

XI-093 - PROGRAMA DE REDUÇÃO DE PERDAS DE ÁGUA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: PONTE NOVA-MG (ESTUDO DE CASO)

Guilherme Resende Tavares⁽¹⁾

Graduado em Engenharia Ambiental pela Universidade Fumec, diretor geral do Dmaes (Departamento Municipal de Água, Esgoto e Saneamento) de Ponte Nova - MG.

Rogério Pena Siqueira

Engenheiro civil formado pela Fumec, instituição onde cursou pós-graduação em Qualidade e Produtividade na Construção Civil e mestrado com foco em meio ambiente.

Mariana Mantegazini Zanoteli

Engenheira civil formada pela Universidade Federal do Espírito Santo.

D'Angellis Tarcisio da Silva Oliveira

Engenheiro civil formado pela Universidade Federal do Alagoas.

Luiza de Carvalho Rola Sena

Formada em Comunicação Social/Jornalismo pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), assessora de comunicação do Departamento Municipal de Água, Esgoto e Saneamento (Dmaes) de Ponte Nova -MG.

Endereço⁽¹⁾: Av. Ernesto Trivellato, nº 158 – bairro Triângulo – Ponte Nova - MG - CEP: 35430-141 - Brasil
- Tel: +55 (31) 3819-5350 - e-mail: guilherme@dmaespontenova.com.br

RESUMO

Buscando colocar em prática o uso sustentável da água o Departamento Municipal de Água, Esgoto e Saneamento (Dmaes) de Ponte Nova - MG implantou, com início em dezembro de 2013, o Programa de Controle e Redução de Perdas e Eficiência Energética. O projeto tem como objetivo principal reduzir o desperdício de água tratada - estudos revelaram que o Departamento chegou a perder 52% de água e a intenção é chegar ao índice médio anual de 25%. Espera-se ainda otimizar o sistema de abastecimento e promover considerável economia de energia elétrica. Para tanto, várias obras foram efetuadas no município, como a instalação de 43 equipamentos hidráulicos e implantação de mais de oito quilômetros de novas redes de água. Tais intervenções interferiram diretamente na dinâmica de abastecimento do município o que possibilitou, indiretamente, uma melhora considerável no serviço prestado pela autarquia.

PALAVRAS-CHAVE: Perdas de Água, Redução de Perdas, Eficiência Energética.

INTRODUÇÃO

O município de Ponte Nova, localizado na Zona da Mata Mineira, possui um sistema de abastecimento sujeito a fugas e perdas de água, cenário encontrado em quase todo Brasil. Estudo do Instituto Trata Brasil (2014) sugere que diminuir o desperdício de água não tem sido uma prioridade para os municípios brasileiros. A conclusão é que das 100 cidades analisadas, 90 não apresentaram melhorias expressivas nos índices, de 2011 para 2012.

Dados extraídos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2012), do Ministério das Cidades, revelam que muitas cidades brasileiras apresentam altos índices de desperdício. É o caso de Cuiabá/MT (65,31%), Mogi das Cruzes/SP (63,79%) e Macapá/AP (73,91%). O que é preocupante, já que a conservação dos recursos hídricos é essencial e deve ser praticada, principalmente por instituições que lidam com o tratamento e distribuição de água.

O Departamento Municipal de Água, Esgoto e Saneamento (Dmaes) - autarquia da Prefeitura Municipal de Ponte Nova, criada através da lei municipal nº 699, de 1966, - é responsável por abastecer aproximadamente 59 mil habitantes (IBGE, 2014).

O Dmaes tem como manancial o rio Piranga, de onde é captada uma vazão de 150 L/s, o que supre a demanda do município. A localização geográfica da Estação de Tratamento de Água (ETA) permite que 40% da

população seja abastecida por gravidade. Para atender ao restante dos consumidores, residentes em pontos altos da cidade, o Departamento conta com 13 estações elevatórias.

Mesmo com o colapso hídrico que atinge o Brasil desde 2014, principalmente na região sudeste, a autarquia mantém os mesmos padrões de abastecimento, não sendo necessário colocar em prática racionamento ou rodízio de distribuição de água.

Contudo, em 2014 foi possível notar uma expressiva redução na vazão do rio Piranga. Buscando diminuir o desperdício de água tratada, preservar o rio Piranga e melhorar os serviços prestados à população, o Dmaes investiu na implantação do Programa de Controle e Redução de Perdas e Eficiência Energética. O projeto começou a ser desenvolvido em dezembro de 2013 pela Enops Engenharia - empresa terceirizada vencedora do processo de Concorrência Pública nº 057/2013. Coube aos servidores da autarquia efetuar a fiscalização diária das atividades desenvolvidas e auxiliar na execução de determinadas obras.

O combate a perda de água - decorrente principalmente de vazamentos, equipamentos antigos, erros de medição, ligações clandestinas e outras irregularidades - é de extrema importância para o Dmaes. Além disso, as obras efetuadas em Ponte Nova facilitam a operação do sistema de abastecimento de água em caso de racionamento ou manutenções (programadas e de emergência).

