

XI-037 - ESTUDO DE OTIMIZAÇÃO OPERACIONAL DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO DISTRITO DO RIO VERMELHO – REDUÇÃO DE PERDAS DE ÁGUA

Chélsa Eichholz Marchi⁽¹⁾

Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Andréia Senna Soares⁽²⁾

Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina. Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina. Engenheira na Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

Guilherme Violato Giroi⁽³⁾

Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina. MBA em Gestão de Projetos pela Universidade do Vale do Itajaí.

Bruno Comunello Eleotero⁽⁴⁾

Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina. Engenheiro na Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

Endereço⁽¹⁾: Rua Jair Hamms, 38 Sala 605B Edifício ATRIUM - Pedra Branca - Palhoça – Santa Catarina - CEP: 88137-084 - Brasil - Tel: +55 (48) 3286-0066 - e-mail: chelseamarchi@gmail.com

RESUMO

Por meio do software de modelagem hidráulica *WaterGems*, foi possível elaborar um plano de atualização de redes de água e modificações operacionais para os próximos 20 anos, com foco na redução das perdas de água na região do distrito do Rio Vermelho, localizado ao norte do município de Florianópolis. Além disso, com a utilização da ferramenta *Darwin Calibrator* do *WaterGems*, foi possível mapear as regiões críticas do sistema e que merecem ações imediatas para a redução de boa parte das perdas de água.

A região de estudo apresenta aproximadamente 6.400 ligações e recebe grande incremento de população no período de verão. Atualmente, o abastecimento de água é feito pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) por meio de quatro poços de água subterrânea: Canto das Corujas, Círio, Moinho do Rio Vermelho e Moçambique, além de eventual reforço feito pelo poço Dunas Verdes.

Foram levantados e calculados 9 indicadores SNIS referentes a perdas. O consumo médio per capita calculado no Rio Vermelho é de 111,64 L/hab.dia e o índice de perdas por ligação ficou em 288,85 (L/dia)/Ligação. Por meio do balanço hídrico calculado, estima-se que dos 45% de perdas de água apontados pelo modelo, 27% sejam em decorrência de fraudes e imprecisão dos micromedidores e 73% sejam devido aos vazamentos de água.

Como forma de auxiliar a gestão das medidas de ação e o desenvolvimento de metas ao longo do tempo, foi utilizado, em complemento ao software de modelagem, o uso integrado de indicadores de desempenho e balanço hídrico, resultando em um plano de ação de combate às perdas de água formatado com 6 pilares principais. Esse plano busca solucionar os problemas da região, a qual apresenta altas pressões em períodos de baixo consumo e baixas pressões em período de alto consumo, além de alta perda real de água.

PALAVRAS-CHAVE: Perdas de Água, Sistemas de Abastecimento, Modelagem Hidráulica, Indicadores de Desempenho, Balanço Hídrico.

INTRODUÇÃO

O distrito do Rio Vermelho, área do presente estudo, está localizada na cidade de Florianópolis, no norte da ilha. O bairro possui uma população estimada de 20.600 habitantes, mas recebe um incremento de turistas na temporada de verão aumentando em 50% o contingente populacional. O abastecimento de água é feito pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) por meio de 4 poços de água subterrânea: Canto das Corujas, Círio, Moinho do Rio Vermelho e Moçambique, além de eventual reforço do poço Dunas Verdes, quando necessário. O número de ligações de água é de aproximadamente 6.400 e apresenta cerca de 7.400 economias.

A modelagem hidráulica computacional, principal meio de trabalho para a realização do presente estudo, é o processo de “construir” o sistema de água dentro de um software e fazer com que o mesmo represente ao máximo as condições do sistema real, podendo-se prever situações para novas condições como, por exemplo, o aumento de consumo de água devido ao aumento da população de uma região ao longo do tempo. A modelagem hidráulica é uma eficaz ferramenta de gestão de sistemas de abastecimento de água uma vez que permite ao usuário simular diversos cenários reais e testar possibilidades visando orientar as intervenções físicas no sistema através das melhores respostas dadas pelo software, economizando recursos da companhia e otimizando os serviços prestados. Neste estudo, além do auxílio na quantificação e localização das perdas de água no sistema, a modelagem hidráulica viabilizou a análise dos cenários futuros com base no estudo de previsão populacional realizado.

