

XI-038 - DESAFIOS NA SETORIZAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA COSTA NORTE EM FLORIANÓPOLIS/SC PARA CONTROLE E REDUÇÃO DE PERDAS

Andréia Senna Soares⁽¹⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Engenharia Ambiental pela mesma universidade. Engenheira na Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

Sheila Karoline Kusterko

Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Engenharia de Produção pela mesma universidade. Engenheira na Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

Rodrigo Henrique

Técnico em Saneamento pelo Instituto Federal de Santa Catarina. Estudante de graduação em Engenharia Civil pela Sociedade Educacional de Santa Catarina (UNISOCIESC). Técnico em Saneamento na Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

Joana Andrezza Claudino dos Santos

Estudante de graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Estagiária na Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

Endereço⁽¹⁾: Rua Quinze de Novembro, 230 – Balneário do Estreito – Florianópolis – SC CEP: 88075-220 – Brasil – Tel (48) 3221-5891 – e-mail: asoares@casan.com.br

RESUMO

O controle de perdas por meio da criação de distritos de medição e controle (DMC) requer investimentos e esforços significativos, tanto a curto prazo, para o planejamento e implementação das ações, como a longo prazo, monitorar e controlar o sistema em termos de funcionamento, análise de dados e agilidade na localização e conserto de vazamentos. Este estudo teve como objetivo setorizar o Sistema de Abastecimento de Água Costa Norte, em Florianópolis/SC, a fim de controlar e reduzir as perdas neste SAA. Nessa primeira etapa foram propostos 8 DMC: 1- Ratoles, 2 – Daniela, 3 – Praia Brava, 4 – Vargem Pequena, 5 – Praia do Forte, 6 – Cachoeira do Bom Jesus, 7 – Lagoinha e 8 – Santinho, sendo acompanhados atualmente os DMC 1 a 4. O DMC 1 apresenta constantes vazamentos, possivelmente por falta de qualidade de execução durante a obra da adutora principal do bairro. O DMC 7 registra as vazões fornecidas a este setor e ao DMC 3. Através do monitoramento diário, foram observadas vazões similares nestes DMC e constatada manobra de registro sem autorização, que desfez a delimitação hidráulica do DMC 7, um dos principais problemas detectados no monitoramento e controle de setores operacionais. Foi também criada equipe de busca por vazamentos ocultos, cujo trabalho teve início no DMC 4, devido as vazões mínimas noturnas ficarem próximas as vazões máximas diárias. A principal ação realizada foi a substituição de um trecho de rede que se encontrava em terrenos particulares e áreas pantanosas, inviabilizando o geofonamento. Durante a execução foram encontradas ligações clandestinas, cortadas durante o procedimento. Depois da substituição de rede, as vazões mínimas noturnas reduziram de 7,26 para 3,21 l/s, mas ainda são necessárias fiscalizações comerciais. Por meio do cálculo de indicadores de desempenho do SNIS, foi observado um maior consumo de água na temporada de verão. Destaca-se o DMC 3, que em janeiro/2017 apresentou o ID IN022 e IN053 iguais a 158,7 l/hab.dia e 19,7 m³/mês/economia, respectivamente, e no mês de março valores 43% menores. Em relação a perdas de água o DMC 4 foi o setor que apresentou os maiores valores para os IDs IN049, IN050 e IN051 iguais a 52,8%, 24,5 m³/dia.km e 636,1 litros/dia/ligação, nessa ordem, em abril/2017. Outro fator interessante é que o DMC 3 apresenta um ID IN051 de 5 a 16 vezes maior que os outros setores, devido à proporção entre o número de ligações e economias ser significativa, comparado a outros setores. É importante sempre observar o contexto de cada DMC e não avaliar um ID isoladamente para evitar interpretações errôneas.

PALAVRAS-CHAVE: Perdas de água, Setorização, Indicador de Desempenho, Controle e Monitoramento

INTRODUÇÃO

A necessidade pela prestação de um serviço eficiente e de qualidade é critério básico no atual cenário mundial, tendo em vista o aumento da demanda de água e a crise hídrica em muitos países (KUSTERKO, ENSSLIN; ENSSLIN, 2015). Diante disso, a gestão de perdas em sistemas de abastecimento se mostra relevante a todos os serviços de água (KUSTERKO et al, 2018). Mutikanga et al. (2010, p. 471) percebem que este problema é mais acentuado nos países em desenvolvimento, com infraestrutura envelhecida e recursos inadequados para uma gestão de ativos eficaz.

De acordo com Mutikanga, Sharma e Vairavamoorthy (2013), existem diferenças no foco das perdas em cada país. Geralmente países mais desenvolvidos têm focado em controle de vazamentos, enquanto países menos desenvolvidos se preocupam com perdas aparentes. Quanto às perdas reais, cabe às empresas de saneamento investir em manutenção preventiva, controle de qualidade de obras e materiais, agilidade e priorização no conserto de vazamento, busca por vazamentos invisíveis, modernização de equipamentos, capacitação de equipes, manutenção preventiva, dentre outros (LAMBERT, 2000, MUTIKANGA; SHARMA; VAIRAVAMOORTHY, 2011a, 2011b, MARQUES; MONTEIRO, 2003).

Para Lambert (2000), métodos de avaliação das perdas reais, além de balanços hídricos, incluem: análise vazões noturnas; registros de vazamentos quanto ao número, tipos, suas vazões médias e durações e; modelagem que permitam simular os acontecimentos de vazamento e pressão.

Uma gestão ativa para controle de perdas de água só é possível utilizando a setorização, em que o sistema como um todo é dividido em diversos subsistemas em que as perdas de água podem ser calculadas individualmente. Estes subsistemas, denominados de distritos de medição e controle (DMC), devem ser hidráulicamente isolados de modo que seja possível calcular o volume de água não faturado dentro do DMC. Utilizar a setorização permite aos operadores de rede gerenciar o sistema de forma mais eficaz em termos de controle de pressão, qualidade da água e quantificar a água não faturada (FARLEY et al., 2008)

A abordagem tradicional de controle de vazamentos é passiva, são reparados vazamentos apenas quando se tornam visíveis. O desenvolvimento de instrumentos acústicos melhorou significativamente esta situação, permitindo a localização de vazamentos invisíveis. Entretanto, a utilização desses equipamentos em toda a rede é uma atividade que demanda investimentos elevados e tempo. A criação de DMC faz-se necessária, otimizando o tempo e os investimentos nos setores com maiores necessidades. Para esta escolha é utilizado o método das vazões mínimas noturnas (ALEGRE et al., 2004).