Segundo a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES, 2013) nos melhores sistemas do mundo, como Japão e Alemanha, as perdas físicas estão em torno de 11%, logo após aparece a Austrália com 16% - todos esses países são tidos como referência em índices de perdas de água. Em Ponte Nova o Programa de Controle e Redução de Perdas e Eficiência Energética tem como meta diminuir o desperdício de 52% para 25% da água tratada para o consumo da população.

“O problema do elevado nível de perdas preocupa as lideranças de organizações de saneamento (concessionárias públicas e privadas, autarquias e departamentos) pelo menos a partir do início dos anos 2000, especialmente por causa da escassez hídrica que estas organizações enfrentam e pelos altos valores das perdas, gerando demanda adicional num sistema de abastecimento de água já bastante exigido pelo desenvolvimento urbano das cidades brasileiras” (ABES, 2013)

Do ponto de vista operacional, as perdas de água são consideradas correspondentes aos volumes não contabilizados. Esses englobam tanto os desperdícios reais, que representam a parcela não consumida (físicas), como as perdas aparentes (não físicas), que correspondem à água consumida e não registrada.

A redução das perdas reais permite diminuir os custos de produção - mediante redução do consumo de energia, de produtos químicos e outros - assim como a utilização das instalações existentes para aumentar a oferta sem necessidade de expansão do sistema produtor.

“Com a redução das perdas aparentes, decorrentes de fraudes nas ligações, consumo não faturado, falta de hidrômetros, problemas de medição, dentre outros, a principal consequência é o aumento do volume faturado e, consequentemente, da receita”. (ABES, 2013).

O presente trabalho tem como finalidade apresentar o estudo de caso do Programa de Controle e Redução de Perdas e Eficiência Energética de Ponte Nova – MG, trazendo resultados parciais, com dados de fevereiro de 2015.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para desenvolvimento do Programa de Controle e Redução de Perdas e Eficiência Energética, o Dmaes e a Enops Engenharia procuraram elaborar uma metodologia que atenda perfeitamente o escopo dos trabalhos e que seja uma diretriz para seu desenvolvimento.

Optou-se por dividir a elaboração do projeto em etapas:

- Modelar, calibrar e executar simulações hidráulicas computacionais do sistema de abastecimento de água: o sistema foi introduzido no software EPANET e, através de informações fornecidas pela autarquia, foi devidamente calibrado. Os resultados foram utilizados para elaboração do projeto, sendo escolhida a melhor alternativa respeitando os parâmetros da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1994) - NBR 12218/94.
- Execução de obras previstas em projeto: obras de melhoria, como reforço de rede e interligações, setorização da cidade em áreas estanques de menor densidade e instalação dos equipamentos de medição de vazão e redução de pressão.
- Instalação e operação dos sistemas redutores de pressão: as áreas com pressões de serviço das redes de distribuição acima de 50 metros de coluna d'água (m.c.a), foram identificadas e reduzidas para no mínimo 10,2 m.c.a.
- Pesquisa e correção de vazamentos: realização de pesquisa de vazamentos não visíveis, assim como o levantamento de vazamentos visíveis e irregularidades em hidrômetros, em toda a extensão de rede da cidade – 172 quilômetros.
- Análise dos resultados: Os índices de perdas e as condições de abastecimento dos setores são acompanhados mensalmente.

O indicador mais empregado no projeto é o Indicador Perdas na Distribuição (IPD), que relaciona o volume total perdido (reais + aparentes) com o volume total produzido e distribuído ao sistema, totalizados ao longo de um período de tempo.

$$\text{Índice de Perdas de Distribuição} \quad IPD(\%) = \frac{\text{VolumePerdido}}{\text{VolumeEntrada}} \times 100$$

Para a preparação do projeto técnico do programa foi necessário obter dados básicos do sistema de distribuição de água do município de Ponte Nova. Sendo assim, a fase inicial dos trabalhos foi de estudos. Logo após teve início a “simulação hidráulica”. A intenção foi avaliar o funcionamento de um determinado traçado de rede, que é submetido a diferentes condições de operação, para detecção de problemas a serem corrigidos pelo projeto.

INSTALAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Após a simulação, foi elaborado o projeto técnico. Este visou a criação de setores de abastecimento e a implantação de Válvulas Redutoras de Pressão (VRP). Uma vez homogeneizada a pressão, os rompimentos na rede diminuem, causando menos vazamentos e desperdício. Além disso, para implantação de um sistema de redução de pressão eficiente, é necessário garantir o correto fornecimento de água nas regiões com deficiência.

A parte de obras do programa contou com a instalação dos equipamentos projetados, setorização das áreas e reforços de abastecimento.