Portanto, o estudo realizado no distrito do Rio Vermelho em Florianópolis/SC tem por objetivo diagnosticar e indicar melhorias operacionais para o sistema de abastecimento de água da região citada. Para tal, foram realizadas medições em campo de vazão e pressão e foi utilizada a ferramenta de modelagem hidráulica computacional *WaterGems*. Além das melhorias operacionais, como resultado do estudo, foram aplicados indicadores de desempenho e o cálculo da matriz de balanço hídrico e foi proposto um plano de ação que elenca as metas visando garantir o abastecimento de água na região para os próximos 20 anos com foco na redução de perdas de água.

METODOLOGIA

O software de modelagem é responsável por processar todas as informações da rede que foram inseridas como dados de entrada (diâmetro e posição das tubulações, dados de consumo de água, funcionamento de bombas e válvulas, entre outras) e fornecer uma saída (resposta), como por exemplo, a pressão em determinado ponto da rede, vazão de água em determinado trecho, variação do nível de determinado reservatório e assim por diante.

Atualmente, existem duas soluções principais de mercado disponível para realizar este trabalho. Uma delas é o software livre EPANET e a outra é o software *WaterGEMS*, da Bentley. Neste projeto foi utilizado o software proprietário Bentley *WaterGEMS*, utilizado pela CASAN em seus projetos. Esse software apresenta ferramentas facilitadas de integração para a importação de cadastro de redes (GIS, CAD), importação de cotas e de distribuição de demandas de água assim como ferramenta de gerenciamento de cenários, que permite ao usuário testar diversas alternativas operacionais dentro do mesmo arquivo, proporcionando maior agilidade no processo de construção e análise.

Além da análise de cadastros técnicos e históricos de consumo para a construção e alimentação do modelo hidráulico, foram realizadas medições de vazão e pressão para a calibração do modelo hidráulico, importantes também para o cálculo dos indicadores iniciais e para a estruturação do balanço hídrico. Para realizar as medições de vazão, foram utilizadas três maletas pitométricas e um macromedidor. Cada um dos quatro equipamentos foram instalados na saída dos quatro poços que abastecem a região, exceto o poço Dunas Verdes, o qual estava inativo durante o período de medições. Já para o monitoramento das pressões, foram instalados três dataloggers de pressão, além dos cinco pontos de controle permanente que a CASAN possui na região. As medições de campo foram realizadas em julho de 2016. A Figura 1 mostra os equipamentos de medição de vazão e pressão instalados no Rio Vermelho.



Figura 1: Equipamentos instalados no Rio Vermelho. (a) Maleta pitométrica (b) Datalogger de pressão.

De posse das medições, foi utilizado o software de modelagem para processar os dados e espacializar as vazões e pressões no sistema. O processo de calibração, o qual consiste em comparar os resultados de campo com os simulados pelo software, foi realizado através da ferramenta *Darwin Calibrator*, a qual permite calibrar automaticamente o modelo com intuito de validar o seu uso nas simulações dos cenários futuros. A estruturação dos cenários futuros foi realizada mediante estudo de crescimento populacional com base em dados históricos e no Plano Diretor do município de Florianópolis, além de considerar a redução gradativa das perdas de água, chegando em 25% ao final do plano conforme metas da CASAN para os próximos 20 anos.

Para a construção da matriz do balanço hídrico foi utilizada a planilha *WB-EasyCalc*, ferramenta utilizada para a aplicação da metodologia de perdas de água desenvolvida pela IWA – *International Water Association*.

