



XI-069 – AVALIAÇÃO DE AÇÕES PARA CONTROLE DE PRESSÃO E REDUÇÃO DAS PERDAS NA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE RIBEIRÃO DAS NEVES – MINAS GERAIS

Nelson Cunha Guimarães⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Especialista em Saneamento e Meio Ambiente pela UFMG. Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG. Engenheiro da Companhia de Saneamento de MG - COPASA.

Marina Bamberg Laender de Almeida

Engenheira Civil pela PUC MG. Especialização em Meio Ambiente e Saneamento Ambiental Aplicado – FUMEC - Fundação Mineira de Educação e Cultura. Engenheira da SANEAGUA

Marcílio Pimentel

Engenheiro Civil pela FUMEC. Engenheiro da SANEAGUA

Endereço⁽¹⁾: Rua Dom Viçoso, 375 apto 301 – Padre Eustáquio - Belo Horizonte - MG - CEP: 30320-260 - Brasil - Tel: (31) 3412-5982 - e-mail: nelson.guimaraes@copasa.com.br

RESUMO

Uma de suas principais causas das perdas físicas ou reais de água nas redes de abastecimento de água é o nível de pressão em que está submetida a rede do sistema de distribuição. O presente trabalho avalia o impacto de ações de controle de pressão na distribuição de água de 13 bairros do município de Ribeirão das Neves, na Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Foram realizadas ações para setorização do sistema de distribuição, instalação de válvulas redutoras de pressão – VRP e realização de pesquisas para detecção e correção de vazamentos não visíveis, abrangendo cerca de 179 km de rede e 15,6 mil ligações de água.

Os resultados obtidos comprovaram a eficácia das ações visto que adequaram a rede de distribuição aos níveis de pressão recomendados por norma e reduziram em média 53% do índice de vazamentos na infra-estrutura da área trabalhada.

PALAVRAS-CHAVE: Perdas físicas, controle de pressão, setorização, válvulas redutoras de pressão, rede de abastecimento de água.

INTRODUÇÃO

As empresas gestoras de sistemas de abastecimento de água têm canalizado esforços para combate as perdas de água no sistema de produção e distribuição, visto a crescente demanda de recursos hídricos associadas ao crescimento populacional e expansão das atividades produtivas, escassez de mananciais, conscientização ambiental da população e aos custos associados às perdas de água.

Entre os custos associados às perdas podemos citar: o custo direto associado à produção do volume de água perdido, o custo de interrupção do abastecimento para reparação de avarias, o custo social para os consumidores devido à suspensão do fornecimento, o custo associado ao risco de contaminação e os custos ambientais de utilização ineficiente de recursos hídricos e de energia para bombeamentos (FARLEY e TROW, 2003).

As perdas de água são determinadas pela diferença entre a água produzida que entra no sistema de distribuição e o consumo autorizado (faturado ou não). As perdas de água têm duas componentes associadas: perdas reais (ou físicas) e perdas aparentes, relacionadas a erros de medição e ao consumo não autorizado (COVAS e RAMOS, 2007).

A perda física ou perda real de água corresponde ao volume de água produzido que não chega ao consumidor final, devido à ocorrência de vazamentos nas adutoras, redes de distribuição e reservatórios, bem como extravasamentos em reservatórios setoriais (TARDELLI FILHO, 2004).

Segundo Farley e Trow (2007), o volume de perdas reais pode ser significativamente reduzido pelo controle ativo dos vazamentos na rede (campanhas periódicas para pesquisa e reparação de vazamentos não visíveis),



pela velocidade e qualidade das manutenções, pelos investimentos para melhoria da infra-estrutura e pelo controle de pressão.

Um dos principais fatores que influenciam o número e a vazão dos vazamentos são o nível, a amplitude e a frequência da oscilação de pressão em que está submetido o sistema de distribuição de água. Quanto maior é o nível, a amplitude e a frequência da oscilação da pressão na rede, maior a possibilidade de ocorrer vazamentos. Desta forma, os investimentos com a gestão da pressão no sistema de distribuição são viabilizados pela redução de perdas de água e pela redução de manutenções na rede de distribuição. (FARLEY, M. e TROW, S. 2003).