Para funcionamento dos 19 macromedidores implantados em Ponte Nova, foi necessário dividir a cidade em doze setores. O trabalho consiste em subdividir grandes áreas de abastecimento em sistemas menores, com todas as entradas e saídas conhecidas. Dessa forma, pode-se obter todo o volume distribuído em cada uma dessas áreas. Além de permitir o cálculo dos índices de perdas de cada área da cidade, a setorização facilita a manutenção e a identificação de vazamentos.

Além dos macromedidores, foram implantadas na cidade 18 VRPs. As obras referentes à implantação do equipamento foram as instalações das mesmas, setorização da área de cada válvula, além de reforços para abastecimento.

Estudos revelam que quanto maior a pressão, maior a vazão perdida em vazamentos. Através da equação de Torricelli é possível estimar os volumes perdidos de acordo com a vazão. Se considerarmos uma rede de PVC com um orifício de 1cm², e pressão de 10 m.c.a, perde-se aproximadamente 4 mil litros de água por hora. Já na mesma rede, mas com pressão de 50 m.c.a, no mesmo orifício perde-se aproximadamente 17 mil litros por hora.

Com os dados acima percebe-se que o controle da pressão possibilita reduzir o volume de água perdido em vazamentos; além de diminuir a frequência de rompimentos de tubulações e consequentes prejuízos com reparos onerosos, minimizando também as interrupções de fornecimento; e prover um serviço com pressões mais estabilizadas ao consumidor, diminuindo a ocorrência de danos às instalações internas dos usuários até a caixa d'água.

Também foram instaladas em Ponte Nova 6 válvulas controladoras de nível - para evitar o extravasamento de água nos reservatórios do Dmaes -; e 39 loggers - responsáveis pela coleta dos dados emitidos por todos os equipamentos hidráulicos implantados, objetivando o controle de todo o sistema de distribuição de água do município.

MELHORIAS NO SISTEMA

Dentro de um Programa de Redução de Perdas, novas redes de água e interligações para reforços de abastecimentos são indispensáveis, uma vez que a redução de pressão só é possível com o correto dimensionamento das tubulações. Dessa forma, a regularização do abastecimento de Ponte Nova foi obtida como benefício indireto, imóveis que antes só recebiam água em um período do dia, quando o consumo diminui e a pressão aumenta, hoje são abastecidos durante praticamente 24 horas.

Ao todo foram implantados quase oito quilômetros de novas redes de água para reforçar o abastecimento em determinadas regiões da cidade. Além disso, houve execução de interligações com o mesmo objetivo.

Para identificar vazamentos não visíveis, foram realizadas mais de duas varreduras de pesquisa de vazamentos nos 172 quilômetros de tubulações de água existentes na cidade. O trabalho é minucioso e envolveu a utilização de três aparelhos: haste de escuta; geofone eletrônico e haste de perfuração.

A primeira varredura foi realizada durante o dia, onde foram verificados os mais de 19 mil hidrômetros instalados na cidade, com a intenção de averiguar possíveis irregularidades e detectar vazamentos. A pesquisa diurna envolve a utilização da haste de escuta nos cavaletes para identificar ruídos na tubulação que podem representar vazamentos, entupimentos de redes e ligações não autorizadas, além da verificação visual dos hidrômetros.

A pesquisa de vazamentos utiliza também o geofonamento eletrônico, no qual o aparelho é passado em toda extensão de rede a procura também de ruídos. Após identificado o ponto exato do ruído através do geofone eletrônico, a haste de perfuração permite verificar se há a presença de água no solo, confirmando o vazamento.

O vazamento é demarcado com tinta no pavimento e uma Ordem de Serviço para reparo do mesmo é gerada.

A segunda e a última varredura foram realizadas à noite, quando a incidência de ruídos é menor e pode-se identificar os vazamentos em áreas com grande tráfego de veículos. É importante citar que os vazamentos, ilustrados pela figura 1, podem ser separados em três tipos: visíveis, não visíveis e inerentes.