Os indicadores a serem utilizados são todos pertencentes ao SNIS e foram julgados relevantes para o desenvolvimento do estudo de perdas. O SNIS utiliza a referência “IN”, sendo que todos os indicadores selecionados são do tipo *Operacionais – Água*. São eles: Índice de perdas de faturamento, Consumo de água faturado por economia, Consumo médio per capita de água, Índice de faturamento de água, Índice de perdas na distribuição, Índice bruto de perdas lineares, Índice de perdas por ligação, Índice de consumo de água e Consumo médio de água por economia.

RESULTADOS E ANÁLISES

Após realizar as campanhas de medição de campo, foi escolhido um dia de dados para realizar a calibração do modelo. A Figura 2 mostra o comportamento da vazão para cada um dos 4 poços durante o dia escolhido.

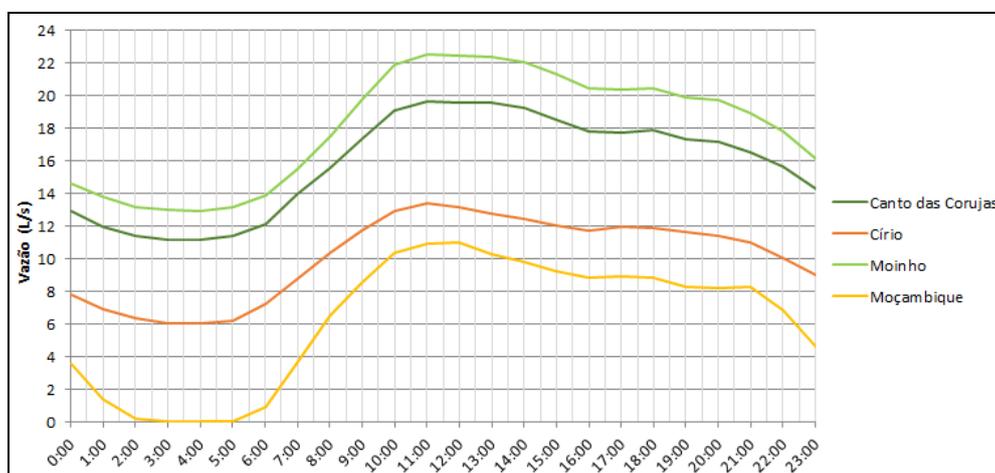


Figura 2: Vazão medida na saída dos poços ao longo do dia escolhido para a calibração.

A Figura 3 mostra o resultado da simulação hidráulica para vazão e pressão para o principal poço antes da calibração em vermelho e após a calibração, em verde, em relação à medição de campo (pontos em azul). Para todos os pontos de controle de vazão e pressão o ajuste das curvas foi considerado ótimo, mostrando que o modelo está preparado para ser utilizado nas análises presentes e futuras.

