



ADEQUAÇÃO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE MONGAGUÁ, VISANDO CONTROLE DE PERDAS (IMPLANTAÇÃO DA PRIMEIRA FASE)

Autor: Ronaldo de Souza Barcala

Mestre em Engenharia Mecânica (2016), especialista em Docência no Ensino Superior (2014) e graduado em Engenharia Civil (1985). Professor das disciplinas de Resistência dos Materiais e Hidráulica desde 2011. Atua como engenheiro desde 1985 tendo ocupado os cargos de engenheiro residente, supervisor, coordenador, gerente e diretor. Currículo Lattes: lattes.cnpq.br/201645606550045.

Endereço: Av. São Paulo, 210 casa 8 – Vila São Paulo - Mongaguá - SP - CEP: 11730-000 - Brasil - Tel: +55 (13) 98164-8760 - e-mail: ronaldobarcala@gmail.com.

RESUMO

Levantamentos feitos por organismos internacionais apontam os índices de perdas como um grande desafio a ser enfrentado na produção, armazenamento e distribuição de água potável. Estudos indicam que a maior perda ocorre na distribuição, e que a divisão das redes em setores permite melhor acompanhamento de programas de redução de perdas. Considerando-se as condições atuais de desempenho com relação aos índices de perdas IPDT (índice de perdas totais por ramal de distribuição) e IPM (índice de perdas na micromedição), avaliou-se os dados de cadastro disponíveis e equipamentos instalados da rede de distribuição de água de Mongaguá, propondo-se uma reformulação através da divisão em setores estanques, monitorados por simulações matemáticas, utilizando-se dados de macro medidores e registradores de vazões instantâneas nas entradas dos setores, além de medidores de pressão em pontos críticos, visando estabelecer condições para controle e melhoria dos índices atuais. A primeira fase de implantação do projeto contemplou, a reorganização do cadastro, a divisão da malha em setores de abastecimento, e a transformação do sistema de distribuição principal que funcionava em linha, para um anel de distribuição, utilizando-se um trecho de rede de 600mm, em ferro fundido, que se encontrava desativado. Este trabalho apresenta as etapas realizadas nesta primeira fase, as dificuldades enfrentadas e as modificações ocorridas.

PALAVRAS-CHAVE: setorização de rede de abastecimento, cadastro de rede de abastecimento, perdas na distribuição

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a NBR 12218, a rede de distribuição deve estar dividida em zonas de pressão para atender a exigências de pressão estática máxima e pressão dinâmica mínima. Dividir a rede em setores melhora as condições de acompanhamento das distribuições de pressões, além de facilitar instalação de equipamentos de medição de vazão, permitindo estudos sobre a vazão mínima noturna, que contribuem na elaboração de um programa sistematizado de diminuição de perdas reais (SANTOS, JAC, *et all*, 2019). Softwares de modelagem hidráulica permitem simulações das condições atuais e alternativas a serem implantadas, antes que sejam empregados recursos financeiros desnecessários ou infrutíferos. A aplicação eficiente destes modelos, porém, depende da confiabilidade dos dados utilizados para a simulação. É preciso que, pelo menos, o traçado, o diâmetro, o material, e os pontos de conexões das redes, estejam representados corretamente (VIEGAS, JV, *et all*, 2005). Na situação específica de Mongaguá, a rede existente foi implantada em etapas ao longo do tempo sem o devido planejamento e, conseqüentemente, não levando em consideração os quesitos mencionados. Fez-se necessário primeiro uma organização do cadastro para posteriormente avaliar a rede de distribuição como um todo.

1.1 JUSTIFICATIVA

A região conhecida como Baixada Santista, teve seu desenvolvimento iniciado nos primórdios da colonização do país (ANDRADE, WTF, 2021). Como na época não havia preocupação com planejamento urbano, a região desenvolveu-se de forma errática e sem controle, resultando em aglomerados desordenados e com muitos problemas de cadastro urbano (VIANA, MA, 2010). Somando-se a este fato, o caráter sazonal marcante devido

à proximidade com o maior centro urbano do país, São Paulo, temos grandes dificuldades de ajuste de dimensões e operação dos sistemas de infraestrutura urbana na região.

Embora o município de Mongaguá apresente um dos menores índices de perdas da Baixada Santista, IPDT anualizado de 141 litros por ramal dia, IPM anualizado de 23,4% (dados de agosto de 2021), estes números ainda são altos quando comparados aos padrões de países desenvolvidos como o Japão (PINHO, A, *et all*, 2018). Muito esforço tem sido empregado para diminuir estes índices, mas, apesar dos recursos empregados, os resultados não são perceptíveis devido à falta de precisão nos dados de cadastro e consequente dificuldade de implantação de controles eficientes do processo. Consequentemente, a aplicação de recursos no controle de perdas requer um planejamento elaborado a médio e longo prazo.