Superfície

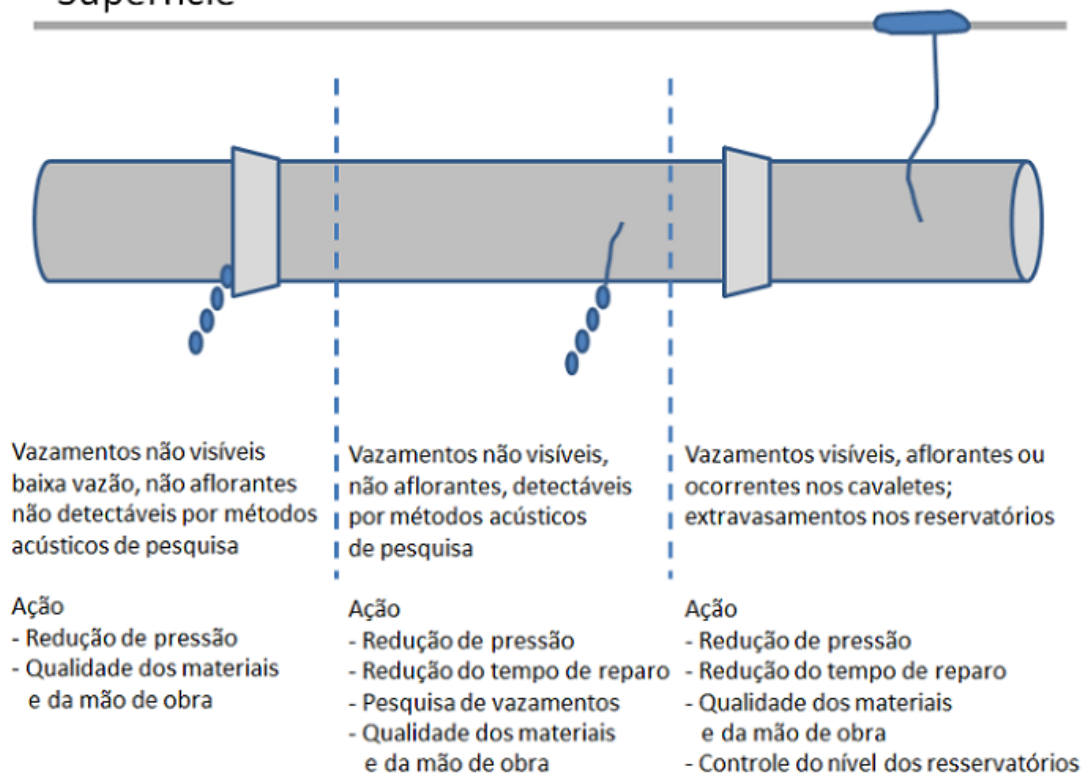


Figura 1: Tipos de vazamentos: visíveis, não visíveis e inerentes (ABES, 2013).

Após a constatação do vazamento o Departamento era acionado e comparecia ao local para efetuar o conserto. A atividade permitiu a economia de milhares de litros de água, já que muitas vezes o problema não era detectado pelos servidores da autarquia, por estar invisível e não causar problemas de abastecimento.

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Para a economia de energia elétrica, que também resulta em preservação da água, foram realizados ensaios de eficiência energética. Todos os equipamentos hidráulicos da autarquia que consomem energia elétrica, como bombas de distribuição de água, foram analisados para otimização do funcionamento e redução de gastos. Foram efetuados testes nas principais estações elevatórias de água da cidade a fim de determinar as especificações ideais de cada equipamento.

A primeira etapa dos testes consistiu em visita técnica para levantamento de dados que compuseram o planejamento dos ensaios de eficiência energética. Equipe da empresa e do Dmaes elaboram "Relatórios de Análise de Dados", com indicações de verificações e alterações a serem executadas pelo Departamento. A próxima etapa consiste em estudo sobre quais equipamentos serão trocados para que a autarquia possa programar as licitações para a compra.

TREINAMENTO

É importante destacar que obras do programa tiveram um ano de duração, com início em maio de 2014. Com o término das intervenções, a equipe operacional da autarquia precisou mudar a forma de trabalho, já que houve instalação de vários equipamentos hidráulicos - alterando a pressão nas tubulações - e de novas redes de água.

Por conta disso o Dmaes efetuou, juntamente com a Enops, treinamentos para os servidores da equipe operacional. Entre outras instruções, foi esclarecido que as interrupções no abastecimento de água serão diferentes, já que não será mais necessário parar a distribuição em vários bairros para efetuar determinada

manutenção. No início do projeto, muitas vezes era necessário interromper o funcionamento da ETA para a execução de serviços pontuais.

Equipe da empresa foi a campo mostrar aos servidores do Dmaes como agir, por exemplo, quando for verificada falta d'água em determinado setor. Além disso, foram fornecidas informações sobre o funcionamento dos novos equipamentos.

RESULTADOS

Do início do projeto até fevereiro/2015 foram economizados 437 milhões de litros de água. Com essa quantidade é possível abastecer Ponte Nova por pouco mais de um mês. Os resultados parciais apontam que o Departamento está com o índice de perda de água tratada, o que representa economia de 110 milhões de litros em fevereiro/2015. A autarquia chegou a desperdiçar 52% do recurso em julho de 2014, como pode ser observado na Figura 2.