Uma das soluções para controle de pressões na rede é a setorização ou zoneamento piezométrico da rede de abastecimento, ou seja, é a divisão de um setor de abastecimento de água em zonas de comportamento homogêneo dos planos de pressão. A setorização busca a adequação do zoneamento piezométrico de modo a atender as pressões máximas estáticas e mínimas dinâmicas estabelecidas na NBR 12.218 (ABNT, 1994), ou seja, 50 mca e 10 mca, respectivamente. Para adequação das pressões, sempre que necessário, utilizam-se válvulas redutoras de pressão – VRP, que são projetadas para criar perda de carga e reduzir a pressão à jusante. Segundo Covas e Ramos (2007) as VRP são uma das alternativas mais eficientes, facilmente aplicáveis e mais econômicas para uniformização e o controle de pressões numa rede de distribuição.

Este trabalho avaliou as ações desenvolvidas para controle de pressão em parte do sistema de abastecimento do município de Ribeirão das Neves abrangendo a setorização em zonas de pressão da rede de distribuição, medições de vazão de entrada e saída, medições de pressão, instalação de VRP e pesquisas de vazamentos não visíveis no período de 2 anos (projeto, obra e avaliação de resultado), finalizadas em dezembro de 2007.

As ações apresentadas foram implantadas a partir de projeto executado pela COPASA. As obras e pesquisas de fuga foram executadas pela ENOPS Engenharia.

MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Ribeirão das Neves pertence à Região Metropolitana de Belo Horizonte, localizado a 32 km de Belo Horizonte e possui aproximadamente 340 mil habitantes (IBGE, 2008). Para seleção das áreas a serem trabalhadas foi realizado um levantamento das áreas do município (ruas e bairros) com maior número de vazamentos na infra-estrutura de rede (soma dos vazamentos em redes, ramais e padrão). Seleccionadas as áreas onde foi verificado maior número de ocorrências de vazamentos, levantou-se aquelas com pressões acima de 50 mca. Desta forma foram escolhidos 13 bairros, subdivididos em cinco Zonas de Pressão – ZP, abrangendo um total de 179, 158 km de rede e 15.634 ligações, conforme tabela 1 e figura 1.

Tabela 1: Características das áreas onde foram implantadas as ações de controle de pressão

| BAIRROS | CARACTERÍSTICAS NA ZP | | |
|---|-----------------------|----------------------------|------------------------|
| | PRESSÃO MÉDIA | EXTENSÃO DE REDE EXISTENTE | Nº LIGAÇÕES EXISTENTES |
| | mca | metros | unidade |
| Granjas Primavera, Fortaleza e D. Clarice | 125 | 16.974,08 | 1.286 |
| Kátia e Hawai | 74 | 11.268,78 | 1.326 |
| Toni, Delma e Maria Helena | 66 | 23.591,19 | 2.931 |
| Paraíso das Piabas e Menezes | 81 | 90.262,47 | 7.057 |
| Landi, Pedra Branca e Fazenda Severina | 107 | 37.061,53 | 3.034 |
| | TOTAL | 179.158,05 | 15.634 |



Figura 1: Localização das áreas onde foram implantadas as ações de controle de pressão



Foram estabelecidos indicadores para avaliação das áreas antes e após a implantação do projeto:

- Pressão média na rede (mca)
- Número de vazamentos na infra-estrutura (rede, ramal, padrão) no período de um mês;
- Índice de vazamentos na infra-estrutura, obtido pela razão entre o número de vazamentos em rede, ramais e padrão pela extensão total de metros da rede de distribuição na zona de pressão;
- Fator de Pesquisa – FP obtido pela relação entre a vazão mínima noturna e a vazão média diária. Este fator é sempre menor ou igual a 1. Quanto maior o seu valor, maior o potencial de vazamentos de uma área. Em geral, se o FP for maior que 0,30, a área contém vazamentos economicamente detectáveis (FAVERO, 1981);
- Água Não Convertida em Receita – ANCR, obtido pela fórmula:

$$\frac{\text{VOLUME DISTRIBUÍDO (MACROMEDIDO)} - \text{VOLUME CONSUMIDO (MICROMEDIDO)}}{\text{NÚMERO DE LIGAÇÕES DE ÁGUA}}$$