1.2 OBJETIVOS

Visando apresentar uma proposta de investimento sistematizado, que aponte para uma efetiva diminuição dos índices de perdas, realizou-se um diagnóstico da situação atual resultando linhas básicas de um plano de redução de perdas que possibilite ações continuadas e gradativas, de implantação e controle.

Não se pretendeu analisar custos e prazos de implantação nesta fase, mas uma linha básica conceitual que permita ações sistematizadas ainda na fase de detalhamento do projeto, e uma implantação gradativa. Apresenta-se, neste trabalho, os estudos e implementação da primeira fase do plano.

2 PARÂMETROS OPERACIONAIS E ÍNDICE DE PERDAS

A operação de distribuição de água em redes públicas de abastecimento, envolve o atendimento a exigências de órgãos públicos, agências regulatórias e clientes. Algumas destas exigências são expressas através de parâmetros e índices.

2.1 PARÂMETROS OPERACIONAIS

Para elaboração da fase inicial do plano, objeto deste trabalho, considerou-se alguns fatores atrelados diretamente à operação das redes de distribuição.

2.1.1 Pressão de operação da rede

A NBR 12.218 da ABNT estabelece uma pressão mínima de trabalho para as redes de distribuição visando o atendimento às necessidades dos usuários. Esta pressão deve garantir que a água distribuída atinja os 10 mca, o que seria suficiente para abastecer o reservatório superior de uma unidade de dois pavimentos. A própria norma no item 5.4.1.2, porém, permite valores inferiores desde que justificados técnica e economicamente.

As pressões dos vários pontos da rede, de uma forma bastante simplificada, dependem do diâmetro e da rugosidade da tubulação, da cota do ponto considerado, que são parâmetros constantes em um ponto, e do consumo ao longo da rede que é variável em cada ponto em relação ao tempo. O fator consumo em cada região da rede, portanto, é determinante na disponibilidade da pressão dinâmica.

2.1.2 Micromedição

Pode-se definir micromedição como sendo a medição do volume consumido nas unidades abastecidas pela rede de distribuição de água. Vários fatores influenciam na precisão e consequentemente na confiabilidade dos dados obtidos. Alguns ligados diretamente à qualidade ou estado de conservação do aparelho de medição e outros às condições operacionais em que estão atuando (BORGES, EJB, 2007). Faz-se necessário, ainda, um procedimento adequado para contabilizar volumes recuperados em constatação de fraudes.

2.1.3 Macromedição

Definiu-se como macromedição, a quantificação de vazão e volume de água que entra na rede ou em um setor da rede de distribuição. A especificação destes equipamentos envolve as características dos aparelhos e as condições de rede para que atuem com eficiência (DINIZ, MOB, 2016). O dimensionamento adequado, a posição correta de instalação, a distância adequada de interferência no fluxo e a manutenção e calibração adequadas são fundamentais para a confiabilidade dos dados obtidos.

2.1.4 Vazamentos

Os vazamentos em um sistema de distribuição de água, em rede de abastecimento público, podem ser classificados como visíveis, não visíveis e inerentes.

Vazamentos visíveis são tratados diariamente e as perdas geradas podem ser avaliadas pelo tempo gasto entre sua detecção do problema e o efetivo reparo da tubulação. Vazamentos não visíveis precisam de trabalho específico para identificação requerendo maiores recursos, sendo viáveis medidas corretivas, onde a situação dos vazamentos visíveis já foi tratada. Vazamentos inerentes, dificilmente detectados, na maioria dos casos estudados, ficam dentro de valores que podem não justificar ação, diante da relação entre custos das ações, e resultados na redução dos índices. (SANTOS, EB dos, 2007).

2.1.5 Parâmetros ARSESP

A ARSESP, Agência Reguladora de Saneamento do Estado de São Paulo, estabeleceu o IGQ, Índice Geral de Qualidade, como parte da avaliação dos serviços prestados pelas empresas de Saneamento atuantes no estado de São Paulo. Dois destes índices estão relacionados diretamente com as redes de distribuição.

2.1.5.1 Índice de Reclamações de Usuários Relacionadas à Falta de Água e Baixa Pressão - IRFA

Este índice leva em consideração o número de reclamações de descontinuidade de abastecimento por falta de água ou por baixa pressão, no ponto de entrega ao cliente.