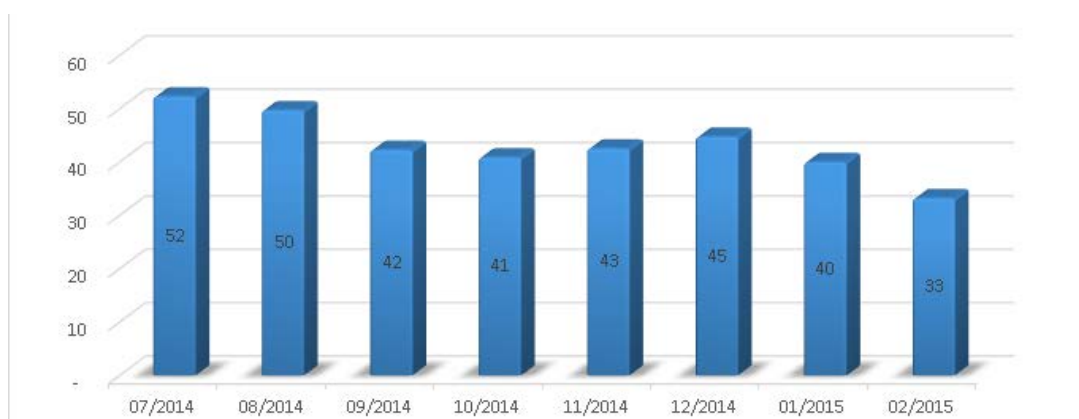


Figura 2: Perda total de água no município de Ponte Nova.

O índice de perdas passou a ter queda a partir do mês de agosto/14, quando foram corrigidos os primeiros vazamentos. Nos meses de novembro e dezembro houve queda na redução de vazamentos, o que explica o ligeiro aumento nos índices nesses meses. A partir de janeiro/15, a redução dos índices teve contribuição da redução de pressão em pontos estratégicos da cidade.

Em oito meses foram detectados 247 vazamentos, sendo 142 visíveis e 105 não visíveis. Desses, a maioria foi encontrada em ramais, redes e ferrules. Observa-se que os efeitos da pesquisa de vazamentos na redução de perdas são imediatos, porém não perduram. Para manter os índices baixos, é indispensável a redução de pressão.

Já o índice de perdas de faturamento que avalia o quanto da água produzida pelo sistema de abastecimento não foi faturado pelo Dmaes, está em 19%, como pode ser observado na Figura 3. O valor encontra-se abaixo da média para companhias municipais brasileiras, estimada em 36,6% (ABES,2013). Essa água é tanto a que é desperdiçada na tubulação, quanto a utilizada de forma irregular através de ligações clandestinas e fraudes – e que, portanto, não é cobrada.

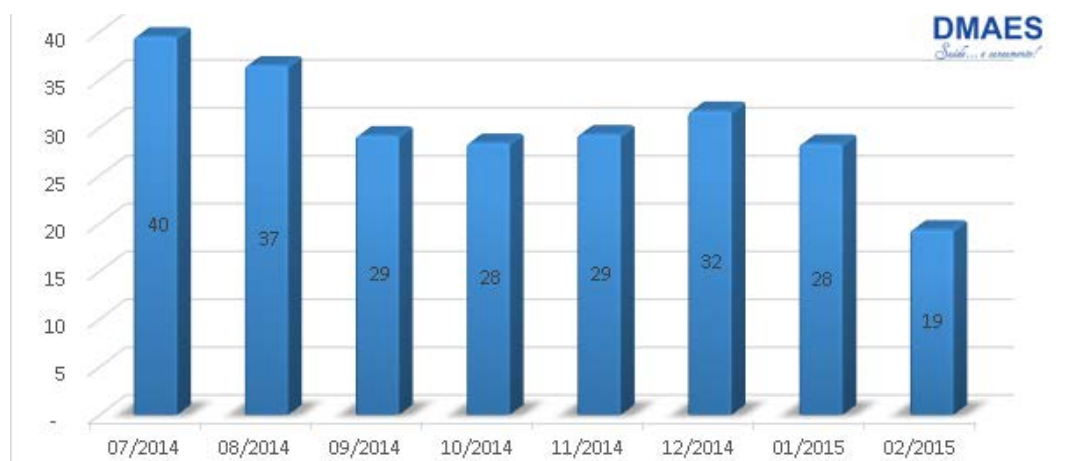


Figura 3: Perda de faturamento devido a quantidade de água distribuída sem retorno financeiro (%).

A perda de faturamento acompanha a mesma variação da perda de distribuição, porém, devido à utilização de taxa mínima de consumo na companhia analisada, a primeira é inferior a segunda.

Outro parâmetro para mensurar a perda de recurso hídrico num sistema de abastecimento é calcular a quantidade de água que cada ligação desperdiça, por dia, para abastecer os imóveis. Em julho de 2014, este número estava em 350 litros. Já em fevereiro de 2015, como pode ser observado na Figura 4, o desperdício é de 141 litros.