Para as áreas definidas foram desenvolvidos projetos e obras objetivando o controle de pressão e a redução de perdas nas áreas, descritas sucintamente em nove etapas, conforme a seguir:

1. Elaboração de projeto executivo de setorização (divisão da rede em setores com fronteiras conhecidas e delimitadas, onde se controla a entrada e saídas das vazões, para avaliação de perdas de água e onde se controla os níveis de pressão da rede através da instalação de VRP);
2. Execução de obras para implantação dos setores de pressão abrangendo: construção e prolongamentos de redes de distribuição, interligação e/ou seccionamento de redes, construção de



caixas para proteção de registros, válvulas e medidores, instalação de acessórios para implantação da VRP na rede, implantação de macromedidores;

3. Realização de primeira campanha de macromedição dos setores (Zonas de Pressão) para obtenção de pressão média na rede e de vazões médias diárias de entrada, saída, além de vazões mínimas noturnas. Desta forma foi possível medir indicadores de pré instalação do programa de controle de pressão;
4. Implantação dos setores das VRP instaladas, abrangendo: construção/prolongamento de redes, interligação e/ou seccionamento de redes, finalização da instalação da VRP;
5. Pré-operação e regulagem das VRP, abrangendo: teste de estanqueidade do setor da VRP (verificação se o setor foi realmente isolado do restante da rede), pesquisa e definição dos pontos críticos de maior e menor pressão na rede de distribuição, definição de novos parâmetros de regulagem (quando necessário); regulagem da VRP, monitoramento de pressões na VRP e nos pontos críticos da rede;
6. Pesquisa e correção de vazamentos não visíveis: 1º etapa (A pesquisa é realizada após a implantação do setor, mediante ao fechamento de válvulas e trabalhos de campo utilizando detectores acústicos de ruídos que identificam a existência de vazamentos não visíveis que são reparados.)
7. Pesquisa e correção de vazamentos não visíveis: 2º etapa (A segunda etapa da pesquisa serve de refinamento da primeira etapa e confirmação de que todos os vazamentos foram identificados e reparados)
8. Segunda campanha de macromedição dos setores (zonas de pressão) para obtenção de pressão média na rede e de vazões médias diárias de entrada, saída, além de vazões mínimas noturnas para apuração dos indicadores de perdas pós-implantação do programa de controle de pressão.
9. Avaliação dos resultados do programa através da comparação entre os indicadores iniciais e finais.

A tabela 2 apresenta um resumo das obras e serviços executados no município de Ribeirão das Neves no período de 2 anos, concluídos em dezembro de 2007.

Tabela 2 – Resumo das obras e serviços implantados em Ribeirão das Neves

| ZP | BAIRROS | MELHORIAS IMPLANTADAS | | | |
|-------|--|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| | | VRP's INSTALADAS (unidade) | CAIXAS CONSTRUÍDAS (unidade) | REDES IMPLANTADAS (metros) | PESQUISA DE FUGAS* (km) |
| 01 | Granjas Primavera, Fortaleza e D. Clarice | 7 | 8 | 1.372,75 | 34,5 |
| 02 | Kátia e Hawái | 1 | 8 | 1.853,95 | 23,5 |
| 03 | Toni, Delma e Maria Helena | 4 | 5 | 792,50 | 63,9 |
| 04 | Paraíso das Piabas e Menezes | 14 | 16 | 2.335,20 | 199,0 |
| 05 | Landi, Pedra Branca e Fazenda Severina | 5 | 5 | 721,75 | 70,5 |
| TOTAL | | 31 | 42 | 7.076,15 | 391,4 |

* As pesquisas de fuga se referem à primeira e segunda etapas. .