<i>Indicador</i>	Índice de Reclamações Falta de Água
<i>Unidade de Medida</i>	Reclamações/1.000 ligação
<i>Fórmula do Indicador</i>	$IRFA = \frac{\sum \text{reclamações sobre descontinuidade do serviço de abastecimento de água}}{\sum \text{ligações ativas de água}}$
<i>Reclamação por descontinuidade</i>	Reclamações por falta de água ou baixa pressão na rede de abastecimento, com valores acumulados, de janeiro a dezembro de cada ano de referência
<i>Ligações Ativas</i>	Ligações de água na rede pública que estavam em pleno funcionamento no último dia do ano de referência.
<i>Origem do dado</i>	Declarado pelo prestador
<i>Modo de verificação</i>	Análise estatística. Verificação em campo por amostragem
<i>Fragilidade</i>	Cadastro comercial desatualizado ou inexistente. As variáveis que compõem o IRFA foram fornecidas pelo prestador e, até este momento, não sofreram auditoria que lhes garanta confiança e exatidão

Figura 1 – características do IRFA

2.1.5.2 Índice de Vazamentos Visíveis - IVV

O IVV relaciona o número de vazamentos visíveis com o a extensão total da rede de distribuição.

<i>Indicador</i>	Índice de Vazamentos Visíveis
<i>Unidade de Medida</i>	Vazamento/Km
<i>Fórmula do Indicador</i>	$IVV = \frac{\sum \text{vazamentos visíveis}}{\text{Extensão da rede de distribuição de água}}$
<i>Vazamento Visível</i>	Vazamento visível de água excluindo-se os vazamentos de grande porte previstos na deliberação 846/2018, com valores acumulados, de janeiro a dezembro de cada ano de referência
<i>Extensão de Rede</i>	Extensão referente a redes de água, desconsiderando-se no cálculo a extensão de adutoras e subadutoras, com dados referentes ao último dia do ano de referência
<i>Origem do dado</i>	Cadastro do prestador
<i>Modo de verificação</i>	Análise estatística. Verificação em campo por amostragem
<i>Fragilidade</i>	Cadastro operacional desatualizado ou inexistente. As variáveis que compõem o IVV foram fornecidas pelo prestador e, até este momento, não sofreram auditoria que lhes garanta confiança e exatidão

Figura 2 – características do IVV



2.2 ÍNDICES DE PERDAS

A definição de índices de perdas que permitam um controle eficiente não é tarefa fácil. Não há consenso entre os pesquisadores deste assunto. Dependendo dos parâmetros para obtenção dos dados que compõem estes índices, ter-se-á valores discrepantes para a mesma situação analisada. Embora esforços tenham sido empregados, ainda há divergências entre índices capazes de comparar o desempenho de diferentes operadores com relação a perdas (MIRANDA, EC de, 2002).

Considerou-se os índices de uso corrente aplicado à unidade em estudo, que são calculados conforme dados coletados mensalmente. Sendo: VP=volume produzido no mês, VCM=volume comercial medido no mês, VO=volume utilizado para operação da rede no mês e NLA=número de ligações ativas.

IPDT (índice de perdas totais por ramal de distribuição)

$$IPDT = \frac{(VP - (VCM + VO)) * 100}{NLA * 30}$$

IPM (índice de perdas na micromedicação)

$$IPM = \frac{(VP - (VCM + VO)) * 100}{VP}$$

3 DIAGNÓSTICO

O desempenho da unidade de Mongaguá em relação aos índices de perdas encontra-se entre os melhores da Baixada Santista, mas com valores acima do desejado. Para elaboração de um projeto que consiga melhoras significativas destes índices, faz-se necessário conhecer com mais precisão os elementos que compõem este sistema de distribuição.

3.1 CADASTRO COMERCIAL

Os valores de VCM são obtidos diretamente do sistema comercial que registra as leituras de hidrômetros instalados nos estabelecimentos onde há fornecimento de água. Estas leituras são realizadas por equipe terceirizada que acompanha calendário de leitura estabelecido por rota conforme figura 3.