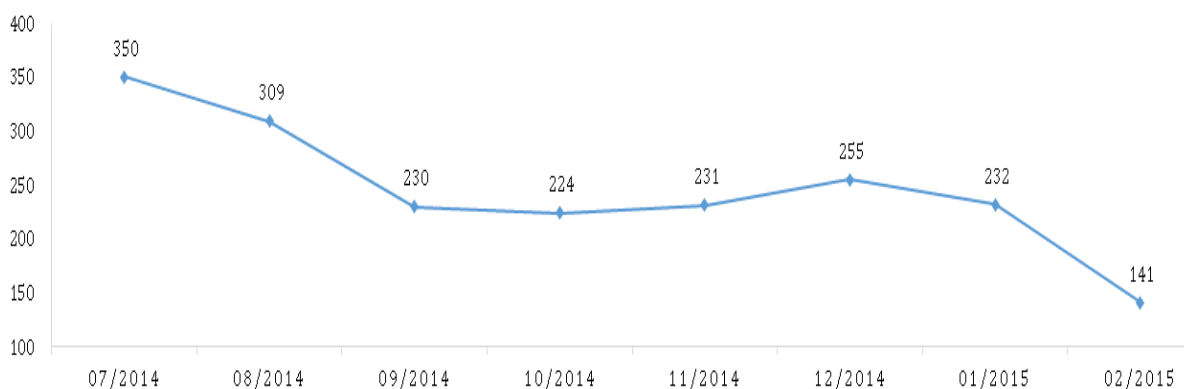


Figura 4: Água não convertida em receita por ligação de água/dia em Ponte Nova.

“O nível de perdas no Brasil passou de 45,6% em 2004 para 38,8% em 2011, uma queda de 6,8 pontos percentuais no período. O quadro é ainda mais preocupante porque a maior parte das empresas não mede suas perdas de água de maneira consistente” (ABES, 2013).

Percebe-se que com a implantação do programa, mesmo antes do resultado final, os níveis de perdas encontram-se abaixo da média nacional.

COMPARATIVOS DE PRESSÕES

Os resultados obtidos podem ser visualizados através das mudanças de pressão obtidas em pontos críticos da cidade. No geral, com a homogeneização da pressão, buscou-se distribuir água na faixa entre 10 m.c.a. e 50 m.c.a..

Na Figura 5, observa-se o comportamento das pressões em dois momentos: antes e depois da execução do programa. Vê-se um aumento da pressão mínima depois da implantação do projeto, o local possuía deficiência de abastecimento durante aproximadamente 6 h/dia.

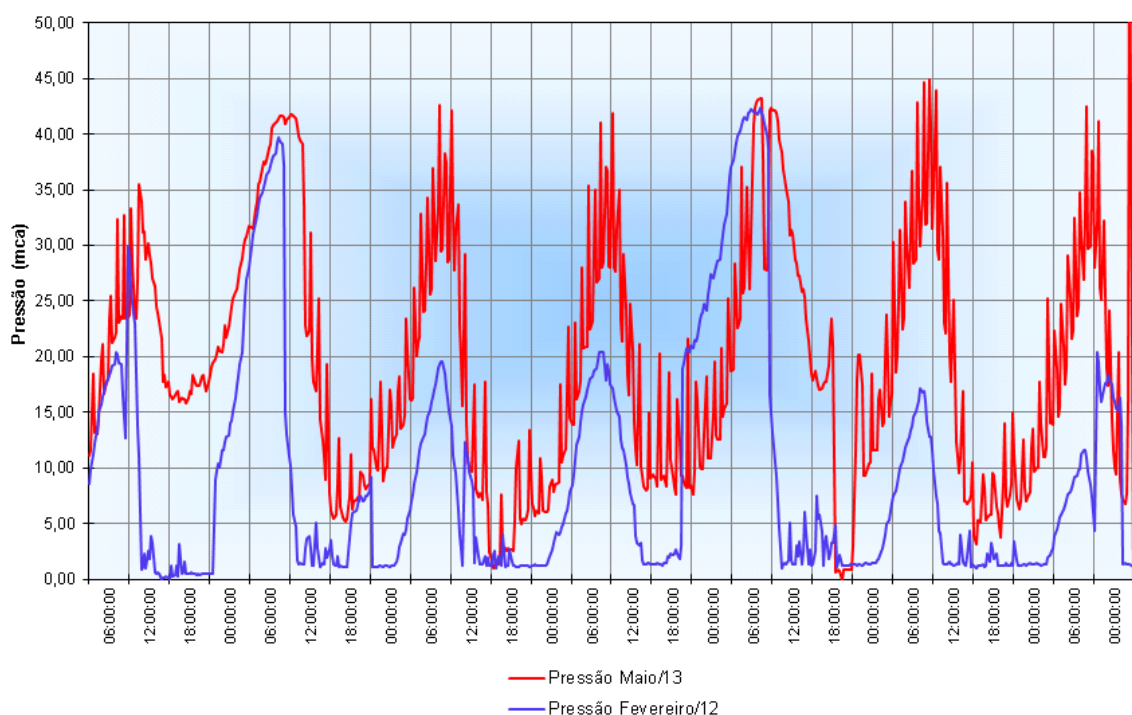


Figura 5: Gráfico de pressões – Av. Mário Martins de Freitas.

