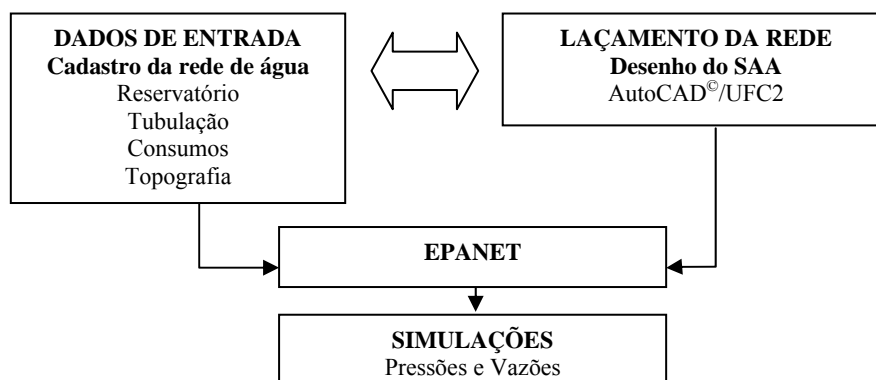


Figura 2. Fluxograma da metodologia adotada

O traçado da rede foi construído com auxílio do modelo UFC2 (CASTRO, 2006) em ambiente CAD. A modelagem da rede de água considerando todas as tubulações (representada por trechos) e pontos de consumo (representado pelos nós) é uma tarefa difícil por necessitar de dados cadastrais muito detalhados. Assim, o modelo da rede de água teve a representatividade de seus elementos reduzidos devido à ausência desses dados.

A topografia (Figura 3) foi extraída de imagem de satélite disponibilizada pelo software Google Earth (Google Earth, 2012). Essa aproximação foi necessária porque não disponibilizávamos de informações do relevo da cidade. Os mosaicos de imagens de satélite disponíveis no Google Earth são construídos a partir das imagens do satélite Landsat com resolução de 30 m e do projeto Shuttle Radar Topography Mission-SRTM com resolução de 90 m. O projeto SRTM (Farr, *et al.* 2000) faz parte de um programa que, através de parcerias entre instituições, examinou toda a superfície da terra, gerando informações sobre o relevo. Em alguns lugares do planeta as imagens disponíveis no Google Earth são provenientes do satélite Ikonos com resolução de até 1 m.

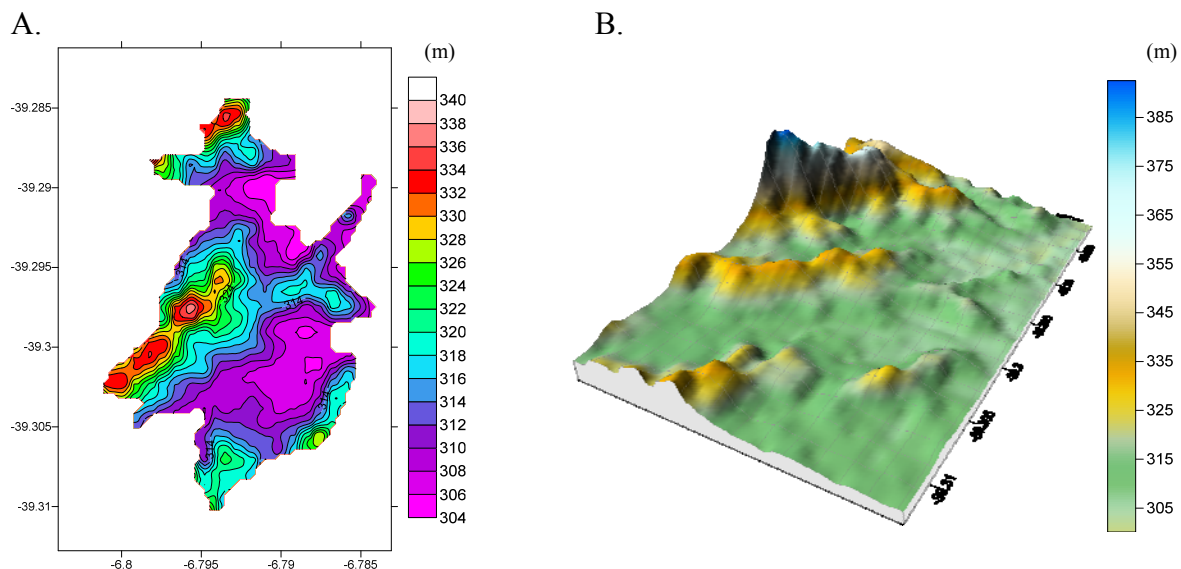


Figura 3. Curvas de nível (A) e modelo numérico do terreno (B) da cidade de Várzea Alegre-CE, elaborada a partir de imagem de satélite. Datum WGS-84