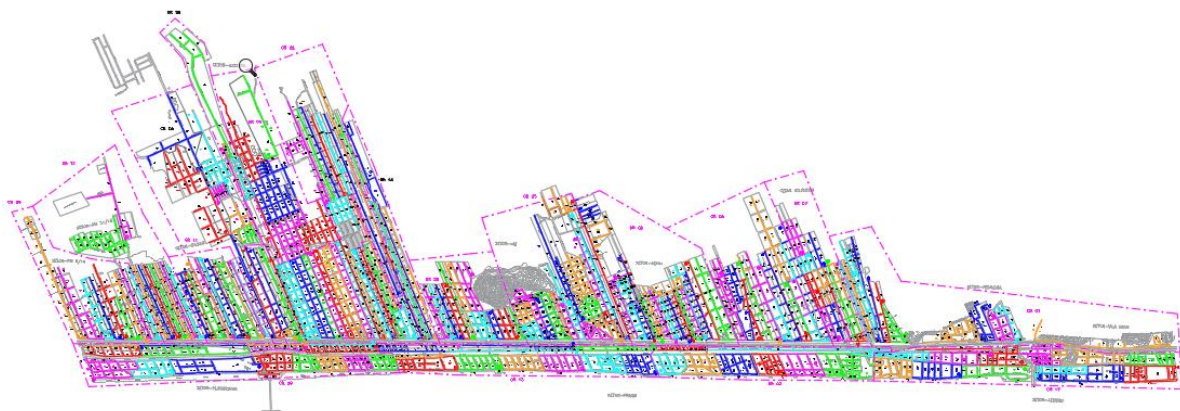


Figura 3 – Setores comerciais e rotas de leitura

O cadastro de ligações, rotas/quadras, foi pensado em setores de fechamento com finalidade de comercialização do produto, foi revisto recentemente de forma a permitir a setorização operacional, dividido em 16 regiões, não havendo necessidade de mudanças significativas.

3.2 CADASTRO DAS REDES

A unidade possui um sistema de cadastro de rede e ligações denominado Signos. A grande quantidade de inconsistências do cadastro Signos (ligações em locais que não constam redes, redes lançadas totalmente desligadas do sistema, redes com traçado e bitola em desacordo com o encontrado em campo, etc.) não permitiu um diagnóstico com razoável precisão.

Identificou-se, então, outras duas fontes para informação sobre o cadastro das redes de distribuição do município: cadastro de algumas redes de distribuição da unidade, em autoCAD, e informações registradas na memória do encarregado de operação, indicando a necessidade de organização de um cadastro mais condizente com as atividades necessárias de controle de perdas.

3.3 SETORIZAÇÃO ATUAL

Insuficiente para um controle sistemático de perdas, a setorização apresenta 3 setores (FM6-16, FM 31-15 e Itaguaí), com registros de valores de entrada inconsistentes. Setor FM6-16 – com 1.756 ligações ativas apresentou consumo máximo no pico da temporada (janeiro e fevereiro de 2017) de 13.989 m³/mês. Setor FM31-15 – com 1.574 ligações ativas, apresentou consumo máximo no pico da temporada (janeiro e fevereiro de 2017) de 25.540 m³/mês. Setor Itaguaí – com 1.308 ligações ativas, apresentou consumo máximo no pico da temporada (janeiro e fevereiro de 2017) de 29.863 m³/mês. Os três setores somados representam 11,97% do total das ligações ativas e 12,49% do volume total comercializado no mês de maior volume.

3.4 EQUIPAMENTOS INSTALADOS

O sistema dispõe de 3 macromedidores instalados nas entradas do sistema (reservatório Guarda-Mirim, ETA Antas e reservatório Solemar), 3 hidrômetros instalados nas entradas dos setores (FM 6-16, FM 31-15 e Itaguaí), 1 hidrômetro instalado para registrar consumo em um trecho específico da rede (presídio) e 6 medidores de pressão instalados em pontos de controle.