A Figura 6 é outro exemplo de reforço de abastecimento obtido através da implantação do Programa de Redução de Perdas. O local em questão era abastecido ininterruptamente devido à linha de abastecimento cortar a linha piezométrica quando o reservatório obtinha nível baixo. Atualmente, o reservatório é mantido sempre acima no nível mínimo para fornecimento de água ao local. Tal medida só foi possível devido à recuperação de vazão obtida no bairro, que possuía os maiores índices de perda no início do projeto.

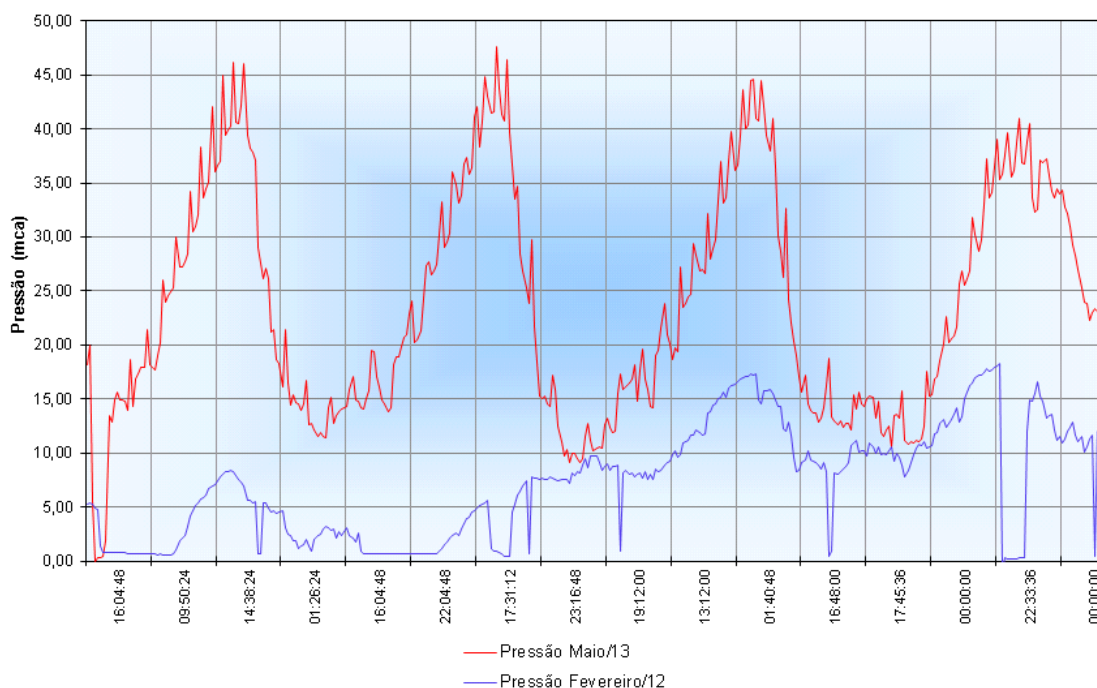


Figura 6: Gráfico de pressões – Rua José Rodrigues de Souza – São Pedro.

O comportamento oposto (pressões muito elevadas) também era frequente antes da implantação do programa. Para resolução desse problema, como dito anteriormente, foram implantadas válvulas redutoras de pressão. Na Figura 7 é possível observar o comportamento das pressões sobre o regime de funcionamento da VRP.

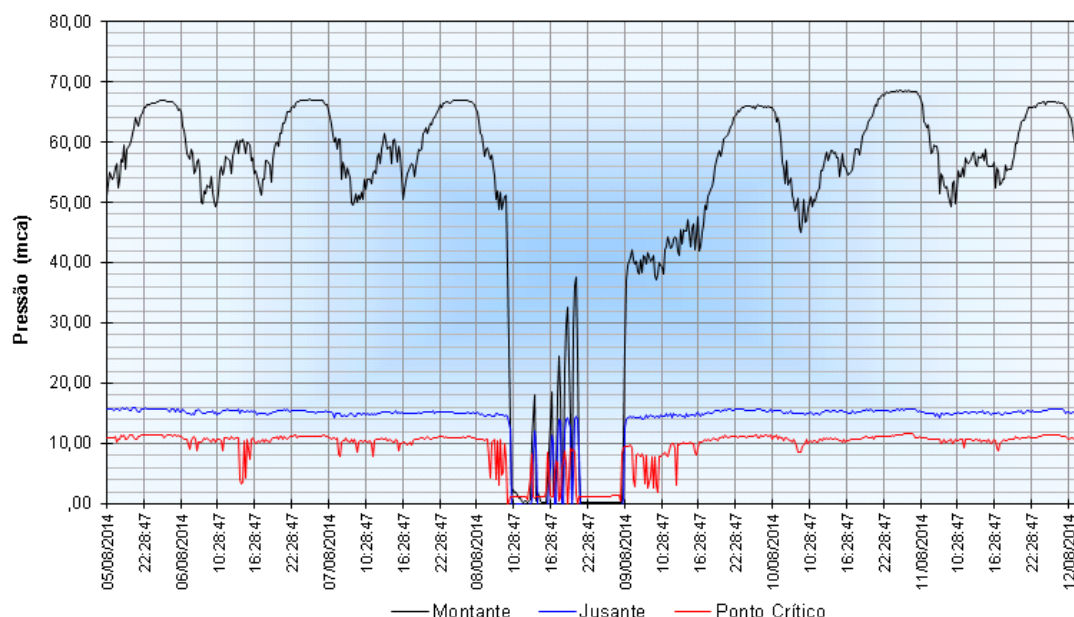


Figura 7: Gráfico de pressões a montante, jusante e ponto crítico da VRP São Geraldo.