Como forma de avaliar o nível de serviço de uma empresa de saneamento, Alegre et. al. (2004) aponta a utilização de indicadores de desempenho (ID), sendo esses um instrumento de apoio, de uma forma mais simplificada, do monitoramento da eficiência e da eficácia da empresa. Silva (2003) acrescenta que os ID permite um ganho rápido em sensibilidade provendo meios unificados de diagnóstico, sendo uma valiosa ajuda para planejar, operar e reabilitar sistemas de distribuição de água.

As informações contidas no indicador de desempenho, inevitavelmente, fornecem uma visão parcial da realidade da gestão da empresa, não incorporando toda a sua complexidade. Assim, o seu uso descontextualizado pode levar a interpretações errôneas. A análise de indicadores deve ser sempre associada a um contexto com conhecimento de causa e das características mais relevantes do sistema e da região (ALEGRE et al., 2004). Soares, Dalsasso e Trennepohl (2015) ressaltam em seu trabalho a importância da utilização dos ID na comparação entre setores e outras empresas no diagnóstico da gestão de uma empresa de saneamento ao longo do tempo.

Este estudo teve como objetivo a setorização do Sistema de Abastecimento de Água Costa Norte, em Florianópolis/SC. Como objetivos específicos, pretendeu-se: avaliar as condições técnicas e operacionais para implantação da setorização e dificuldades encontradas; monitoramento dos dados dos DMC criados; redução das vazões mínimas noturnas através de busca por vazamentos ocultos e análise de indicadores de desempenho.

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada na cidade de Florianópolis/SC e é atendida pelo Sistema de Abastecimento de água Costa Norte (SCN) operado pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), apresentada na Figura 1. A água destinada ao abastecimento da região é fornecida principalmente por captações subterrâneas. Na alta temporada de verão, pequenos sistemas de captação superficial e subterrânea incrementam a vazão para a região. Em 2016, a vazão média mensal máxima foi de 600 L/s (mês de dezembro) e mínima de 321 L/s (mês de maio), sendo que apenas o sistema principal possui medição de vazão, os sistemas menores possuem a vazão estimada por medições pontuais. O número de ligações de água total do sistema é de 31.185 e 58.785 economias (dez/2016) e uma estimativa do indicador perdas de água na ordem de 40%.

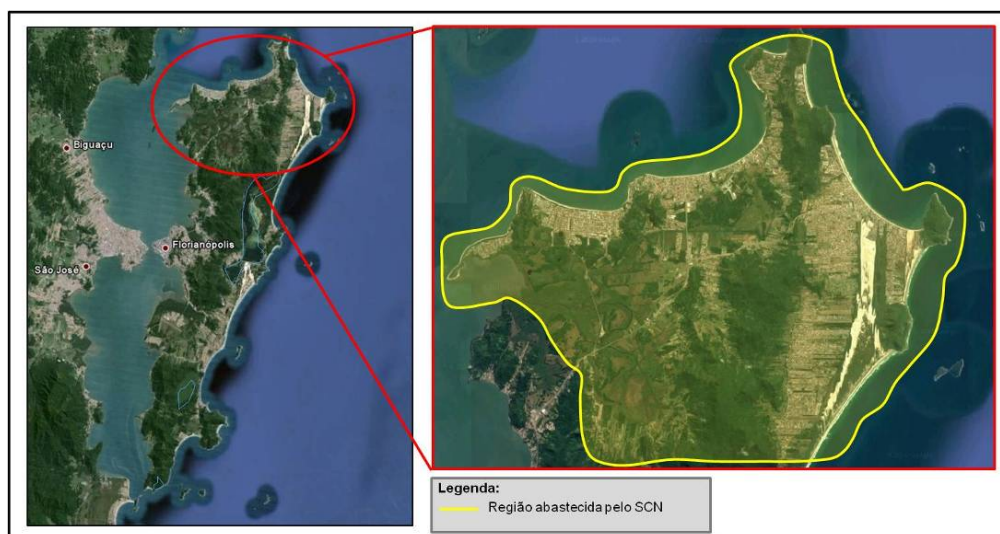


Figura 1 - Localização da área de estudo.

PROCESSO DE SETORIZAÇÃO

Este estudo teve início em 2014, após uma temporada de verão com diversos problemas de desabastecimento em determinadas regiões do Sistema Costa Norte. Foi levantada a necessidade de se setorizar o sistema a fim de se entender melhor a distribuição das vazões e pressões e levantar as medidas necessárias para combater perdas físicas e reduzir os transtornos causados pelo aumento da demanda no verão. Desde o início do processo, foi importante a participação multidisciplinar de várias gerências da empresa como a de políticas operacionais, operação, comercial, cadastro etc.

O processo de setorização do SCN foi conduzido conforme recomenda Farley et al. (2008), sendo, definir áreas menores denominadas Distrito de Medição e Controle (DMC), as quais são hidráulicamente delimitadas por meio de fechamentos de registros, naturalmente por limites geográficos ou avenidas e cuja fonte de abastecimento de água seja mensurável.

O estudo de setorização foi iniciado com a atualização do cadastro técnico de adutoras, redes de água, registros, bombeamentos, entre outros e delimitação prévia dos DMC com o auxílio da ferramenta *Autocad*. Como passo seguinte foram feitas visitas a campo para a identificação das interferências e dificuldades e definição dos pontos de controle e medição de pressão e vazão.

O SCN foi dividido em um total de 13 setores operacionais com necessidade de instalação de 27 macromedidores de vazão nas adutoras de água tratada, além de medições nos poços de captação e pequenos sistemas de tratamento de água. Com base nos recursos técnicos e financeiros disponíveis, foram definidas as regiões a serem executadas na primeira etapa, ano de 2016 e 2017. Como critério, foram selecionados os setores que já são hidráulicamente delimitados, ou seja, sem necessidade de grandes intervenções de rede e os

pontos de controle e medição próximos de locais com energia elétrica, como *boosters*, para a transmissão das informações por telemetria.