Para extrair as coordenadas e as altitudes das imagens disponibilizada no Google Earth para área de interesse, foi utilizada uma ferramenta disponível em: <http://www.zonums.com/gmaps/terrain.php>, e em seguida interpolado com auxílio do software Surfer© pelo método de krigagem (Isaaks e Srivastava, 1989).

O consumo de água sofre interferências de diversos fatores e tais interferências se apresentam na escala horária. Dessa forma, foi necessário usar um padrão de consumo representando a variação da demanda de água ao longo das horas do dia (Figura 4). Devido à ausência de dados de consumo observado de toda a rede na escala horária, foi adotado um padrão temporal de 24 horas, e variação decorrente de um dia típico adaptado de Gomes *et al.* (2006). Observa-se na Figura 4 que as horas de maior demanda, 12:00 horas e 18:00 horas o consumo é 40% maior que a média.

O nível do reservatório elevado atualmente é operado pela concessionária de água entre os níveis de 8 m (mínimo) a 11 m (máximo). O controle das bombas é feito por um sensor de nível que identifica o nível mínimo para ligar e o nível máximo para desligar.

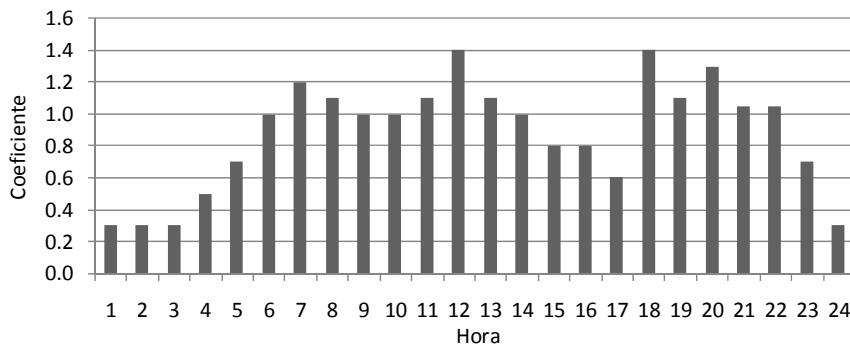


Figura 4. Hidrograma do padrão temporal de consumo de água adotado para um dia típico

2.3. Demandas de água e representação da rede de abastecimento

As vazões para cada ponto de consumo (nó) foram calculadas baseando-se em uma distribuição linearmente uniforme na rede, por meio da vazão específica (l/s.m), ou seja, foi utilizada a média da vazão total diária e dividido pelo comprimento da rede para se obter a vazão específica em l/s.m. Em uma etapa posterior foi ponderado a vazão de cada nó multiplicando a vazão específica (l/s.m) pelos comprimentos da meia distância dos trechos que se ligam ao nó, obtendo assim a vazão (l/s) de cada ponto de consumo. As demandas diárias de água foram modeladas baseadas no consumo observado para cada dia do ano de 2011 (Figura 5).