A Figura 7 é um exemplo da redução da pressão aplicada em 18 pontos da cidade. A linha preta representa as pressões ao montante da VRP, ou seja, é a pressão de chegada na área que seria distribuída se não houvesse a redução da pressão. A linha em azul representa a pressão de saída da VRP e a linha em vermelho a pressão de abastecimento do ponto mais crítico da área de abastecimento da válvula. Dessa forma, observa-se que a pressão média na área de influência da válvula foi reduzida de 65 m.c.a para 20 m.c.a.

CONCLUSÕES

A preservação do rio Piranga e de suma importância para garantir o abastecimento de água do município e o Programa de Controle e Redução de Perdas e Eficiência Energética é uma ferramenta efetiva para o uso sustentável da água, recurso essencial à vida. Além de diminuir consideravelmente o índice de desperdício do recurso hídrico, o projeto proporcionou aos consumidores do Dmaes, cidadãos ponte-novenses, um abastecimento de qualidade, com pressões mais homogêneas e sem interrupções.

Há anos o Dmaes trabalhava, todos os dias, em consertos nos 172 quilômetros de tubulações de água, sem intervenções preventivas e expansão do sistema. Contudo, o município vem crescendo e exigindo cada vez mais da autarquia.

É fundamental que o Departamento dê continuidade ao projeto, principalmente no que se refere ao acompanhamento do índice de perdas alcançado, já que os benefícios gerados com o programa contribuem para uma gestão sustentável dos recursos hídricos. Além disso, é essencial manter a pesquisa de vazamentos e substituir trechos de redes antigas.

“Os benefícios de um projeto de redução de perdas são diversos. Com a redução das perdas físicas, a empresa pode produzir uma quantidade menor de água para abastecer a mesma quantidade de pessoas. Ao produzir uma quantidade menor de água, a operadora de saneamento reduz os custos com diversos itens, tais como: produtos químicos; energia elétrica; compra de água bruta (nos casos em que há cobrança pelo uso da água); mão de obra.” (ABES, 2013)

Além dos benefícios já citados, o programa de redução de perdas permite que o Dmaes tenha um maior potencial de distribuição de água, já que a água recuperada, pode ter impacto significativo no retorno do

investimento financeiro. Além disso, a diminuição dos custos de captação, tratamento e distribuição têm valor significativo em comparação ao investimento do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Perdas em sistemas de abastecimento de água: Diagnóstico, potencial de ganhos com sua redução e propostas de medidas para o efetivo combate.** 2013. Disponível em < www.abes-sp.org.br/arquivos/perdas.pdf > Acesso em 05/10/2014;
- 2 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR12218: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público.** Julho de 1994.
- 3 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades@.** Disponível em < <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=315210> > Acesso em 11/05/2015.
- 4 INSTITUTO TRATA BRASIL. **Diagnóstico da situação dos planos municipais de saneamento básico e da regulação dos serviços nas 100 maiores cidades brasileiras.** Disponível em < www.tratabrasil.org.br/estudos-trata-brasil > Acesso em 05/10/2014;
- 5 MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Diagnóstico do serviço de água e esgoto – 2012.** Disponível em www.snis.gov.br/paginacarrega.php?ewrerterterter=103 Acesso em 05/10/2014;
- 6 MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Documentos Técnicos de Apoio D2 - Macromedição, Revisão - 2004.** Disponível em < www.Aesbe.org.br/conteudo/anexo/1836 > Acesso em 05/10/2014;
- 7 MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Documentos Técnicos de Apoio A2 - Indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água, Revisão - 2004.** Disponível em < www.Aesbe.org.br/conteudo/anexo/1841 > Acesso em 05/10/2014;
- 8 TARDELLI FILHO, J. **Controle e Redução de Perdas.** In TSUTIYA, M. T. Abastecimento de água. 3ª edição. Depto de engenharia hidráulica e sanitária da Escola Politécnica da USP. 2006
- 9 TAVARES, Guilherme Resende; ZANOTELI, Mariana Mantegazini.; OLIVEIRA, D'Angellis Tarcisio da Silva.; SENA, Luiza de Carvalho Rola. **Efeito das pesquisas de vazamento na redução das perdas de água no município de Ponte Nova – MG.** In: 45ª Assembleia Nacional da Assemae. Poços de Caldas. 2015