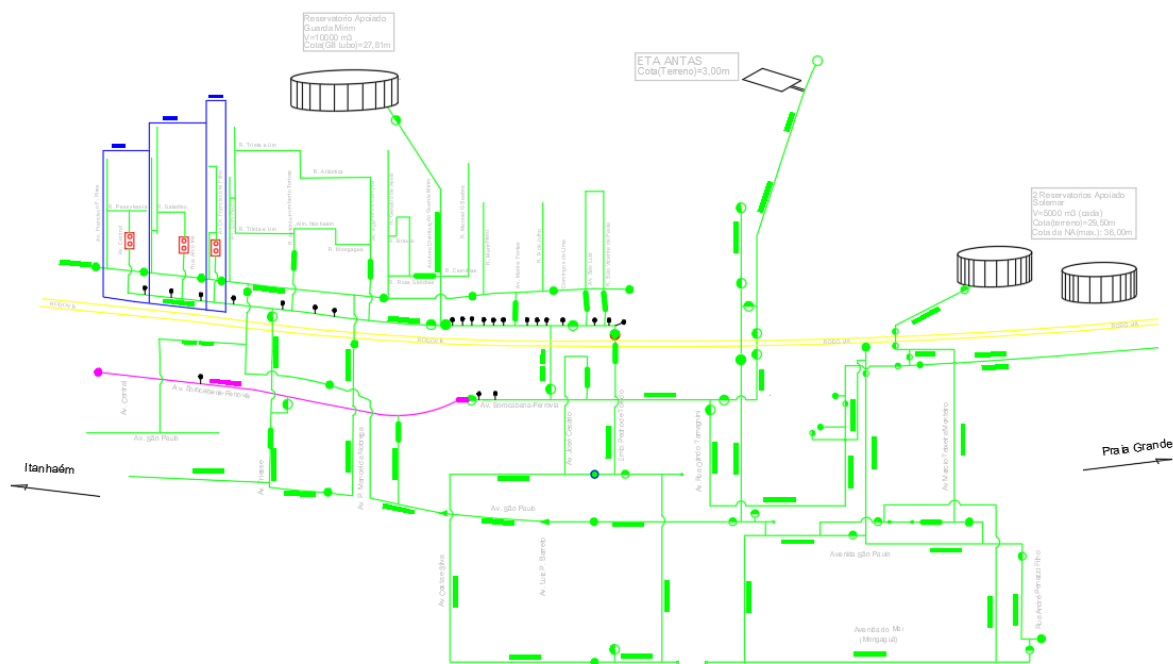


Figura 4 – Esquemático da tubulação principal

Constatou-se problemas no sistema de macromedição como, macromedidores instalados na entrada dos reservatórios transferindo as perdas sofridas por transbordamento, vazamentos de válvulas e descargas dos mesmos para o sistema de distribuição; o macro do Guarda-Mirim encontrava-se fora de operação aguardando manutenção, o macro da ETA Antas apresentava desvio de 9,25% e o macro do Solemar estava a mais de 2 anos sem calibração. Dos medidores de pressão apenas 2 apresentavam valores condizentes com a situação real.



4 IMPLANTAÇÃO DA PRIMEIRA FASE

Definiu-se como primeira fase a regularização do cadastro, a definição de setores operacionais estanques, e a efetivação de um anel principal de distribuição para melhoria da distribuição de pressões dinâmicas do sistema.

4.1 O TRAÇADO ORIGINAL DAS REDES

Elaborou-se cadastro único das redes juntando-se todas as informações disponíveis, e checando-se as localizações com imagens aéreas retiradas do Google. Não havendo precisão nos dados disponíveis, considerou-se apenas as informações sobre localização aproximada e diâmetro das redes, ficando para uma oportunidade futura o levantamento de dados relativos a material da tubulação, profundidade ou cota de nível e posicionamento das redes em relação ao traçado das vias públicas.

Não foi possível checar, ainda, todas as singularidades instaladas como curvas, tês, cruzetas, válvulas, sendo representadas no cadastro apenas aquelas que foram localizadas. Este cadastro, embora limitado, permitiu fazer uma análise do traçado das redes e identificar um trecho de rede desativado, constituído de tubos de ferro com diâmetro de 600mm, em perfeito estado de conservação, destacada pela cor magenta na figura 4.

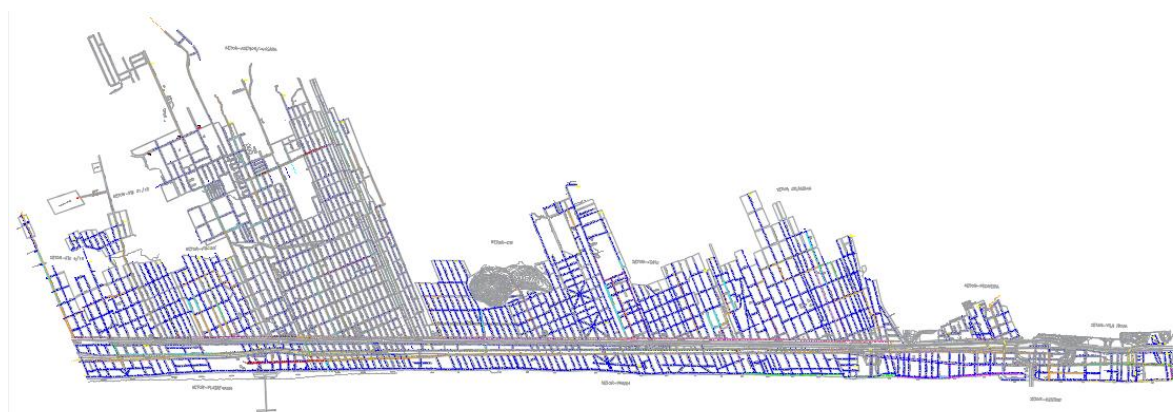


Figura 5 – Cadastro de redes do município reorganizado

Durante a confecção do cadastro único, identificou-se uma pequena comunidade que embora abastecida pela companhia, não possuía as redes cadastradas. Esta comunidade denominada Vila Nova, está localizada próximo ao reservatório do Solemar, mas seu abastecimento era realizado por tubulação de 50mm que retornava do centro atravessando a Rodovia Padre Manoel da Nóbrega por um duto de escoamento de águas pluviais.