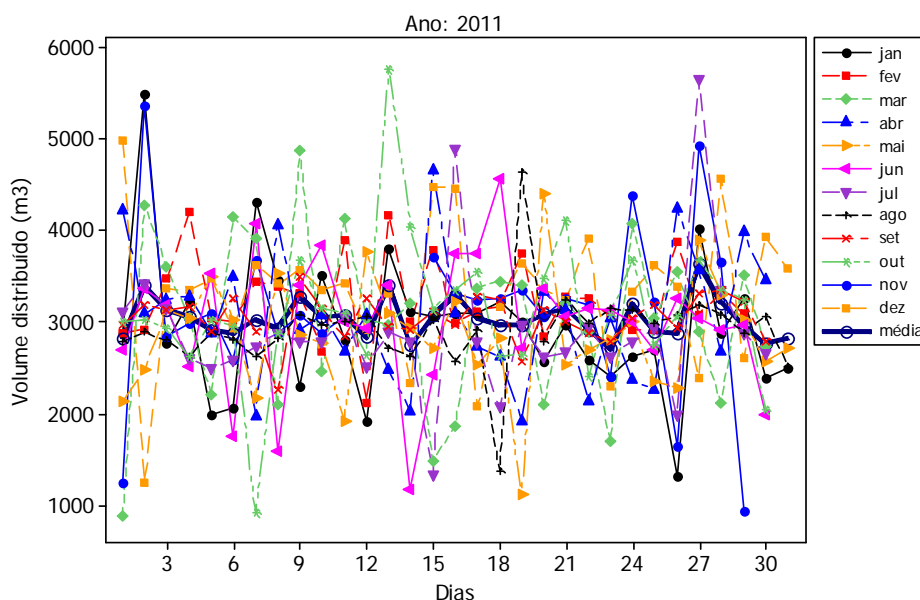


Figura 5. Volume diário de água consumido no ano de 2011 na cidade de Várzea Alegre-CE

Como pode ser observado na Figura 5, para um mesmo dia ao longo dos 12 meses do ano, existe variação no consumo de água devido aos diferentes fatores que interferem na demanda, como clima, regras operacionais, distribuição de pressões, etc. Devido às dificuldades em considerar todas

essas variações, a prática mais comum é adotar o valor médio do consumo diário do ano. Assim, considerando os valores de consumo observados para o ano de 2011 foi obtido o valor médio de 35,21 l/s. A variação da vazão na escala horária foi ponderada pelo padrão de consumo representado na Figura 4 para o período de 24 horas.

O lançamento da rede de água com indicação das cotas nos pontos de consumo e os diâmetros da tubulação é indicado na Figura 6. Nessa mesma figura estão indicados os cinco nós (P1 a P5) nos quais foi observada a pressão horária.