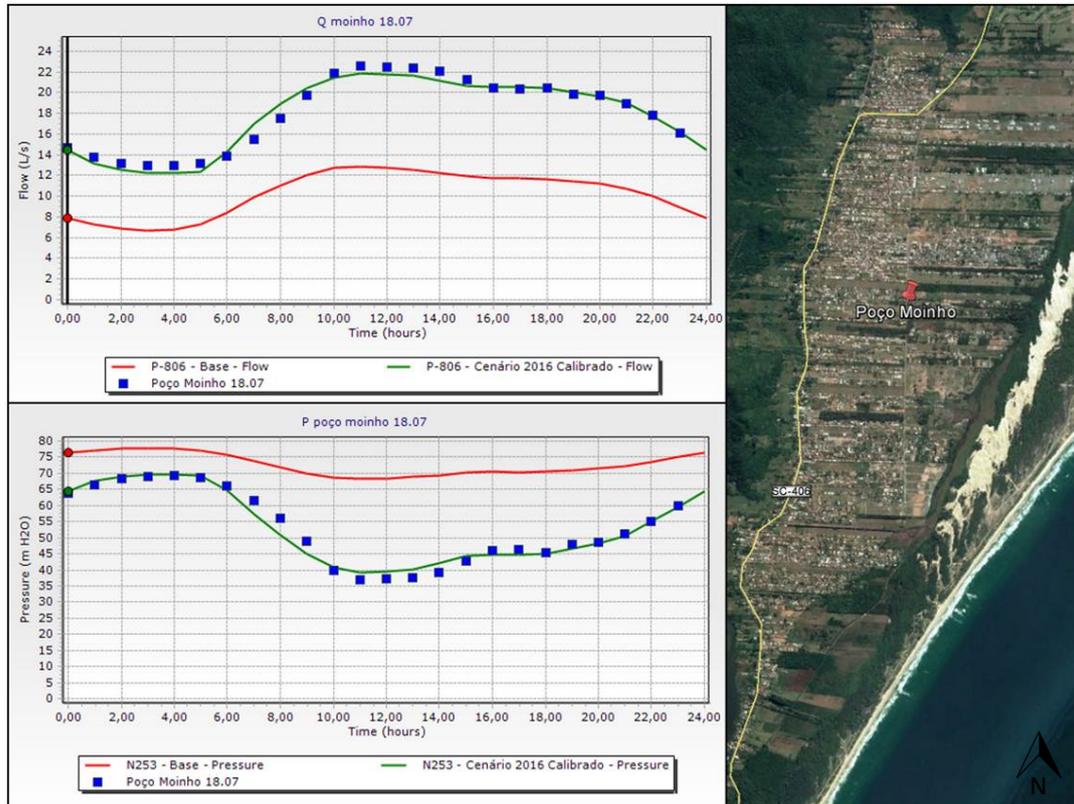


Figura 3: Resultado da simulação para vazão e pressão no poço Moinho.

O resultado da análise de pressões atuais do sistema mostra que há um descompasso horário das pressões visto que nos horários de menor consumo as pressões estão muito elevadas enquanto que no horário de alto consumo as pressões ficam abaixo de 10 m.c.a em muitos pontos. A Figura 4 ilustra as pressões do cenário atual nos dois horários críticos e os pontos com maior probabilidade de haver vazamentos no sistema indicados pelo algoritmo de análise de dados do software *WaterGems*, o qual considera a diferença entre as vazões medidas e simuladas antes do processo de calibração.

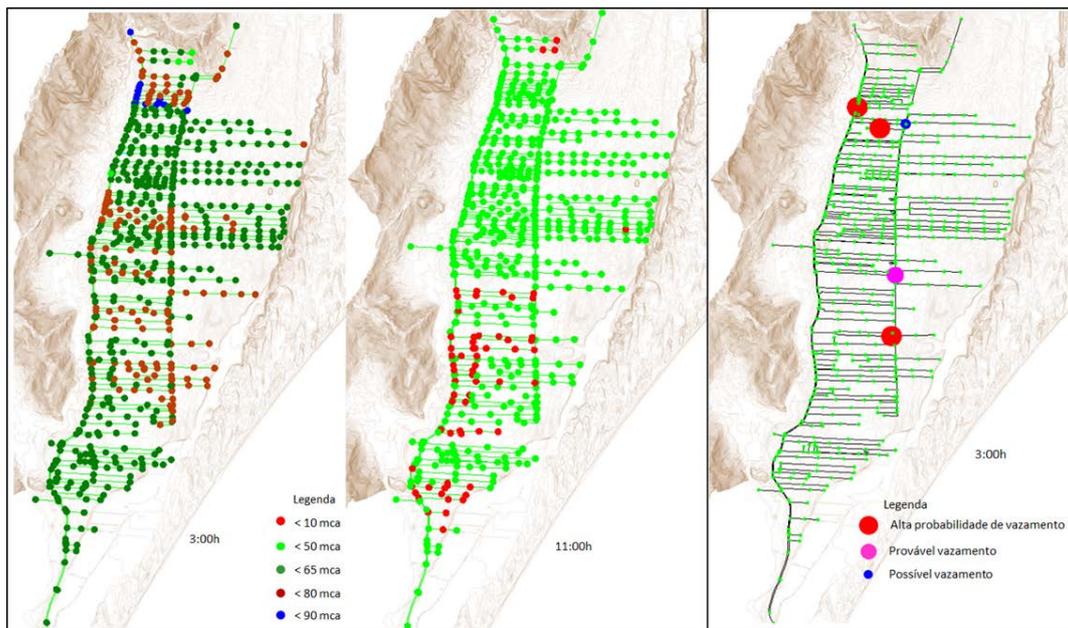


Figura 4: Distribuição da pressão nos horários de menor e maior consumo e pontos de maior probabilidade de haver vazamentos para julho/16.