Além da anomalia da travessia encontrada no duto que alimentava toda a vila, as redes de distribuição da vila tinham sido construídas com diâmetro que não atendia as necessidades de vazão, registrando muitas reclamações no decorrer do abastecimento.

4.2 CRIAÇÃO DOS SETORES DE DISTRIBUIÇÃO

Considerou-se que, no caso específico de Mongaguá, onde não há grandes unidades consumidoras e que a distribuição geográfica da rede está situada numa faixa entre o mar e o morro, é possível atender duas premissas para a divisão da rede em setores, evitar grandes modificações na malha existente e atender as divisões em grupos já estabelecidas no cadastro comercial. Outro critério adotado foi o número de ligações por setor, fixada entre 1.000 e 5.000 unidades.

O processo de definição do método para realização da separação da rede em setores é tão complexo quanto a obtenção de dados confiáveis sobre um sistema de distribuição já implantado. Os riscos de desabastecimento em algumas unidades, por imprecisão dos dados utilizados no modelo matemático, precisam ser considerados (FONTANA, ME, 2012). Diante disto, decidiu-se fazer a divisão em setores apenas pelos critérios acima, sendo a modelagem matemática adiada para etapa posterior, considerando-se setor por setor.



foram necessárias algumas exceções, aos critérios já descritos, na formação dos setores. O setor denominado Jussara foi estabelecido com mais de 8.000 ligações devido à dificuldade de conciliar o posicionamento geográfico dos grupos comerciais e o posicionamento geográfico das redes de distribuição envolvidas. O setor Atlântica precisou ser definido com quase 7.000 ligações pelo posicionamento geográfico das redes na região. Além dos dados referentes aos grupos comerciais e número de ligações, foram levantados os dados de consumo para análise de vazão de entrada necessária em cada setor. Conforme registrado na figura 7.

SETOR OPERACIONAL	SETOR COMERCIAL	NLA		CONS. TEMPORADA(M³)		CONSUMO MÍNIMO(M³)		VAZÃO (L/S)	
		unitário	total	unitário	total	unitário	total	MÁX	MIN
FLÓRIDA MIRIM6-16	06/16	1.817	1.817	18.278	18.278	9.427	9.427	7,05	3,64
FLÓRIDA MIRIM 31-15	31/15	1.566	1.566	26.624	26.624	17.597	17.597	10,27	6,79
ITAGUAÍ	19/14	1.295	1.295	17.542	17.542	10.325	10.325	6,77	3,98
JUSSARA	11/13	2.019	8.509	24.299	145.720	10.534	76.794	56,22	29,63
	04/12	1.637		20.841		12.641			
	14/11	1.911		23.124		11.672			
	22/11	2.669		28.640		15.754			
	09/17	1.357		16.045		9.288			
	13/17	2.738		32.771		16.905			
GM	20/10	2.166	4.826	18.007	43.045	10.115	23.539	16,61	9,08
	25/09	2.660		25.038		13.424			
CDHU	02/08	2.771	2.771	46.077	46.077	23.017	23.017	8,89	8,88
ATLÂNTICA	05/07	2.973	6.834	40.433	91.205	24.237	76.026	35,19	29,33
	07/06	1.923		22.364		13.776			
	01/05A	1.938		28.408		38.013			
PEDREIRA	01/05B	1.222	1.222	15.878	15.878	14.563	14.563	6,13	5,62
CENTRO	17/01	2.469	2.469	103.168	103.168	43.001	43.001	39,80	16,59
PLATAFORMA	26/04	2.116	2.116	31.981	31.981	10.544	10.544	12,34	4,07
PRAIAS	03/02	1.629	3.267	38.926	71.057	13.534	23.348	27,41	9,01
	18/03	1.638		32.131		9.814			