Outros fatores determinantes na escolha dos setores para a primeira etapa foram locais com frequentes rompimentos de rede e probabilidade de fraudes e ligações clandestinas de água. O conceito de setorização por DMC, apresentado anteriormente, favorece a análise dos dados de medição e delimita a procura por vazamentos, sendo estes encontrados de forma mais rápida, consequentemente, diminui o volume total de água perdida (FARLEY et al., 2008).

Foram propostos, inicialmente, 8 (oito) DMC no SCN: 1- Ratonos, 2 – Daniela, 3 – Praia Brava, 4 – Vargem Pequena, 5 – Praia do Forte, 6 – Cachoeira do Bom Jesus, 7 – Lagoinha e 8 – Santinho. Os DMC 1, 2 e 3 são atendidos pelo SCN, mas também possuem estações de tratamento de água (ETA) que operam durante a temporada de verão, assim como o DMC 8, que possui 2 poços que operam também em alta temporada (Figura 2). Esta situação precisou ser considerada no levantamento dos equipamentos, obras e intervenções necessárias.

As delimitações dos setores comerciais ainda não coincidem com os operacionais, dificultando a emissão de relatórios diretos do sistema com o número de ligações de água ativas, número de economias ativas, volume micromedido entre outros. Dessa forma, com o objetivo de se ter os dados, pontualmente, foram desenhados polígonos com a ferramenta GIS para o levantamento das informações conforme observado na Tabela 1, sendo estes para o mês de janeiro de 2017.

Tabela 1 - Dados de nº de ligações e economias totais e volume micromedido para os 8 DMC (1ª etapa).

Nº	DMC	Nº ligações totais	Nº economias totais	Volume micromedido em jan/2017 (m³)
S1	Ratonos	888	893	12.447
S2	Daniela	837	978	17.351
S3	Praia Brava	95	1297	25.523
S4	Vargem Pequena	517	723	9.894
S5	Praia do Forte	119	140	2.391
S6	Cachoeira do Bom Jesus	1033	2561	38.138
S7	Lagoinha	926	1605	23.020
S8	Santinho	2328	3874	48.569

Fonte: CASAN (2017).



Figura 2 - localização dos 8 DMC (1ª etapa projeto), macromedidores, ETA e poços.

CONTROLE E MONITORAMENTO DOS SETORES

O controle e o monitoramento dos setores operacionais estão sendo realizados pelo sistema supervisório ScadaBR da empresa. Ao final de todas as intervenções, é possível avaliar a vazão e pressão instantânea com a finalidade de agir de forma mais rápida na detecção de vazamentos e faltas de água, além de se gerar relatórios e gráficos que auxiliarão no plano de ação de combate as perdas e também no acompanhamento da vazão mínima noturna dos setores, principal indicador do nível de perdas reais.

A utilização da vazão mínima noturna para a determinação das perdas reais é vantajosa devido ao fato de que, no momento de sua ocorrência há pouco consumo e as vazões são estáveis (as caixas d'água domiciliares estão cheias), e uma parcela significativa do seu valor refere-se às vazões dos vazamentos, principalmente em áreas predominantemente residenciais (TSUTYIA, 2006).

INDICADORES DE DESEMPENHO

Os IDs utilizados nesse trabalho são pertencentes ao SNIS (Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento). Atualmente, o SNIS é a maior sistema de informações sobre a prestação de serviços de saneamento no Brasil, possuindo grande acervo de informações e indicadores relevantes no setor de saneamento, de caráter operacional, financeiro e gerencial, fornecidas pelos prestadores de serviços de saneamento de todo o país (BEZERRA, CHEUNG, 2013, P. 70). O SNIS utiliza a referência "IN", sendo que todos os indicadores selecionados são do tipo *Operacionais – Água*. Para o cálculo desses IDs foram utilizados dados dos macromedidores, dados de consumo micromedido, além dos dados do cadastro técnico e comercial da empresa para cada período de referência (Quadro 1).

Quadro 1: Indicadores SNIS selecionados.

CÓDIGO SNIS	INDICADORES SNIS UTILIZADOS	UNIDADE
IN ₀₂₂	Consumo médio per capita de água	(l/habitante.dia)
IN ₀₄₉	Índice de perdas na distribuição	(%)
IN ₀₅₀	Índice bruto de perdas lineares	(m ³ /dia.km)
IN ₀₅₁	Índice de perdas por ligação	((litro/dia)/ligação)
IN ₀₅₃	Consumo médio de água por economia	(m ³ /mês/economia)

Fonte: Brasil (2016)

RESULTADOS

EXECUÇÃO DA PRIMEIRA ETAPA SETORIZAÇÃO DO SISTEMA COSTA NORTE

A execução da primeira etapa da setorização do SCN, composta por 8 DMC, teve início com o levantamento dos equipamentos, obras e intervenções necessárias. A Tabela 2 apresenta para cada DMC, os pontos de medição de vazão, diâmetro e tipo de macromedidor, controle de pressão e sensoriamento remoto.

Para a execução da setorização foi necessário, inicialmente, consultar novamente os cadastros técnicos para identificar as adutoras e redes de distribuição existentes na entrada dos setores, material e diâmetro. Durante a delimitação foram identificadas nos setores 6, 7 e 8, redes de distribuição paralelas às adutoras de água tratada onde foram sugeridas as instalações dos macromedidores. Nestes casos, foi oportuno redesenhar o setor, com base na abrangência operacional da rede de distribuição e ainda, determinar que se mantenham fechados registros de manobra existentes entre os setores, para que não haja interferência nos dados.

Tabela 2 - Informações dos pontos de medição de vazão e pressão.

