

AVALIAÇÃO HIDRÁULICA DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA UTILIZANDO O MODELO EPANET: O CASO DE ALTER DO CHÃO, PARÁ, BRASIL

Láisa Costa Scherer (*), Alisson Leonardo Vieira dos Reis, Diani Fernanda da Silva Less

* Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Universidade Federal do Oeste do Pará, laisasherer2014@gmail.com

RESUMO

Com o crescimento populacional e para análise da qualidade e eficiência do abastecimento de água existe a necessidade de melhorias e ampliações nos sistemas, sendo necessário buscar meios de monitoramento e avaliação de suas condições. A avaliação hidráulica desses sistemas pode ser realizada por meio de modelagem computacional, onde o Modelo Epanet vem se destacando como ferramenta de simulação hidráulica para rede de distribuição de água. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma avaliação dos parâmetros hidráulicos vazão e pressão, na rede de distribuição de água do microsistema de abastecimento da Vila de Alter do Chão, Santarém, Pará. Para isso, informações como localização e diâmetros da rede foram levantadas junto a Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEMINFRA) e por visitas ao local de estudo. As simulações foram executadas em dois regimes, estático e dinâmico, para obter os valores pressão e vazão na rede, e o comportamentos destes ao longo do tempo, levando em consideração o período de 24 horas de funcionamento. Como resultados foram observados que os pontos de baixa pressão na rede estão relacionados com as cotas mais altas do terreno e onde existem condutos com diâmetros maiores. O comportamento das pressões e vazões ao longo do dia se mostra mais estável no período da noite em decorrência do baixo consumo de água. As simulações não apontaram irregularidades na rede de distribuição, uma vez que os níveis de pressão e vazão constatados foram suficientes para garantir o fornecimento de água, o que pode sugerir que os problemas de abastecimento do microsistema da Vila de Alter do Chão não estão relacionados ao diâmetro da rede de distribuição.

PALAVRAS-CHAVE: Simulação hidráulica, pressão, vazão.

INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água em qualidade adequada e em quantidade suficiente é fundamental para proteção da saúde da população e para desenvolvimento econômico (BRASIL, 2004).

O abastecimento de água potável é uma das principais prioridades da população, tendo em vista a grande importância desse recurso para a sua sobrevivência. Compreende-se como Sistema de Abastecimento de Água para consumo humano, as instalações compostas por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição (BRASIL, 2020).

Com o crescimento populacional há a necessidade de melhorias e ampliações nos sistemas de abastecimento de água, os quais precisam garantir o fornecimento ininterrupto de água em qualidade adequada a população atendida. Sendo necessário buscar meios eficientes para distribuição desse recurso, desse modo monitorar e avaliar as condições dos sistemas de abastecimento de água é fundamental para universalizar o acesso a água potável.

O abastecimento de água no município de Santarém, desde o final da década de 70, é realizado em grande parte pela companhia de saneamento do estado sob regime de concessão (ANDRADE, 2015), e em algumas áreas o serviço é gerido pelo próprio município como é o caso de Alter do Chão.

Entretanto, o abastecimento de água no município não consegue suprir as necessidades locais, devido à falta de estudos e intervenções que garantam a expansão da rede de distribuição conjunta ao inchaço populacional. A inexistência e ineficiência de ações que visem à eficiência do abastecimento reflete a um quadro de inoperância da concessionária e município (ANDRADE, 2015)

Nesse cenário, a Vila de Alter do Chão localizada na zona suburbana de Santarém, apresenta problemas relacionados a intermitência do abastecimento que geram insatisfação constante a população afetada, consequentemente comprometendo a sua qualidade de vida. Um dos aspectos que podem comprometer o funcionamento satisfatório do sistema são os aspectos hidráulicos, como a deficiência de pressão ao logo da rede de distribuição e vazão inadequada.

A realização de uma avaliação em sistema de abastecimento de água subsidia a tomada de decisão por parte do poder público para o investimento estratégico em melhorias na rede de abastecimento, que promovem a melhoria na qualidade de vida da população. Atualmente, a avaliação da eficiência hidráulica dos sistemas de abastecimento de água pode ser realizada por meio de modelagem computacional. Nesse sentido, um dos modelos mais utilizados na área é o EPANET

que se destaca pela alta confiabilidade e quantidade de usuários existentes em muitos países. Esse programa é um software de domínio público, desenvolvido pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (GOMES, 2009).

OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo realizar a avaliação dos parâmetros hidráulicos (Pressão e Vazão) da rede de distribuição de água do Microsistema de Abastecimento de Água (MSAA) da Vila de Alter do Chão, localizada no interior do município de Santarém-PA.

METODOLOGIA

A área de estudo desta pesquisa, é a distrito de Alter do Chão, localizada na região norte, à margem direita do rio Tapajós, no interior do município de Santarém-PA (Figura 1).

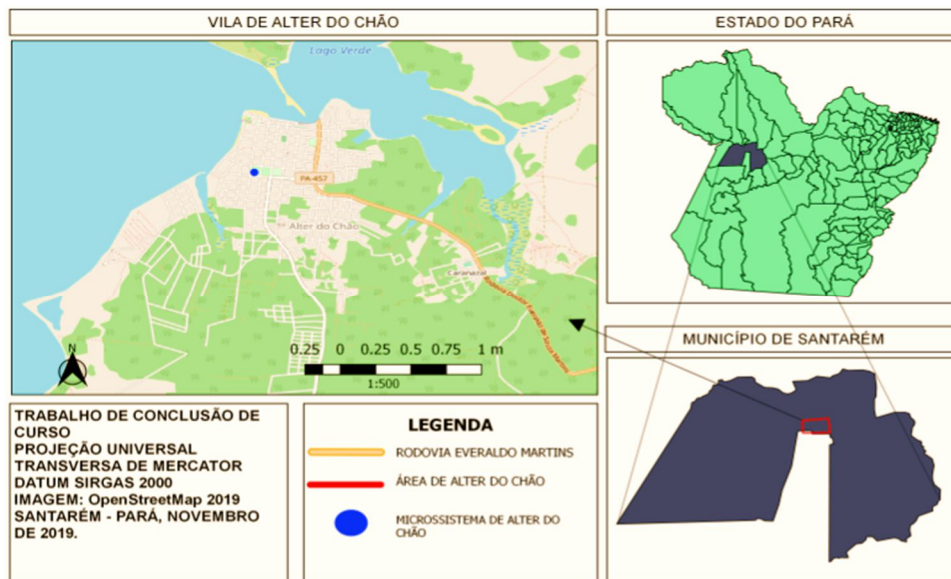


Figura 1: Mapa de localização de Alter do Chão, Santarém-PA, Brasil.

O Microsistema de Abastecimento de Água de Alter do Chão foi construído no ano de 2002, com a implantação de 2500 m de rede de distribuição em tubo PVC e um reservatório de 50 m³ elevado em 8 m. Com a captação de água sendo feita de manancial subterrâneo, com poço de 120 m de profundidade e diâmetro de 6” e conjunto-motor-bomba de 25 CV m. a rede de distribuição sofreu ao longo dos anos uma ampliação para cerca de 7000 m de tubo PVC, sendo distribuída em condutos principais de 200 mm e secundários de 50 mm de diâmetro. De acordo com Prefeitura Comunitária da Vila de Alter do Chão, são abastecidas 535 economias. Segundo operadores do microsistema, o mesmo apresenta problemas econômicos e estruturais com relação ao abastecimento público de água, caracterizado como um abastecimento intermitente.

Coleta de Dados e Informações do Microsistema

O levantamento de informações para desenvolvimento deste trabalho foi realizado junto a Secretaria Municipal de Infraestrutura de Santarém e por meio de visitas em campo, em que foram coletadas informações como população atendida e demanda do abastecimento de água, bem como informações estruturais de capacidade e altura do reservatório e estruturação da rede de distribuição de água do microsistema da vila.

Os dados relacionados a diâmetro e localização das tubulações foi obtido em visitas *in loco* junto a responsáveis pela operação e manutenção do microsistema. A partir destas informações foi desenhado o traçado da rede em um mapa plotado da área.

Por não existir um mapa físico da rede de distribuição, após desenhado o traçado da rede foi utilizada a ferramenta Auto Cad (2018) para confecção do mapa, a fim de se obter comprimentos mais próximos da realidade, bem como as cotas de cada nó da rede através da planta altimétrica.