Com intuito de manter as pressões entre 10 e 50 m.c.a. para todos os horários e anos do estudo, foram propostas melhorias que incluem a colocação de conversores de frequência na saída dos poços para o controle das altas pressões da madrugada, adição de novos poços conforme necessidade, visto que a vazão máxima de cada poço é de 20 L/s, reforço das redes para adequação das perdas de carga e o reposicionamento do *booster*, onde estão concentrados a maioria dos pontos de maior probabilidade de haver vazamentos devido às altas pressões de saída. A Tabela 1 mostra a compilação de todas as modificações apontadas para cada ano do estudo.

Tabela 1: Modificações apontadas para o sistema de abastecimento de água do Rio Vermelho.

| Ação | 2017 | 2021 | 2026 | 2031* |
|-------------------------------|--|---|--|---|
| 1 - Booster | Reposicionamento do Booster | - | - | - |
| 2 - Reforços | 7.082 metros entre diâmetros de 50 a 200 mm | 2.486 m entre diâmetros de 50 a 200 mm | 394 m entre diâmetros de 50 a 200 mm | 6.763 m entre diâmetros de 50 a 200 mm |
| 3 - Poços | Adição do Poço Dunas Verdes e do Novo Poço para complementar a demanda de pico | - | Adição do Poço Edmundo I para complementar a demanda de pico | Adição do Poço Edmundo II para complementar a demanda de pico |
| 4 - Conversores de frequência | Instalação de conversores de frequência nos poços Canto das Corujas, Moinho e Dunas Verdes | Instalação de conversor de frequência no poço Círio | - | - |

*Em 2036 não há modificações a serem feitas.

Além disso, foram levantados todos os pontos de funcionamento das bombas dos poços e do *booster* para o período de maior demanda nos anos avaliados, ficando a cargo da companhia avaliar se o conjunto presente em cada momento atende satisfatoriamente ao ponto dimensionado ou se há necessidade de troca.

Os resultados da matriz do balanço hídrico com os dados de julho de 2016 podem ser visualizados na Figura 5. O índice de perdas de água no distrito do Rio Vermelho foi de 45% no período estudado, sendo que destes, 73% são perdas reais, ou seja, por vazamentos em redes e ramais e 27% perdas aparentes, principalmente, por imprecisão dos medidores.

Para estimar as perdas aparentes, foi feita uma avaliação do histórico de fraudes e ligações clandestinas bem como foi realizado um estudo a fim de avaliar a situação dos hidrômetros da região. O parque de hidrômetros possui idade média de 5 anos, sendo que 25% deles possuem tempo de instalação maior que esse período. Ainda, o estudo mostrou que há necessidade de troca, ainda em 2017, de 51% do parque por motivo de má eficiência de leitura, seja por estar mal dimensionado ou por ser antigo.

Para complementar a análise, por meio dos dados históricos de volumes micromedidos, foram identificadas que 1,5% das ligações de água apresentam consumo igual a 0 m³ há mais de 120 dias. Por ser uma região de praia, sabe-se que é natural ter casas em que isso possa acontecer. Porém, é necessário verificar todas essas unidades para certificar se esse é o caso ou se há alguma irregularidade.