DMC		Pontos de medição de Vazão	Diâmetro Macromedidor (mm)	Tipo	Medição de pressão	Telemetria
1	Ratones	Booster Ratones	150	Eletromagnético	SIM	SIM
		ETA Ratones	100	Mecânico	NÃO	NÃO
2	Daniela	Adutora de Água Tratada	200	Eletromagnético	SIM	SIM
		ETA Daniela	100	Mecânico	NÃO	NÃO
3	Praia Brava	Adutora de Água Tratada	200	Eletromagnético	NÃO	SIM
		ETA Praia Brava	100	Eletromagnético	NÃO	SIM
4	Vargem Pequena	Booster Vargem Pequena	50	Eletromagnético	SIM	SIM
5	Praia do Forte	Rede de distribuição	75	Eletromagnético	SIM	SIM
6	Cachoeira do Bom Jesus	Adutora de Água Tratada	250	Eletromagnético	SIM	SIM
7	Lagoinha	Booster Lagoinha	200	Eletromagnético	SIM	SIM
8	Santinho	Adutora de Água Tratada	200	Eletromagnético	SIM	SIM
		Poço Santinho I	100	Mecânico	SIM	NÃO
		Poço Santinho II	100	Mecânico	SIM	NÃO

Fonte: dados da pesquisa (2017).

Por conseguinte, foram definidas a locação das caixas de proteção dos macromedidores e as interferências existentes. Para a definição do tipo de abrigo foi considerado, principalmente, a posição da tubulação na via e o fluxo de veículos (agilidade na execução). Nas vias principais, com trânsito intenso, foram buscadas alternativas que permitissem a execução total do serviço em um único dia, como é caso dos macros dos DMC 6 - Cachoeira, 7 - Lagoinha e 8 - Santinho, adotando-se lajes pré-fabricadas e anéis de ferro fundido em diâmetro 1200 mm. Nos demais pontos, foi possível executar caixa em alvenaria de blocos de concreto (Figura 3).



Figura 3 - Execução das caixas com anéis em ferro fundido e blocos de concreto.

Fonte: dados da pesquisa (2017).

Para as instalações hidráulicas, foram utilizadas peças disponíveis no estoque da empresa, adequando-se o projeto conforme disponibilidade existente. Já para as instalações elétricas, buscou-se definir locais em que a CASAN já possuísse fonte de energia, a fim de evitar novas instalações e novas contas junto à concessionária elétrica. Assim, muitos DMCs foram limitados a partir de bombeamentos e/ou estações de tratamento de água. Uma dificuldade encontrada na execução das interligações elétricas foi a necessidade de travessia em via pública, pois a adutora/rede se encontrou em lado oposto à rede elétrica.

Além disso, o nível do lençol freático também se mostrou elevado em alguns pontos, submergindo o equipamento quando da ocorrência de chuvas, apesar da execução de drenos no fundo das caixas de proteção. Assim, a proteção IP-68 se mostrou essencial para evitar prejuízos no projeto.

Devido às questões de instalações elétricas e fluxo de veículos nas vias, ainda não foi possível finalizar as instalações dos DMC 5 (Praia do Forte), DMC 6 (Cachoeira do Bom Jesus) e DMC 8 (Santinho), portanto esses setores ainda não estão sendo monitorados e estudados. Ademais, não foram ainda instalados os medidores de pressão nos DMC propostos neste estudo.

CONTROLE E MONITORAMENTO DAS VAZÕES MÍNIMAS NOTURNAS

O controle e monitoramentos de 5 DMC (Ratones, Daniela, Praia Brava, Vargem Pequena e Lagoinha) iniciou em janeiro de 2017. Por meio da telemetria, diariamente são acompanhados dados de vazões mínimas noturnas e valores de vazões durante o dia para detectar o surgimento de algum eventual vazamento.

DMC 1 - RATONES

O DCM 1 - Ratones apresentou uma vazão mínima noturna média no mês de maio/2017 de 3,25 L/s. A Figura 4 exibe os valores diários para esse mês. Com esses dados, é possível observar como o setor sofre com constantes vazamentos. Uma das hipóteses levantadas para a frequência de vazamentos foi a qualidade de execução durante a obra da adutora principal. Em 2014, foi implantada uma nova adutora paralela à existente, adaptando a adutora antiga para operar somente como rede de distribuição, incluindo válvulas redutoras de pressão, a qual ainda não está em adequado funcionamento, propiciando o surgimento de vazamentos.

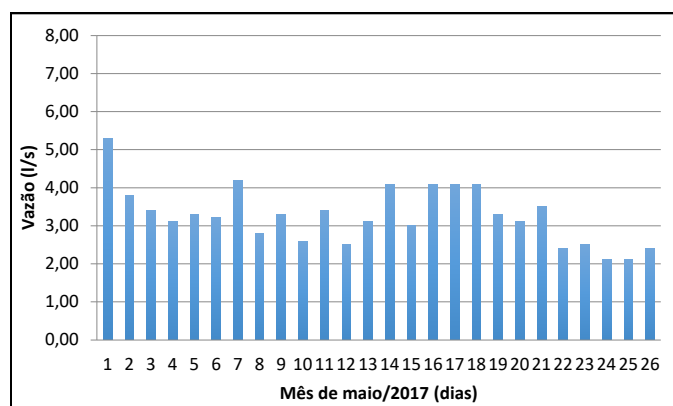


Figura 4 - DMC 1 - Ratones monitoramento das vazões mínimas noturnas no mês de maio/2017.
Fonte: dados da pesquisa (2017).

DMC 2 - DANIELA

O bairro da Daniela, DMC 2, é uma região predominantemente de residências para veraneio. No mês de janeiro/2017 a vazão máxima foi por volta de 20 L/s, já na baixa temporada, a vazão se reduz a 40% deste valor, por volta de 8,0 l/s.

A vazão mínima noturna nesse setor é de, aproximadamente, 2,3 l/s, não sendo registradas muitas ocorrências de vazamentos, pois o bairro é ponta de rede e não é comum a intermitência no abastecimento. As pressões são regularizadas em torno de 40 m.c.a. no inverno.