Configuração do Modelo Epanet

A análise da eficiência hidráulica do sistema foi realizada a partir de simulações estáticas e dinâmicas da rede de distribuição. Para isso, foi necessário calcular o consumo diário (equação 1), onde utilizou-se o quantitativo de 535

economias, adotando 5 habitantes por residência e o consumo per capita de 100,2 L/hab. Dia, conforme indicado pelo Plano Municipal de Saneamento Básico de Santarém (2012).

$$\text{Consumo Diário} = \frac{n^{\circ} \text{ de economias} \times \text{hab. por residência} \times \text{Cons. per capita}}{86400} \quad \text{equação (1)}$$

Para o cálculo da vazão em cada nó ($Q_{nó}$, equação 2), foi dividido o consumo diário da população abastecida pela quantidade de nós existentes na rede de distribuição (39 Nós), e multiplicado pelos coeficientes de dia e hora de maior consumo, em que foram adotados os valores indicados pelo Plano Municipal de Saneamento Básico de Santarém (2012), sendo o Coeficiente de Dia de Maior Consumo: $K1 = 1,20$; e Coeficiente de Hora de Maior Consumo: $K2 = 1,50$.

$$Q_{nó} = \frac{\text{Consumo diário}}{N^{\circ} \text{ de nós}} \times k1 \times k2 \quad \text{equação (2)}$$

A Simulação Dinâmica foi realizada utilizando as mesmas informações de consumo da primeira simulação, porém considerando as variações de consumo ao longo do tempo. Desta forma, criou-se um Padrão Temporal, para representar a variação periódica dos consumos nos nós. Foi fixado o período de 24 horas para a simulação, e o Intervalo de Tempo Padrão adotado foi de 1 hora em 1 hora. Na construção do Padrão Temporal da simulação foram definidos os fatores multiplicativos (0,5, 1, 1,1, 1,2, 1,3, 1,5, 1,8) levando em consideração o Manual do Epanet de Rossman, et al., (2009), distribuídos propositalmente a cada uma hora dentro do período de 24 horas.

O Epanet possui uma interface simples, que possibilita a realização da modelagem e simulação hidráulica de rede de distribuição. Conforme ilustrado na Figura 4, o programa permite inserir um traçado de rede, bem como os elementos constituintes do sistema (Trechos, Nós e Reservatório). A partir do mapa da rede foi montando o layout da rede (Figura 2) do microsistema na ferramenta com o auxílio de uma imagem de fundo obtida do Google Earth, também foram configurados os dados de entrada para a realização das simulações: como comprimento de cada trecho de rede, diâmetros, as cotas de cada nó e nível de água do reservatório. Ao final da simulação obteve-se os resultados de pressão nos nós e vazão por trechos.