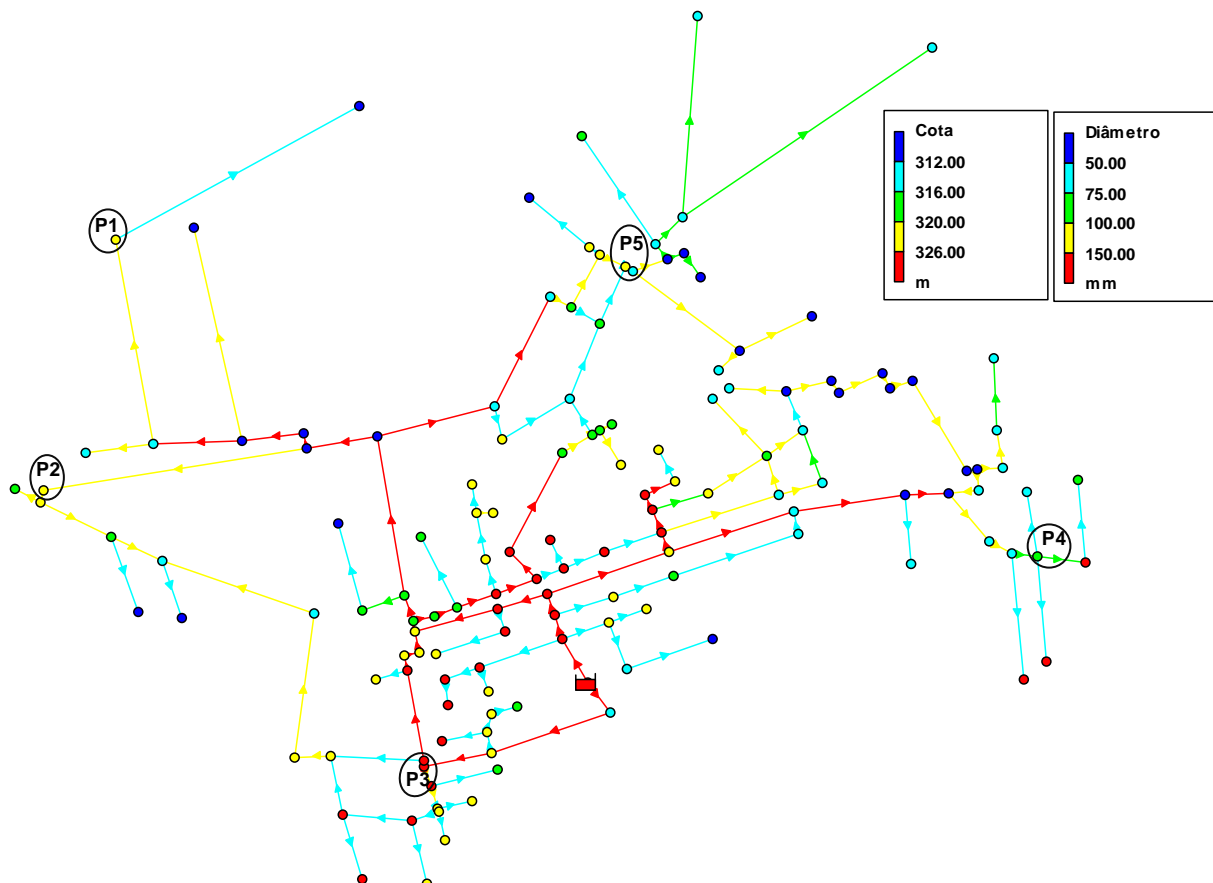


Figura 6. Distribuição das cotas nos pontos de consumo (nós), diâmetros da tubulação (trechos entre nós) e indicação de cinco pontos selecionados na rede de abastecimento de água da cidade de Várzea Alegre, CE.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores da pressão observada para o período de 24 horas estão apresentados na Figura 7. É possível observar que existe uma variação diferenciada dessa pressão (Fig. 7A) ao longo do tempo, mas que, em geral nos horários de menores demandas de água a pressão aumenta. Assim, para os horários entre 23:00 e 06:00 horas a pressão aumenta devido a redução das perdas de carga causado por diminuição do consumo de água. Entretanto, nas horas de maiores consumos, como é o caso do início da manhã e final da tarde, as pressões reduzem bastante. Nesses horários, nos pontos P1 e P4 as pressões observadas ficaram abaixo da mínima recomendada em norma que é de 10 mca (Resolução ARCE nº 130/2010). O ponto P4, particularmente, apresentou pressões observadas quase nulas entre 10 horas às 13 horas.

A variação da pressão na rede de água sofre influência do relevo. Dessa maneira, o ponto de consumo P5 localizado em cotas mais baixas, apesar de distante do reservatório de distribuição, apresentou valores de pressão observada superior aos demais pontos, principalmente nos horários em que o consumo é mínimo.

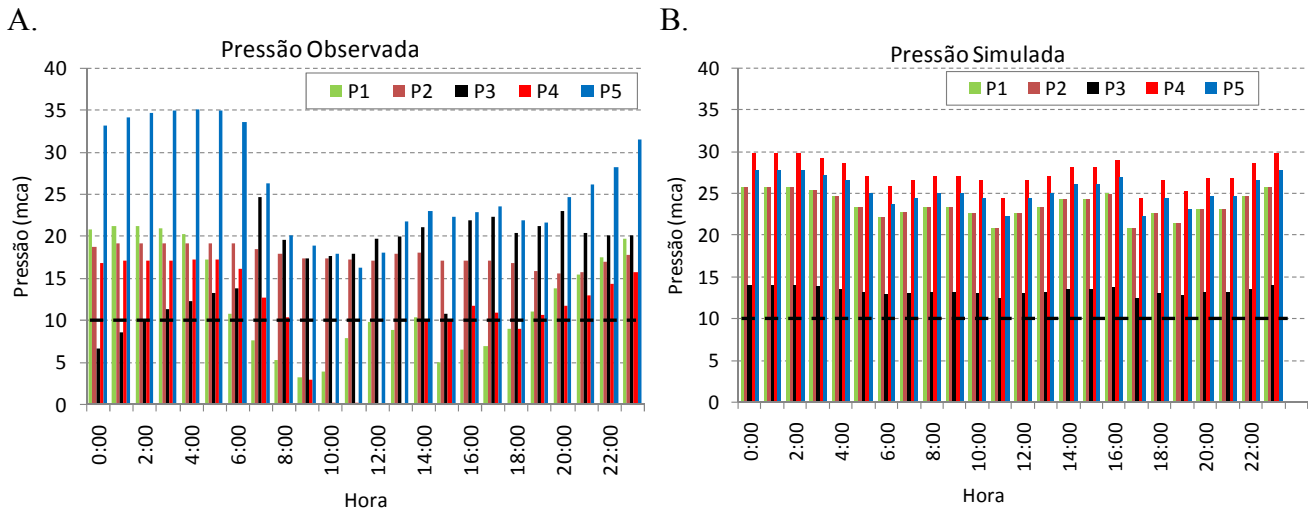


Figura 7. Valores de pressão observada para um nível qualquer do REL-01 (A) e pressão simulada para o nível mínimo do REL-01 (B) na rede de água em cinco pontos selecionados