DMC 3 – PRAIA BRAVA

O DMC 3 - Praia Brava também é um bairro de veraneio de alto padrão. No mês de janeiro a vazão máxima de distribuição foi na ordem de 40 l/s, já na baixa temporada, próximo dos 8,0 l/s. As vazões mínimas noturnas médias na região em maio/2017 foram de, aproximadamente, 2,41 l/s. Como exemplo do monitoramento diário, no dia 15/05/2017 às 15:10h foi detectado um vazamento e repassado para a equipe de campo. Devido ao horário, o vazamento não foi consertado nesse dia, com isso, a vazão mínima noturna foi igual a 8,2 l/s, conforme ilustrado na Figura 5.

No dia seguinte, como o conserto não poderia ser executado de imediato, foi fechado o registro que alimenta o setor às 11:40h e o bairro ficou sendo abastecimento apenas pelo volume contido no reservatório. O conserto foi finalizado às 14:30h desse mesmo dia. No dia 17/05/2017, após o conserto, a vazão mínima noturna foi de 1,6 l/s, de acordo com o mostrado na Figura 5. Considerando desde o início do vazamento até o fechamento do registro, foram 0,85 dias de vazamento. Se for considerada a vazão mínima noturna de 1,6 l/s sem o vazamento e 8,2 l/s com o vazamento, tem-se uma diferença de 6,6 l/s, que pode ser considerada a vazão do vazamento. Assim, o volume total de água perdido neste único vazamento foi de, aproximadamente, 487 m³.

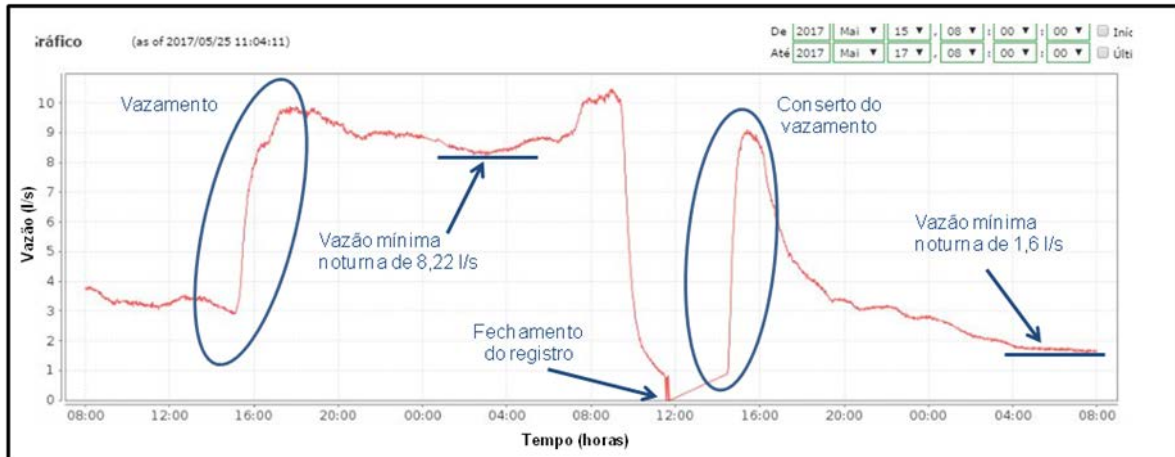


Figura 5 - DMC 3 - Praia Brava: monitoramento da vazão, vazamento, vazões mínimas noturnas, manobras de rede e conserto do vazamento.

Fonte: dados da pesquisa (2017).

DMC 7 - LAGOINHA

O macromedidor de controle do DMC 7 marca a vazão dos bairros Lagoinha e Praia Brava (DMC 3). No monitoramento diário foram observadas vazões similares ao macromedidor do DMC 3, como se praticamente não houvesse consumo no bairro Lagoinha, apresentado na Figura 6.

Em pesquisa com os instaladores hidráulicos da região foi constatado que houve uma manobra de registros em rede paralela, fazendo com que parte da água de abastecimento do DMC 7 não passasse pelo macromedidor, inviabilizando a setorização e o monitoramento da região, apesar da orientação de mantê-lo fechado. A abertura e o fechamento de registros de manobras sem autorização foi um dos principais problemas detectados no monitoramento e controle de setores operacionais.

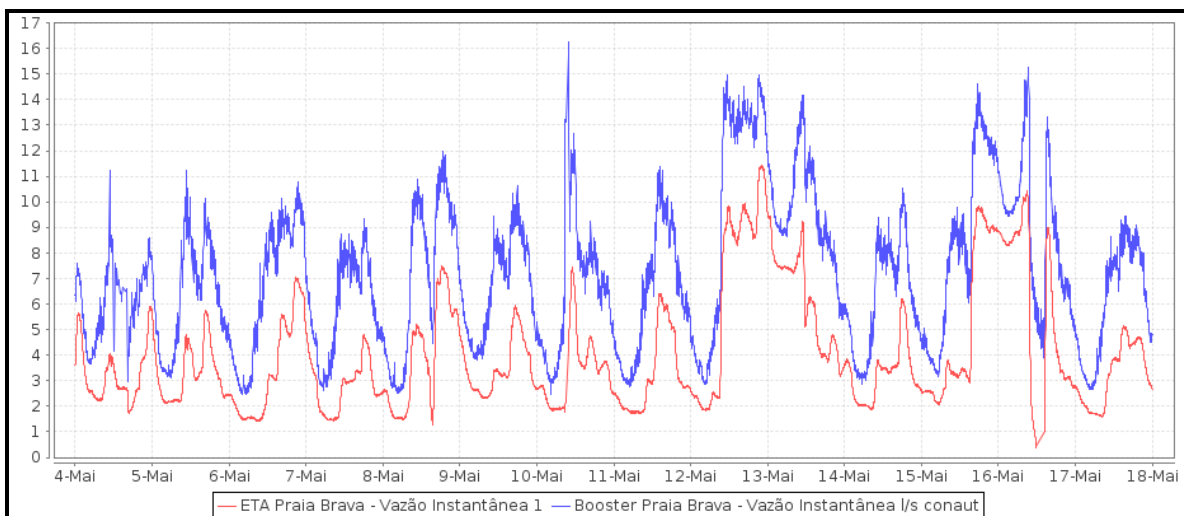


Figura 6 - DMC 7 - Lagoinha: monitoramento da vazão em comparação ao consumo no DMC 3.

Fonte: dados da pesquisa (2017).