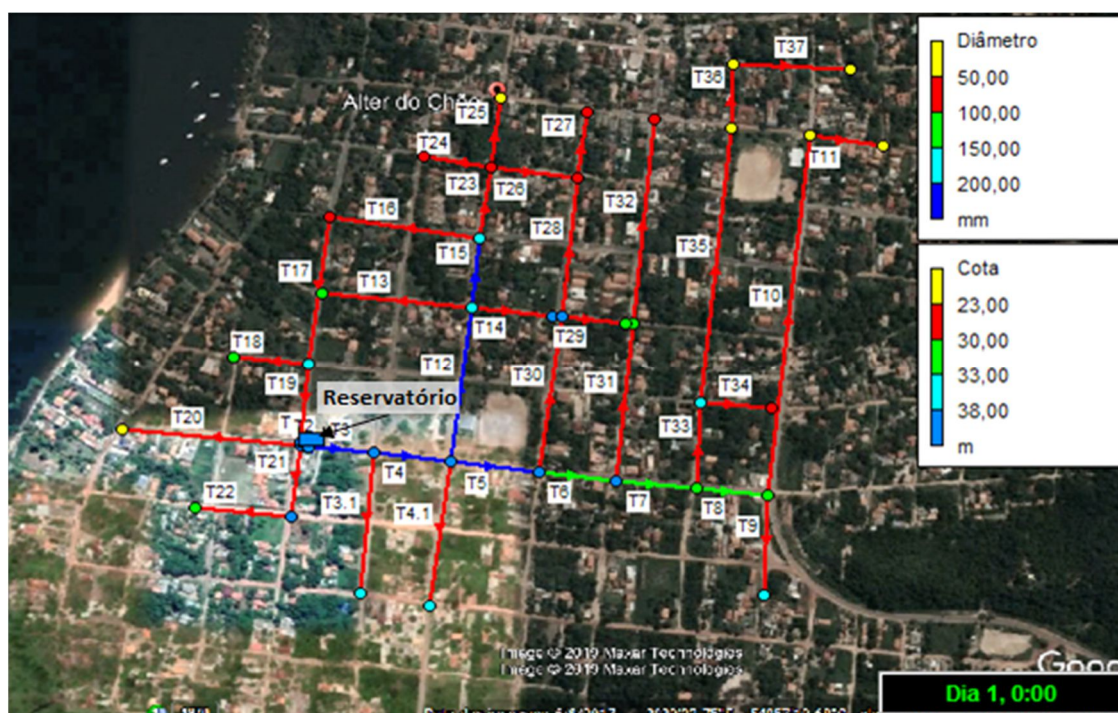


Figura 2: Layout da Rede de Distribuição no Epanet.

Após a sistematização de dados e informações obtidas nas simulações, foram avaliadas as condições do microsistema seguindo os critérios da NBR 12218/2017 (Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, 2017). Na avaliação da simulação estática foram observados os pontos que ocorrem as pressões mais baixas e mais altas e variação da vazão. Para a análise da simulação dinâmica foram sistematizados os dados em três períodos, intercalados de hora em hora durante às 24 horas de funcionamento, para visualizar a variação da pressão e da vazão ao longo do período.

RESULTADOS

Simulação Estática

Na simulação estática foram obtidos os dados de pressão em cada nó, relacionando o consumo inserido nos nós da rede com as cotas do terreno e altura do nível do reservatório, foram observados poucos pontos de baixa pressão (Figura 3), levando em consideração a pressão mínima de 10 mca estabelecida pela NBR 12.218/2017. Evidencia-se que dos 39 nós da rede, somente 10 apresentaram esta condição. Observou-se também que tais pontos com baixa pressão se encontram nas cotas mais altas do terreno, e em trechos de tubulações com diâmetros maiores.

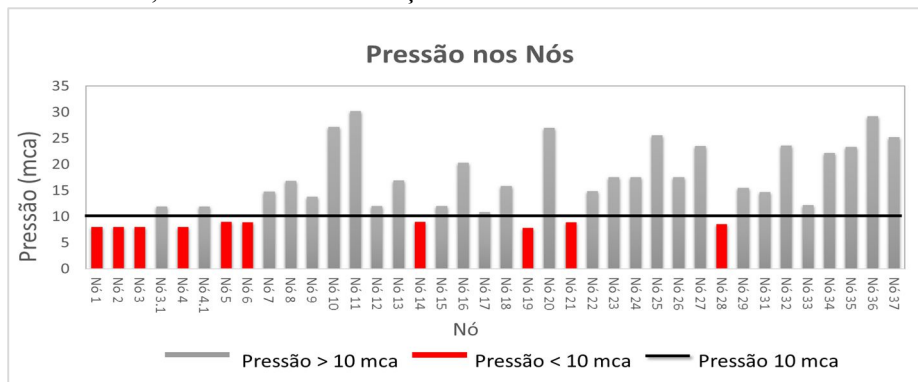


Figura 3: Pressões encontradas nos nós da rede de abastecimento de água de Alter do Chão, Pará, Brasil.

A pressão mais alta encontrada na rede foi de 30,13 mca expressa no Nó 11 (Figura 6). De acordo com Beregula (2018) apesar de estabelecido pela norma as pressões mínimas e máxima na rede de 10 e 50 mca respectivamente, essa faixa pode ser bastante flexível. As pressões afetam diretamente o custo de bombeamento e o volume de água perdido nos vazamentos em sistemas de abastecimento de água. Pois, em setores onde as pressões são baixas geram reclamações e insatisfação dos usuários devido à falta de água, e setores com alta pressão sofrem com os rompimentos de rede e toda a problemática que a manutenção em uma tubulação gera, aumentando significativamente as perdas em vazamentos (TSUTYA, 2006). Neste caso, as pressões encontradas na rede de distribuição, no geral mostram-se aceitáveis.