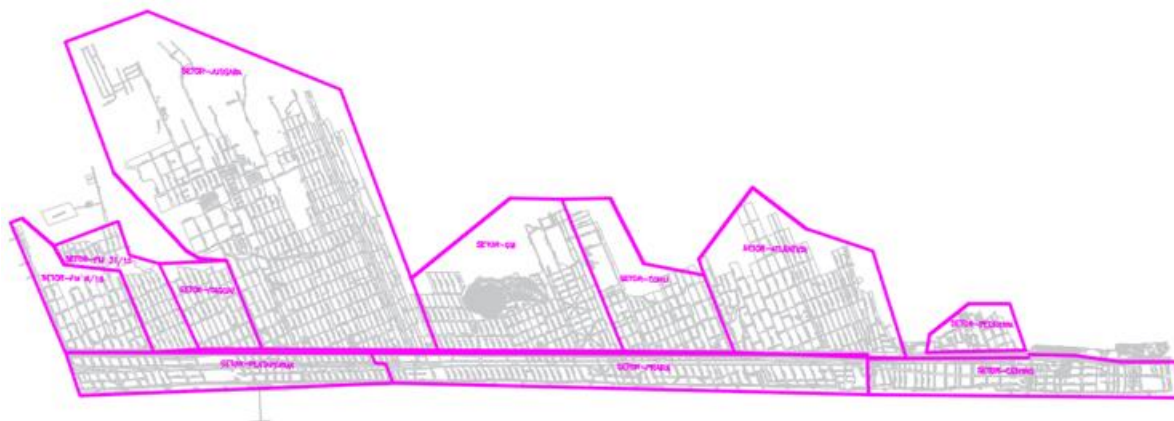


Figura 6 – Setores definidos, com números de ligações e consumo

É importante destacar que algumas ligações não estão incluídas nesta lista de setores. A ligação que abastece o prédio e a ligação que abastece a Fundação Casa, são abastecidas diretamente com medidor próprio. A Vila Nova, está geograficamente isolada e é abastecida diretamente pelo reservatório do Solemar com um medidor próprio.

4.3 ANEL PRINCIPAL DE DISTRIBUIÇÃO

Observou-se que, embora não haja grandes variações de cotas na região de atendimento da rede, havia dificuldades de atendimento às pressões mínimas nas regiões próximas à divisa de Itanhaém, tanto à direita da rodovia Padre Manoel da Nóbrega, comumente chamada de “lado morro”, quando à esquerda da rodovia, comumente chamada de “lado praia”. O traçado da rede principal de distribuição funcionava praticamente em

Embora com implantação parcial, a criação do anel principal através da interligação das linhas advindas dos três pontos de abastecimento das redes, Reservatório do Guarda-Mirim, Reservatório do Solemar e ETA Antas, melhorou a distribuição de pressões nas regiões próximas à divisa de Itanhaém. Foi possível observar que, tanto do “lado praia” quando do “lado morro”, que apresentavam problemas de baixa pressão mesmo nos períodos de baixa temporada, houve ajuste na pressão de distribuição diminuindo as reclamações por baixa pressão.

Além disto, os quatro pontos de controle de pressão existentes passaram a registrar valores mais próximos, indicando distribuição de pressões mais equilibradas.

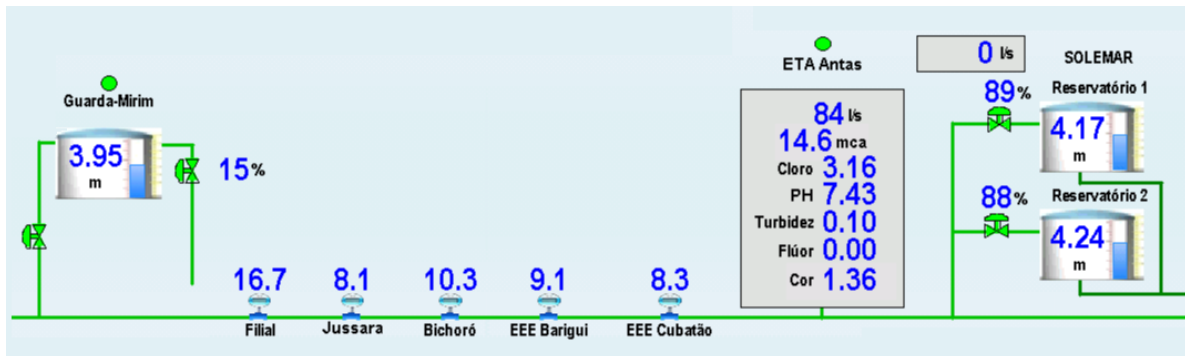


Figura 8 – Esquemático dos pontos de controle de pressão

Os dados mostrados na figura 8 correspondem a valores registrados no sistema no dia e de março de 2022 às 13:30h.

5.2 PREVISÃO PRÓXIMAS ETAPAS

Propõe-se para a segunda fase, separação dos setores conforme proposta, que envolverá sondagens para confirmação dos cadastros, seccionamento de redes nos pontos previstos de separação de setor, detalhamento dos projetos; implantação dos equipamentos, com a implantação de trechos de melhoria de redes, instalações de macros, VRPs e medidores de pressão.

Para terceira fase, pretende-se verificar o funcionamento hidráulico do anel através de medições de vazão de entrada e pressões em pontos críticos possibilitando calibração do modelo a ser elaborado no EPANET.