BUSCA POR VAZAMENTOS OCULTOS

DMC 4 – VARGEM PEQUENA

Paralelamente ao processo de setorização do Sistema Costa Norte, foi criada equipe de busca por vazamentos ocultos, cujo trabalho teve foco inicial no DMC 4 – Vargem Pequena, pelo fato de as vazões mínimas noturnas ficarem muito próximas aos valores diurnos. No mês de março/2017, a média das vazões máximas diárias foi igual a 9,31 l/s e a vazão mínima noturna média foi de 7,26 L/s (Figura 7), valores bem elevados para um bairro com 723 economias e de característica residencial. Outro fato intrigante, foi o de haver muitas reclamações de falta de água em algumas regiões do bairro.

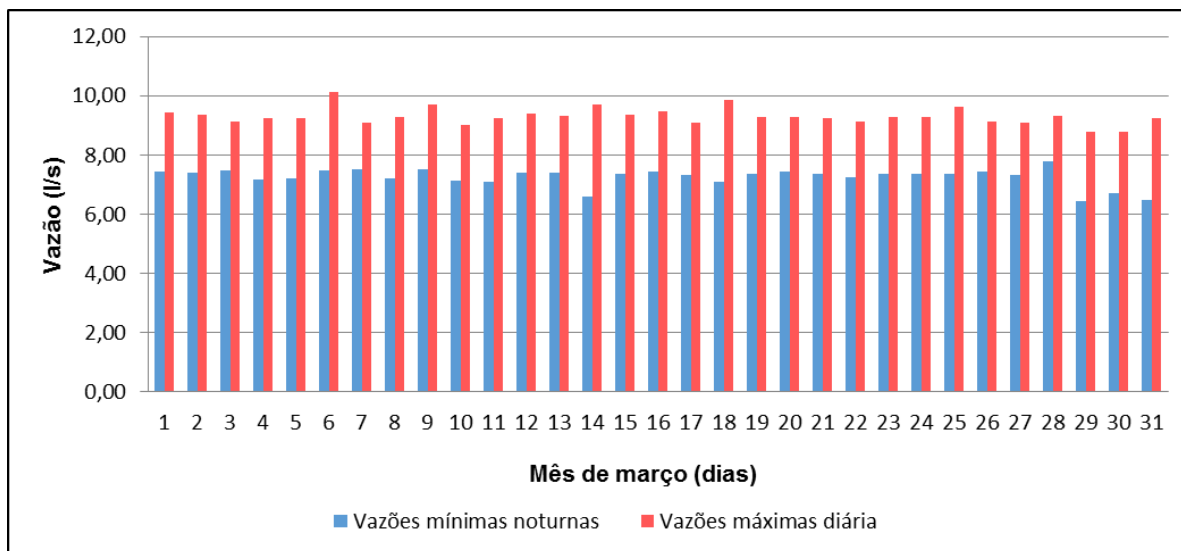


Figura 7 - DMC 4 - Vargem Pequena: monitoramento das vazões máximas diária e mínimas noturna no mês de março/2017.

Fonte: dados da pesquisa (2017).

Para o abastecimento deste DMC, são utilizados um bombeamento principal (*Booster Vargem Pequena*) e outro dentro do bairro (*Booster Catarina*), sendo o primeiro, operando com pressões de sucção e recalque 60 mca x 110 mca e o segundo, 20 mca x 60 mca, respectivamente. A justificativa informada para o ponto de operação do primeiro *booster* era a de que, caso desligado, não haveria pressão suficiente na sucção do *booster* Catarina. Além disso, a rede principal que abastece o bairro está subdimensionada (há uma elevada perda de carga durante sua extensão), destacando a necessidade da pressão elevada no bombeamento.

Por meio do trabalho de geofonamento, foram encontrados alguns vazamentos ocultos que não resultaram significativamente na redução da vazão mínima noturna ou aumento na pressão de sucção do *booster* Catarina. Foram realizados então, testes por regiões específicas, isolando áreas durante a noite para monitoramento do comportamento das vazões e pressões.

Foi identificada uma região com rede em PEAD 63mm e extensão de aproximadamente 1.600 metros, assentada entre terrenos particulares e áreas de banhado (Figura 8 (a)). O acesso a esta tubulação estava tão comprometido, que não foi possível realizar a busca por vazamentos ocultos com geofone, sequer identificar vazamentos aparentes e realizar manutenções.

Foi decidido pela substituição deste trecho, assentando a nova rede junto ao passeio (Figura 8 (b)). Durante a execução da nova rede foram encontradas diversas ligações clandestinas, cortadas durante o procedimento (Figura 8 (c)).



Figura 8 - DMC 4 - Vargem Pequena: (a) Local onde se encontrava o PEAD - dentro do mangue; (b) execução da substituição do PEAD pela calçada; (c) ligação clandestina encontrada.

Fonte: dados da pesquisa (2017).

Após a substituição desta extensão de rede, foi realizada também a regularização das pressões no setor, através da instalação de inversor de frequência no *booster* Vargem Pequena, mantendo constante a pressão de recalque em 80 mca, suficiente para atender à necessidade de pressões na sucção do *booster* Catarina. Esta ação resultou também em economia no consumo de energia elétrica em 15%.

Depois da substituição da tubulação em PEAD, as vazões máximas diárias observadas ficaram entorno de 8,0 l/s e a mínima noturna chegou a 3,21 l/s, conforme exemplificado no gráfico de um dia de monitoramento na Figura 9. As próximas ações são geofonar todo o setor novamente para a busca de mais vazamentos ocultos e tentar diminuir ainda mais a vazões mínimas noturnas e substituição da rede principal do bairro que está subdimensionada, com isso, será possível desativar o *booster* Vargem Pequena e regularizar as pressões na região.

Além disso, foi observado um número elevado de ligações clandestinas e não regularizadas, que devem estar influenciando no alto valor da vazão noturna, tendo em vista a possível existência de vazamentos na parte interna dos terrenos e que não são consertados, já que não há cobrança. Assim, não se pode focar em reduzir vazões mínimas noturnas sem também realizar uma fiscalização comercial para eliminar as ligações clandestinas no setor estudado. Esta etapa está sendo realizada em parceria com a gerencia comercial da superintendência.