No gráfico de isolinhas gerado na plataforma do EPANET, são demonstradas as zonas de pressão. A cor vermelha indica a zona onde ocorre as pressões abaixo de 10 mca na localização da rede, as demais cores representam outros valores de pressão, consideradas adequadas para o abastecimento (Figura 4).

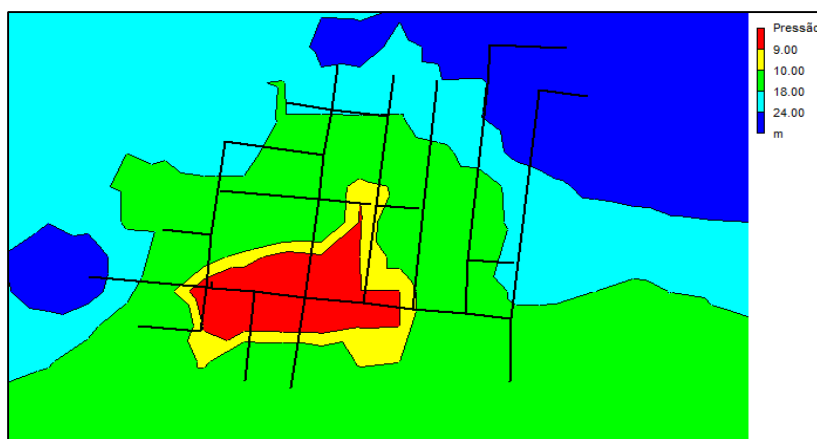


Figura 4: Isolinhas das pressões da rede de distribuição de água de Alter do Chão, Pará, Brasil.

Nos trechos da rede de distribuição foram analisados os dados do aspecto hidráulico de vazão (Figura 5), podemos observar pelas canalizações em azul onde estão concentradas as maiores vazões existente na rede. O Epanet não acusou vazões negativas no sistema. As vazões nos trechos encontradas na simulação mostram que a ferramenta evidencia que as maiores vazões estão nas tubulações de diâmetros maiores (200 mm e 100 mm). Baseado nisso, considera-se que a carga hidráulica do reservatório e as tubulações, podem favorecer uma vazão satisfatória para o abastecimento da população. Como se trata de uma simulação de uma rede existente, o EPANET leva em consideração todas as condições desta, incluindo diâmetros na determinação da vazão.

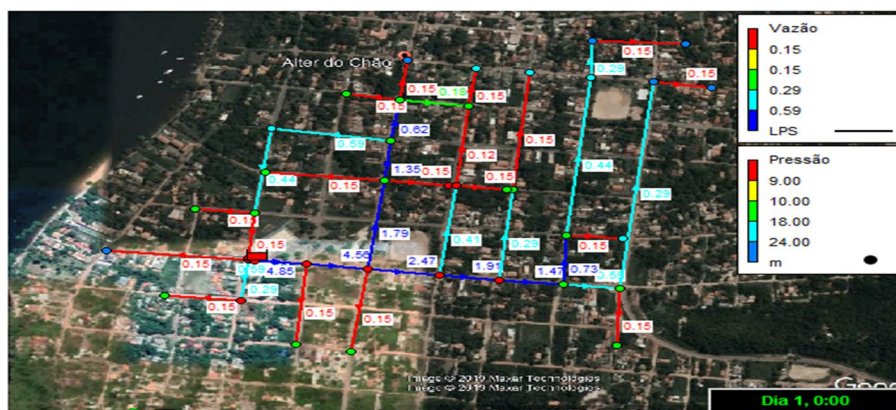


Figura 5: Pressões nos nós e as vazões nos trechos da rede de distribuição de água de Alter do Chão, Pará, Brasil.

Simulação Dinâmica

A realização da simulação dinâmica foi importante para visualizar o comportamento das pressões e vazões na rede ao longo do tempo. Na Figura 6 consta o gráfico de pressão do período da manhã, o qual mostra a variação de pressão em cada nó nos horários destacados por cores, nele podemos observar que o horário das 6 horas da manhã é o que apresenta menor pressão, indicando que este seria o horário de maior consumo de água neste período, os demais horários mostraram-se praticamente na mesma faixa, com oscilações nos pontos mais distantes. Já as vazões nesses mesmos horários são apresentadas na Figura 7, mostrando que os horários de maior vazão tratam-se de 6h às 8h da manhã, contrastando com o pico de menor pressão. A menor vazão é observada no horário das 10:00 horas da manhã, indicando um baixo consumo.