A quarta fase prevê, transformação dos cadastros em modelos matemáticos utilizando o software EPANET, calibração do modelo matemático de cada setor, chegando a avaliações periódicas dos índices e checagem das medidas implantadas.

Para concluir a implantação do controle efetivo de perdas, propõe-se estudo e definição de algoritmo que permita relacionar os dados de pressão, vazão, número e duração de vazamentos, em cada setor.

6 CONCLUSÃO

Por se tratar de sistema de distribuição antigo, implantado ao longo de vários anos, em tempos em que não existiam recursos, nem visão relativas às perdas de produto na distribuição, foi muito difícil conseguir dados confiáveis. Além disto, o trabalho teve que ser realizado paralelamente aos serviços normais de reparos, e atendimento a clientes, não sendo designado equipe específica para este fim. Apesar de identificarmos redes muito antigas que supõe-se desativadas, mas que talvez não estejam totalmente desligadas do sistema, e das dificuldades devido aos poucos recursos disponibilizados, foi possível uma visão mais ampla do sistema.

Os dados de pressão de rede coletados em pontos críticos, após a interligação do anel de distribuição principal, mostram uma melhoria significativa indicando que o trabalho realizado até o momento está no caminho correto. Não obstante, as deficiências de cadastro, ainda existentes, demandam grande esforço para que se possa implementar o controle sistematizado pretendido.

Cabe destacar que, o anel ainda não está funcionando conforme projetado, tendo em vista que, o fechamento das válvulas citadas só poderá ocorrer após a instalação de todos os tês de saída para os setores. Mesmo antes da conclusão dos setores, a instalação dos tês permitirá melhor controle da distribuição e consequente melhoria no monitoramento dos índices de perdas.

Por fim, não foi possível obter um cadastro organizado, reunindo todas as informações disponíveis sobre as redes, a localização de válvulas. Este cadastro ainda é precário e parcial, não permitindo visualizar as manobras realizadas em intervenções para reparos de vazamentos ou para redirecionamento das redes em alta temporada. Para a melhoria deste cadastro, será necessário equipe específica atuando especificamente em sondagens de redes e válvulas. Cabe salientar que estes dados são essenciais para que modelos matemáticos sejam desenvolvidos com o mínimo de precisão necessária.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, WTF, Fronteiras Transitórias: O Processo da Ocupação da Baixada Santista (6000 A.C. – 1996), Santos SP, 2021, Revista Leopoldianum, Ano 47, n 133.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 12218: Projeto de Rede de Distribuição de Água para Abastecimento Público. Rio de Janeiro, 1994.

BORGES, EJB, Análise da Micromedicação do Volume de Água Potável Domiciliar e Sua Influência no Cálculo das Perdas no Sistema de Distribuição, Uberlândia MG, 2007, Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

DINIZ, MOB, Avaliação da Eficácia de Medidores Proporcionais de Vazão para Controle do Volume Distribuído no Sistema de Abastecimento de Água da Cidade de Araguaína – TO, Palmas TO, 2016, Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Tocantins para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

FONTANA, ME, Modelo de Setorização para Manobra em Rede de Distribuição de Água Baseado nas Carísticas das Unidades Consumidoras, Recife PE, 2012, Tese submetida à UFPE para obtenção de grau Doutor.

MIRANDA, ECde, Avaliação de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água – Indicadores de Perdas e Metodologias para Análise de Confiabilidade, Brasília DF, 2002, Dissertação de Mestrado Submetida ao Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, como Parte dos Requisitos Necessários para Obtenção do Grau Mestre.

PINHO, A, JUNIOR, APO, KAMEDA, CFVOT, CEPEDA, RG, Gestão e Controle de Perdas de Águas, Atibaia SP, 2018, Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil pela UNIFAAT.

SANTOS, EB dos, Avaliação do Gerenciamento de Perdas de Água por Vazamentos em Municípios de Médio Porte, São Carlos SP, 2007, Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

SANTOS, JAC, SOARES, AS, KUSTERKO, SK, DALSSASSO, RL. XI-031 – Controle de Perdas de Água em um Distrito de Medição e Controle no Sistema Costa Norte em Florianópolis/SC, Natal RN, 2019, Anais do 30º Congresso ABES.

VIEGAS, JV, GASTALDINI, MCC, BARROSO, LB. Estudo de Metodologias para Determinação das Perdas Físicas em Redes de Distribuição de Água, 2005, RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 10 n.1 Jan/Mar 2005, 37-47.

VIANA, MA. Navegando pelas Ondas do Desenvolvimento: Baixada Santista em Busca de um Porto Seguro, São Paulo SP, 2010, Tese de Doutorado para Obtenção do Título de Doutor em Ciências Sociais, PUC São Paulo.