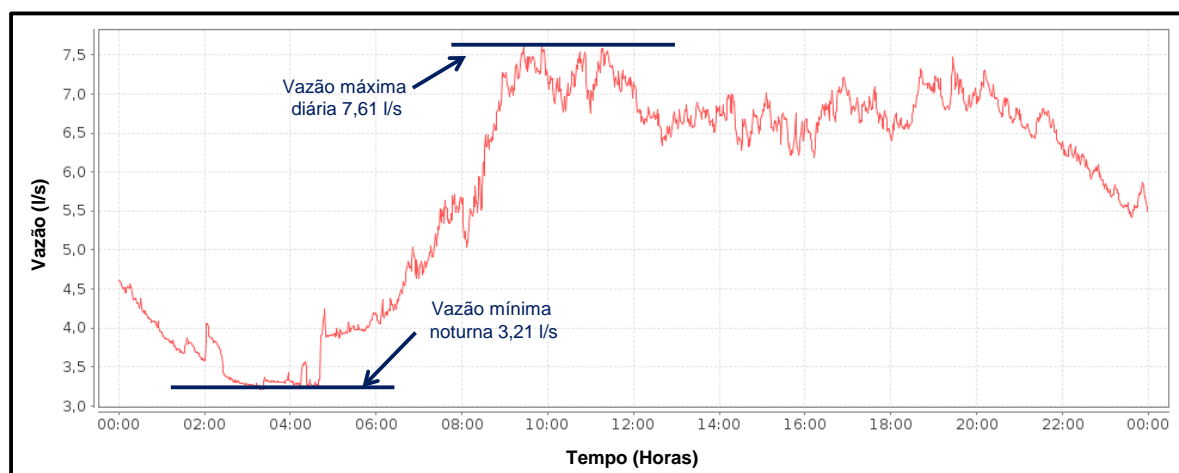


Figura 9 - DMC 4 - Vargem Pequena monitoramento das vazões máximas diária e mínimas noturna em um dia do mês de maio/2017.

Fonte: dados da pesquisa (2017).

INDICADORES DE DESEMPENHO

Os indicadores de desempenho (ID) foram calculados para os DMC 1 a 4 (Ratones, Daniela, Vargem Pequena e Praia Brava) para os meses de janeiro a abril de 2017, pois nesses setores já se tinha o acompanhamento dos dados de macromedição. Ressalva-se que para os DMC 1 e 2 não foi possível calcular os IDs dos meses de janeiro e março, respectivamente, por problemas no supervisorio da macromedição e no DMC 3 no mês de abril devido ainda não se ter os dados de micromedição. Os resultados destes indicadores são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados do cálculo dos ID para os DMC 1 a 4 nos meses de janeiro a abril/2017.

DMC	Código SNIS / Mês	IN022	IN049	IN050	IN051	IN053
1 - Ratones	jan-17	---	---	---	---	---
	fev-17	134,7	40,6	11,3	329,8	11,8
	mar-17	109,8	47,4	12,2	353,3	10,7
	abr-17	109,6	46,7	11,9	343,3	10,3
2 - Daniela	jan-17	143,1	26,9	13,3	246,0	17,7
	fev-17	111,0	26,0	9,9	181,9	12,4
	mar-17	---	---	---	---	---
	abr-17	98,6	36,9	9,0	164,5	7,2
3 - Praia Brava	jan-17	158,7	31,2	66,8	3936,4	19,7
	fev-17	112,2	37,3	61,7	3640,8	12,6
	mar-17	68,3	71,3	157,6	9011,0	8,5
	abr-17	---	---	---	---	---
4 - Vargem Pequena	jan-17	147,6	51,1	24,1	644,2	13,7
	fev-17	147,8	55,2	28,6	759,3	12,4
	mar-17	130,7	58,4	30,1	766,5	12,1
	abr-17	136,0	52,8	24,5	636,1	12,2

Fonte: dados da pesquisa (2016).

Em relação aos IDs IN022 - consumo médio per capita de água (l/habitante.dia) e IN053 - consumo médio de água por economia (m³/mês/economia) pode ser observado em todos os DMC supracitados, um valor maior nos meses de janeiro e fevereiro, comportamento característico do período verão devido ao calor e também locais de veraneio, como os DMC 2 e 3. Destaca-se a Praia Brava (DMC 3), que no mês de março (final da temporada) mostrou um ID IN022 e IN053 43% menor do que no mês de janeiro, com valores iguais a 158,7 l/habitante.dia e 19,7 m³/mês/economia (janeiro) e 68,3 l/habitante.dia e 8,5 m³/mês/economia (março).

No que se refere às perdas de água no sistema, calculadas pelos ID IN049 - Índice de perdas na distribuição (%), IN050 - Índice bruto de perdas lineares (m³/dia.km) e IN051 - Índice de perdas por ligação (litros/dia/ligação), o DMC 4 - Vargem Pequena foi o setor que apresentou os maiores valores, sendo iguais a 52,8%, 24,5 m³/dia.km e 636,1 litros/dia/ligação, respectivamente, no mês de abril. Conforme comentado anteriormente, esse DMC foi o primeiro na busca por vazamentos ocultos pela equipe de geofonamento. É provável que nos próximos meses, após a fiscalização comercial para corte de ligações clandestinas, haja uma diminuição nos valores dos IDs no que concerne a perdas de água, pois as vazões mínimas noturnas já se mostraram menores no mês de maio.

Ainda em relação às perdas de água, o DMC 3 - Praia Brava apresentou valores mais que o dobro no mês de março, sendo iguais a 71,3% de perdas na distribuição, perdas lineares de 157,6 m³/dia.km e 9.011,0 litros/ligação/dia nas perdas por ligação. Nesse setor houve um vazamento de grande proporção por um período prolongado, ocasionando o aumento nas perdas de água. Outro fator interessante sobre esse setor é que o ID IN051 (Índice de perdas por ligação) é de 5 a 16 vezes maior que os outros setores. A Praia Brava apresenta 95 ligações e 1.297 economias e nos outros setores a diferença não é tão significativa, portanto, o ID051 não pode ser avaliado de forma isolada nesses casos, para comparação entre os setores. Deve-se sempre observar o contexto que envolve cada DMC, a fim de evitar interpretações errôneas, confirmando o proposto por Alegre et al. (2004).