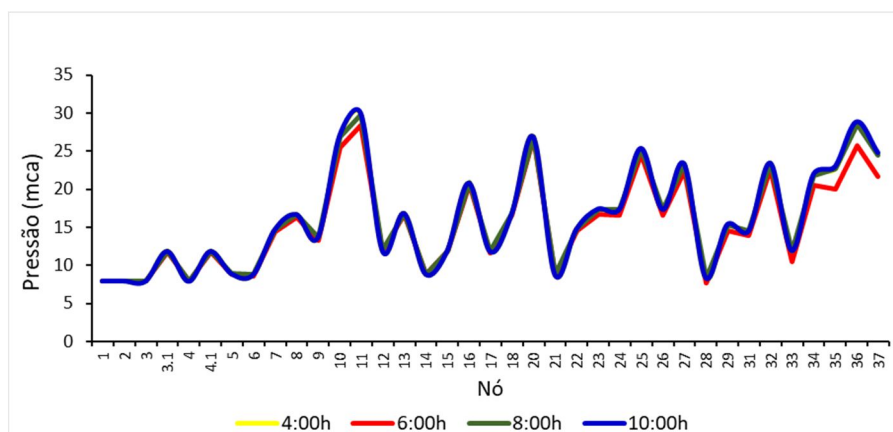


Figura 6: Pressão simulada nos nós no período da manhã para a rede de distribuição de água de Alter do Chão.

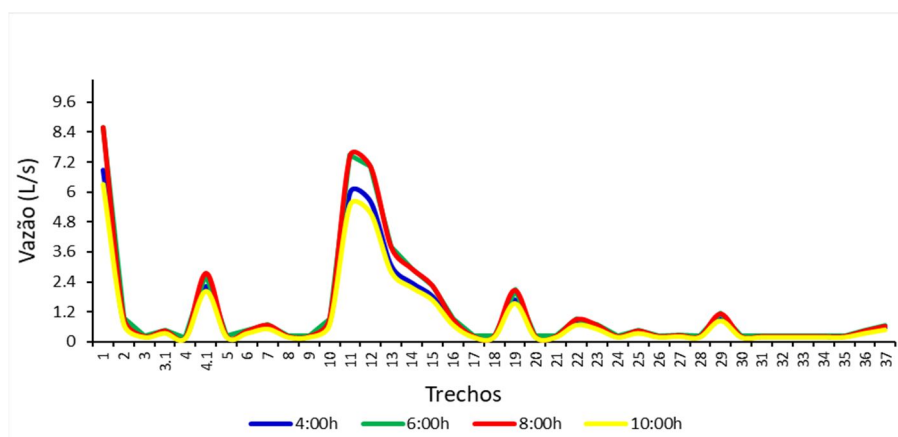


Figura 7: Vazão simulada nos trechos no período da manhã para a rede de distribuição de água de Alter do Chão.

Na Figura 8, é apresentada a pressão da rede no período da tarde, observa-se que as faixas de pressão na rede não oscilam muito, mas que no horário de 12h é apontado como o ponto de ocorrência de menor pressão. Verifica-se também que as

oscilações estão ocorrendo nos pontos mais distantes da localização do reservatório. No gráfico de vazão, são apontados que as maiores vazões acontecem nos horários de 12h e 18h da tarde (Figura 9).