| | | | | |
|--|---|--|--|---|
| VOLUME DE ENTRADA NO SISTEMA 128.667 m ³ /mês 100% | CONSUMO AUTORIZADO 71.368 m ³ /mês 55% | CONSUMO AUTORIZADO FATURADO 71.368 m ³ /mês 100% | CONSUMO FATURADO MEDIDO 71.368 m ³ /mês 100% | ÁGUA FATURADA 71.368 m ³ /mês 55% |
| | | | CONSUMO FATURADO NÃO MEDIDO 0 m ³ /mês 0% | |
| | PERDAS DE ÁGUA 57.299 m ³ /mês 45% | CONSUMO AUTORIZADO NÃO FATURADO 0 m ³ /mês 0% | CONSUMO NÃO FATURADO MEDIDO 0 m ³ /mês 0% | ÁGUA NÃO FATURADA 57.299 m ³ /mês 45% |
| | | | CONSUMO NÃO FATURADO NÃO MEDIDO 0 m ³ /mês 0% | |
| | | PERDAS APARENTES 15.207 m ³ /mês 27% | FRAUDES E LIGAÇÕES CLANDESTINAS 4.501 m ³ /mês 30% | |
| | | | IMPRECISÃO DOS MEDIDORES 10.705 m ³ /mês 70% | |
| PERDAS REAIS 42.092 m ³ /mês 73% | VAZAMENTOS DE REDES E RAMAIS 42.092 m ³ /mês 100% | | | |

Figura 5: Matriz do balanço hídrico para a referência julho/2016.

Os resultados obtidos por meio do cálculo dos indicadores estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 2: Cálculo dos indicadores de desempenho com dados de julho/2016.

| CÓDIGO SNIS | INDICADORES SNIS UTILIZADOS | RESULTADO | UNIDADE |
|--------------------|---------------------------------------|------------------|--------------------------------|
| IN ₀₁₃ | Índice de perdas de faturamento | 27 | (%) |
| IN ₀₁₇ | Consumo de água faturado por economia | 12,56 | (m ³ /mês/economia) |
| IN ₀₂₂ | Consumo médio per capita de água | 111,64 | (l/habitante.dia) |
| IN ₀₂₈ | Índice de faturamento de água | 73 | (%) |
| IN ₀₄₉ | Índice de perdas na distribuição | 44,53 | (%) |
| IN ₀₅₀ | Índice bruto de perdas lineares | 16,96 | (m ³ /dia.km) |
| IN ₀₅₁ | Índice de perdas por ligação | 288,85 | (l/dia/ligação) |
| IN ₀₅₂ | Índice de consumo de água | 55,47 | (%) |
| IN ₀₅₃ | Consumo médio de água por economia | 9,60 | (m ³ /mês/economia) |

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Por meio do uso integrado de indicadores de desempenho, balanço hídrico e modelagem hidráulica, foi possível traçar estratégias de combate às perdas de água e apresentar modificações físicas e operacionais que devem ser efetuadas de modo que o abastecimento de água da região do Rio Vermelho seja inteiramente garantido e eficiente até o ano de 2036. Recomenda-se, no entanto, que estudos de reservação sejam desenvolvidos com intuito de maximizar a utilização dos poços e aumentar a eficiência energética das bombas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALEGRE, H.; BAPTISTA, J.; HIRNER, W.; & PARENA, R. *Indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água*. Lisboa, Portugal. IWA Publishing, 2004.
2. COELHO, S. T.; LOUREIRO, D.; ALEGRE, H. *Modelação e análise de sistemas de abastecimento de água*. Instituto Regulador de Água e Resíduos, Portugal: 2006.
3. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES DE SANEAMENTO. *Glossário de Informações*. Brasília: SNIS, 2014. Disponível em: <www.snis.gov.br>. Acesso 24 setembro, 2016.
4. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES DE SANEAMENTO. *Relação de Indicadores*. Brasília: SNIS, 2014. Disponível em: <www.snis.gov.br>. Acesso em 24 setembro, 2016.
5. TSUTIYA, M. T. *Abastecimento de água*. 3ª Edição. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.
6. WORLD BANK - WB, *Software WB – Easy Calc*, Version 1.17, 2006. Disponível em: <www.liemberger.cc>. Acesso em 5 outubro, 2016.