Provavelmente, devido às incertezas quanto aos dados de entrada, como o padrão de consumo horário, nível do reservatório associado às pressões observadas e rugosidade da tubulação, o modelo não conseguiu representar a variabilidade das pressões observadas nos pontos analisados. As pressões nulas observada no ponto P4 entre 10 horas e 13 horas não foram representadas corretamente pelo EPANET que superestimou estes valores. Todas as pressões simuladas ficaram superiores a mínima (10 mca), apesar do nível do reservatório simulado ter sido o mínimo (8 metros).

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A partir dos dados observados de pressão horária foi constatada a existência de pressões abaixo do valor mínimo recomendado pela legislação vigente.

Relacionado às demandas diárias de água, os valores se apresentaram muito variáveis com forte dependência do mês.

Os resultados preliminares com a modelagem indicam a necessidade de dados observados mais detalhados de consumo de água e pressões para possibilitar a calibração do modelo hidráulico.

A falta de dados detalhados da rede de água e as diversas incertezas nas informações de entrada foram a principal barreira para o desenvolvimento desse estudo.

Os problemas de deficiência de pressões observadas nos pontos avaliados foram ocasionados principalmente pelo crescimento da demanda que é representado pelo aumento no número de ligações domiciliares. Essas deficiências sugerem intervenções no sistema de abastecimento para adequar esses valores de pressões ao limite mínimo estabelecido em norma.

Para o desenvolvimento de trabalhos futuros os autores recomendam:

- Realizar medição do consumo de água na escala horária para possibilitar a criação dos coeficientes adimensionais do padrão temporal para o SAA em estudo;

- Medição de pressão em diversos pontos da rede associando estes valores com os níveis do reservatório;
- Modelar as bombas de recalque de água do reservatório apoiado (RAP-02) para o reservatório elevado (REL-01) e inserir as regras operacionais para possibilitar a modelagem do REL-01 como sendo do tipo variável (RNV);
- Testes de sensibilidade nos parâmetros e calibração do modelo hidráulico.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FUNCAP através da Universidade Regional do Cariri (URCA) pela bolsa de fomento ao projeto e a Companhia de Abastecimento de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE) pelo apoio.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCE – Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará. (2012). Relatório de Fiscalização do Sistema de Abastecimento de Água do Município de Várzea Alegre, CE. RF/CSB/0067/2012. Coordenadoria de Saneamento Básico. 71p.
- CASTRO, M. A. H.; COSTA, M. G.; VALDIVINO, R. S. A. (2006). Manual do programa UFC2. INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION. (2002). Water Management - Industry as a Partner for Sustainable Development. IWA, UNEP, United Kingdom, 60 p.
- FARR, T. G., & KOBRICK, M. (2000). Shuttle Radar Topography Mission produces a wealth of data. Transactions of the American Geophysical Union, 81, 583–585.
- GOMES, D. M.; BARRETO, G. C.; GUTIERREZ, L. A. C. L.; PEREIRA, J. A. R. (2006). A importância da distribuição de vazão nos nós na simulação hidráulica utilizando o software EPANET. In: VI SEREA - Seminário Iberoamericano sobre sistemas de Abastecimento urbano de água, João Pessoa. VI SEREA.
- GOOGLE EARTH. (2012). Disponível em: <<http://www.google.com/earth/index.html>>. Acessado em: 20 set. 2012.
- INTERNATIONAL WATER ASSOCIATION.(2002). Water Management - Industry as a Partner for Sustainable Development. IWA, UNEP, United Kingdom, 60 p. ROSSMAN, L. A. EPANET 2. (2006). Users Manual. U.S. Environmental Protection Agency – EPA. Cincinnati, Ohio.
- ISAAKS, E. H. & SRIVASTAVA, R.M. (1989). An Introduction to Applied Geostatistics. NY. Oxford University Press, Inc.
- TARDELLI FILHO, J. (2006). Controle e redução de perdas. In: TSUTIYA, M. T. (Ed.). Abastecimento de água. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, cap. 10, p.457-525.