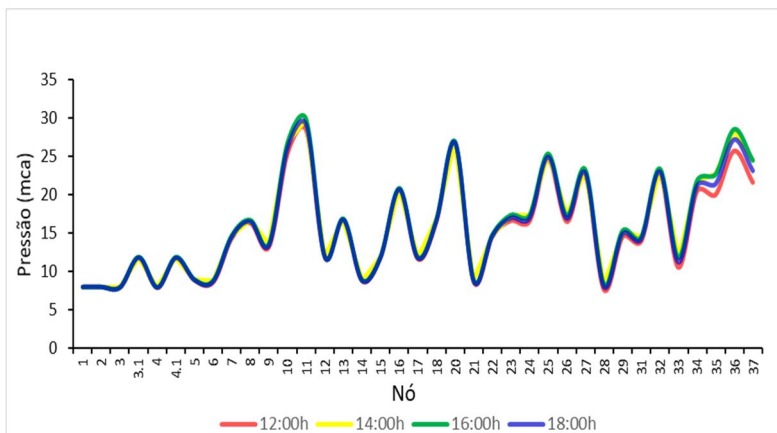


Figura 8: Pressão simulada nos nós no período da tarde para a rede de distribuição de água de Alter do Chão.

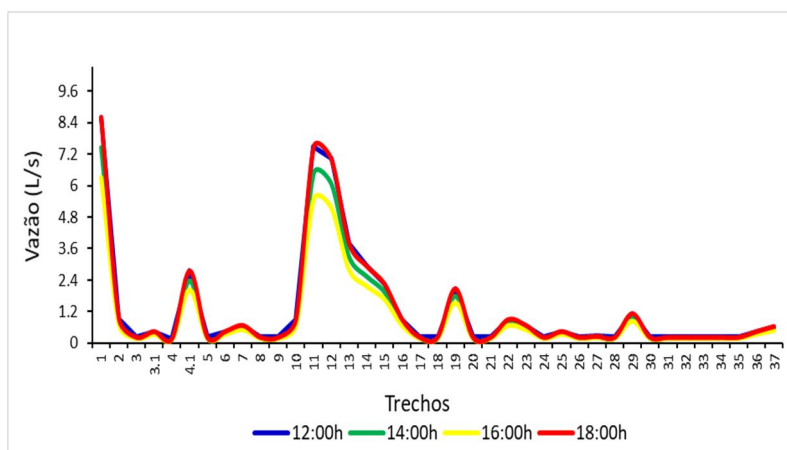


Figura 9: Vazão simulada nos trechos no período da tarde para a rede de distribuição de água de Alter do Chão.

O período da noite é mostrado nas Figuras 10 e 11, no primeiro gráfico estão evidenciadas as pressões nos nós, onde verifica-se que elas seguem o praticamente o mesmo regime de pressão em relação aos horários, demonstrando que esses são horários de maior pressão na rede, pois existe pouco consumo. No gráfico de vazão podemos observar com facilidade uma queda de evolução no período de 00:00h e 2:00h, e os picos de maiores vazões estão no horário das 20:00 horas.

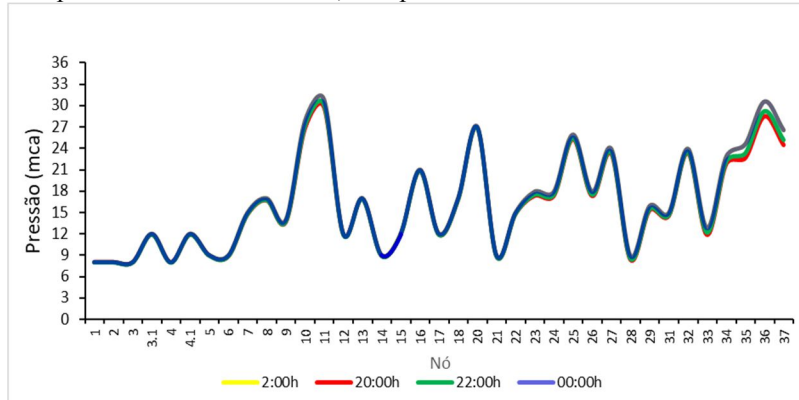


Figura 10: Pressão simulada nos nós no período da noite da rede de distribuição de água de Alter do Chão.