CONCLUSÕES

As medidas que envolvem o processo de setorização são estratégicas para o controle e redução de perdas em sistemas de abastecimento de água. O processo de execução da setorização no Sistema Costa Norte, em Florianópolis/SC, tem mostrado a importância da atualização do cadastro técnico e da integração entre a delimitação dos setores comerciais e operacionais. Essa integração, por exemplo, permitiria maior agilidade no levantamento dos dados de volumes micromedidos. Também é observado a importância do planejamento na execução das ações envolvendo as áreas operacional, civil e elétrica, para que as intervenções sejam realizadas de forma ágil, diminuindo as interferências no local, como exemplo, no tráfego de veículos.

Por meio da implantação dos DMC da primeira etapa de setorização do SCN, já foi possível identificar a ocorrência de vazamentos, permitindo sua localização e conserto com maior agilidade, reduzindo o volume de perdas físicas. Além disso, é possível identificar manobras em redes e adutoras, que alteram o comportamento dos setores estudados, sendo esse um dos problemas apontados.

O controle e monitoramento dos dados de vazões mínimas noturnas está contribuindo para otimizar o sistema de distribuição, na detecção de vazamentos e definição de ações, consequentemente, melhorando a qualidade do serviço prestado e redução das perdas de água. Por meio do trabalho de busca por vazamentos ocultos, está sendo possível reduzir os valores das vazões mínimas noturnas e, consequentemente, das perdas físicas do sistema, como pode ser observado no DMC 4 – Vargem Pequena. Cabe ressaltar a importância do apoio das equipes de manutenção após a detecção dos vazamentos, assim como do apoio do setor comercial, na regularização das ligações clandestinas identificadas durante o processo de geofonamento.

Os indicadores de desempenho estão contribuindo para compreender melhor o comportamento dos DMC durante baixa e alta temporada e a influência da população flutuante nas perdas de água. Estas avaliações demandam de uma série histórica maior para que seja possível comparar os DMC dentro do contexto em que cada um se insere.

Para finalizar, cabe elevar a importância da participação e envolvimento de equipe multidisciplinar no processo de setorização e combate às perdas em sistemas de abastecimento de água, desde o planejamento das ações, execução e monitoramento e controle. Somente com o envolvimento e comprometimento das áreas técnicas, operacionais, comerciais e de manutenção é que é possível efetivamente obter bons resultados e qualidade no serviço prestado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALEGRE, H; HIRNER, W; BAPTISTA, J.M; PARENA, R. **Indicadores de Desempenho para Serviços de Abastecimento de Água**. 2004. 277 p.
2. BEZERRA, S. T. M.; CHEUNG, P. B. **Perdas de Água: Tecnologias e controle**. João Pessoa: Editora da UFPB, 2013.
3. BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos** – 2014. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2016. 212 p.
4. CASAN. Banco de Dados Operacionais – BADOP.
5. CASAN. Sistema Supervisório ScadaBR.
6. CASAN. Sistemas de Informações Geográficas - GISCASAN.
7. ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; KUSTERKO, S. K.; CHAVES, L.C. Avaliação de desempenho em sistemas de abastecimento de água: seleção de referencial teórico e análise bibliométrica. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.19, n.2, p. 899-912, 2015.
8. FARLEY, M; WYETH, G; GHAZALI, Z.B.M; INSTANDAR, A, SINGH, S. **The manager's Non-Revenue Water Handbook: A Guide to Undertading Water Losses**. 2008. 98 p.
9. KUSTERKO, S. K.; ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L. Avaliação de desempenho quanto à gestão de perdas em sistemas de abastecimento de água através da Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão – Construtivista (MCDA-C). In: Anais do XXII Simpósio de Engenharia de Produção, 2015, Bauru.
10. KUSTERKO, S. K.; ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L.; CHAVES, L. C. Gestão de perdas em sistemas de abastecimento de água: uma abordagem construtivista. **Eng. Sanitária Ambiental**. 2018, No Prelo.

11. LAMBERT, A.. Losses from Water Supply Systems: Standard Terminology and Recommended Performance Measures. **The Blue Pages – IWA**. v. 10, n. 3, p. 273-284, 2000.
12. MARQUES, R. C.; MONTEIRO, A. J.. Application of Performance Indicators to Control Losses: Results From the Portuguese Water Sector. **Water Science & Technology**. v. 3, n. 1-2, p. 127-133 2003.
13. MUTIKANGA, H. E.; SHARMA, S. K.; VAIRAVAMOORTHY, K.. Assessment of apparent losses in urban water systems. **Water and Environment Journal**. v. 25, p. 327-335, 2011a.
14. MUTIKANGA, H. E.; SHARMA, S. K.; VAIRAVAMOORTHY, K.. Investigating water meter performance in developing countries: A case study of Kampala, Uganda. **Water S. A.** v. 37, n. 4, p. 567-574, 2011b.
15. MUTIKANGA, H. E.; SHARMA, S. K.; VAIRAVAMOORTHY, K.. Methods and tools for managing losses in water distribution systems. **Journal of Water Resources Planning and Management**. v. 139, p. 166-174, 2013.
16. MUTIKANGA, H. SHARMA, S. K.; VAIRAVAMOORTHY, K.; CABRERA JR, E.. Using performance indicators as a water loss management tool in developing countries. **Journal of Water Supply: Research and Technology – AQUA**. v. 59, n. 8, p. 471- 481, 2010.
17. SILVA, N.A.S. **Pesquisa de indicadores para gestão de sistemas de abastecimento de água**. 2003. 170 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil na área de Concentração de Recursos Hídricos) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2003.
18. SOARES, A; DALSSASSO, R.L; TRENNEPOHL, F.G. Fatores que influenciam no tempo de reparo dos vazamentos em um sistema de abastecimento de água (estudo de caso). In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 28, 2015. Rio de Janeiro. **Anais...**Rio de Janeiro, RJ, 2015.
19. 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, 643 p.