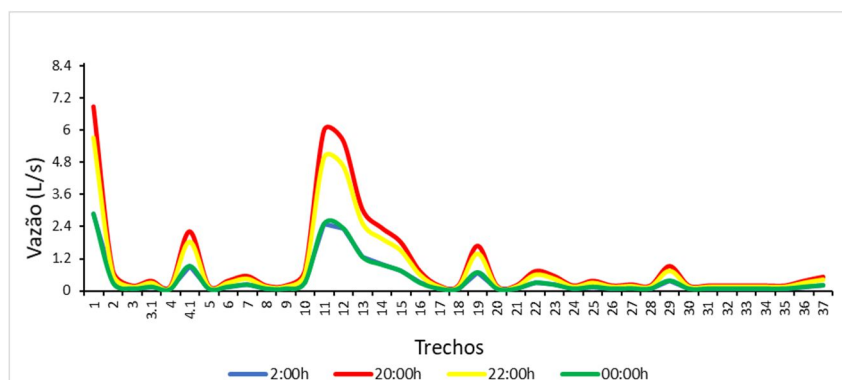


Figura 11: Vazão simulada nos trechos no período da noite para a rede de distribuição de água em Alter do Chão.

Durante a visita ao local de estudo para a obtenção dos dados estruturais, foi constatada a existência de muitas residências que são abastecidas pelo microsistema nas quais não chegam os condutos de distribuição, sendo abastecidas por longos ramais individualizados de diâmetros prediais, que são interligados nos condutos principais ou secundários e se encontram distanciados destes pontos de consumo em questão. Muitos desses ramais passam transversalmente por terrenos de terceiros. Essa pode ser uma característica encontrada em sistemas de abastecimento de água antigos que sofre ampliações sem critérios técnicos, devido ao crescimento populacional e a ocupação de novas áreas sem planejamento.

Destaca-se que as simulações foram realizadas em condições normais de abastecimento, sem considerar vazamentos que são recorrentes nos condutos, por se tratar de tubulações antigas, que colaboram também para a perda de pressão, bem como deixam o sistema em vulnerabilidade para contaminações. Além disso, como não existem medidores de consumo no sistema, não se sabe exatamente as condições de consumo do local, podendo este ser maior do que o considerado nesse estudo. Outro ponto questionável pode estar relacionado a vazão de captação de água, nas informações obtidas o poço quando construído tinha uma vazão de 22 m³/hora, sendo esta uma vazão suficiente para abastecer a população atual, porém a mesma pode ser comprometida pelo funcionamento do conjunto motor-bomba, ou uma mudança do nível dinâmico do poço com o tempo de exploração, para verificar esta situação seria necessário a realização de um ensaio de vazão no poço.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados das simulações não foram observadas irregularidades em relação a rede de distribuição de água, exceto nos casos citados sobre a ausência de condutos em determinadas áreas de abastecimento o que leva a implantação de muitos ramais extensos para o atendimento das residências. Estes resultados contribuem para a hipótese de que a problemática do abastecimento do microsistema de Alter do chão pode não se encontrar na rede de distribuição, pois os resultados constataram-se níveis de pressão e vazão que podem garantir o fornecimento de água. Porém, recomenda-se a obtenção de dados reais de consumo, pontos de vazamento e a situação do poço de captação.

A simulação na ferramenta Epanet foi realizada com êxito, obtendo-se como resultados os dados referentes a pressão e vazão de toda a rede lançada na plataforma, mostrando-se um ótimo recurso de avaliação e monitoramento de sistemas de abastecimento de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, E. C. L **Estudo de Caso do Abastecimento d'água Do município de Santarém no Pará**. Universidade Federal do Pará - UFPA. Belém-Pá, 2015.
2. Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR 12218**: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público - Procedimento. Rio de Janeiro 2017.
3. BEREGULA, R. L. **Uso do Epanet para Determinar Pressões de Serviço da Rede de Abastecimento de Água De Lucas Do Rio Verde – MT**. CUIABÁ, 2018.
4. BRASIL. **Lei nº 14.026 de 15 de Julho de 2020**: atualiza o marco legal do saneamento básico. Brasília, Diário Oficial da União de 15 de julho de 2020.
5. GOMES, H. P. (Org.). **Sistemas de bombeamento: eficiência energética**. 1. ed. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba - UFPB, 2009. 277 p.
6. ROSSMAN, L. A. **Epanet 2.0: Manual do Usuário**. Tradução de Heber Pimentel Gomes e Moisés Menezes Salvino; Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento; Universidade Federal da Paraíba, UFPB. 2009

7. SANTARÉM, Prefeitura Municipal. Companhia de Saneamento do Pará – COSANPA. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário**. Santarém-PA, 2012
8. TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. 4. ed. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Saneamento, 2006.