RESULTADOS OBTIDOS

Para avaliação dos resultados obtidos nas cinco zonas de pressão trabalhadas, foram executadas medições antes e depois de implantadas as ações de setorização e controle de pressão. Foram medidos os indicadores: pressão média da rede, quantidade de vazamentos na infra-estrutura, índice de vazamentos na infra-estrutura, fator de pesquisa (FP) e água não convertida em receita (ANCR). Estes resultados estão apresentados na tabela 3 e 4.

Devido a contingências durante a obra de instalação de macromedidores, não foi possível a medição de vazão inicial distribuída (antes da operação das VRP), nas zonas de pressão 1, 2, 3 e 4 (ver tabela 4). Desta forma não foi possível calcular o fator de pesquisa inicial nessas áreas.

Apesar de não termos os volumes macromedidos iniciais das ZP 1, 2 e 3 a ANCR inicial do setor foi estimada considerando que, a vazão distribuída após a implantação do programa de controle de pressão foi reduzida em 12%, como constatado na ZP 5. Os dados estão apresentados na tabela 4.

Foram verificadas inconsistências na medição de vazão micromedida das ZP 4 e 5. Esse problema impossibilitou a obtenção da ANCR desses setores.

Tabela 3 - Resultados obtidos com a implantação de ações para controle de perdas.

| ZA | ZP | INDICADORES | | | | | | | | | | | |
|----|-------|---------------------------|--------|-------|--|--------|-------|--|--------|-------|----------------------|--------|-------|
| | | PRESSÃO MÉDIA (m.c.a.) | | | QUANTIDADE DE VAZAMENTO (un/mês) | | | ÍNDICE DE VAZ. NA INFRA-ESTRUT. (vaz/km) | | | FATOR DE PESQUISA | | |
| | | antes | depois | % red | antes | depois | % red | antes | depois | % red | antes | depois | % red |
| 12 | 01 | 125 | 45 | 64 | 59 | 10 | 83,0 | 2,05 | 0,65 | 68,3 | - | 0,22 | - |
| | 02 | 74 | 54 | 27 | 21 | 13 | 38,0 | 1,96 | 1,21 | 38,3 | - | 0,17 | - |
| | 03 | 66 | 46 | 30,3 | 36 | 17 | 52,7 | 1,05 | 0,49 | 53,3 | - | 0,31 | - |
| | 04 | 81 | 42 | 48,2 | 92 | 35 | 61,9 | 1,15 | 0,42 | 63,5 | - | 0,39 | - |
| | 05 | 107 | 43 | 59,8 | 43 | 26 | 39,5 | 1,29 | 0,74 | 42,6 | 0,45 | 0,26 | 42,2 |
| | TOTAL | | | | 251 | 101 | 60,0 | 7,50 | 3,51 | 53,0 | | | |

Considerando que foi obtido os volumes macromedidos finais nas cinco zonas de pressão trabalhadas, foi possível inferir sobre os volumes mensais de água recuperados nas ZP depois de implantadas as ações de controle de pressão, considerando para todas as ZP a redução de volume macromedido final (após a implantação das ações de controle de pressão) de 12% , percentual de redução constatado na ZP 5, onde foram realizadas as medições iniciais e finais de volume. A avaliação dos volumes recuperados está apresentada na tabela 5.



Tabela 4 – Avaliação dos volumes macromedidos, micromedidos e ANCR

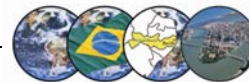
| ZP | INDICADORES | | | | | | |
|----|-------------------------|---------|-------------------------|--------|------------------|--------|-------|
| | VOLUME MACROMEDIDO (m3) | | VOLUME MICROMEDIDO (m3) | | ANCR (L/lig.dia) | | |
| | antes | depois | antes | depois | antes | depois | % red |
| 01 | 32.659* | 29.160 | 16.614* | 16.614 | 415,89* | 325,19 | 21,8 |
| 02 | 32.490* | 29.004 | 14.812* | 14.812 | 444,26* | 357,03 | 19,6 |
| 03 | 44.097* | 39.372 | 33.352* | 33.352 | 122,2* | 63,46 | 48,1 |
| 04 | - | 130.481 | - | - | - | - | - |
| 05 | 101.477 | 90.927 | - | - | - | - | - |

* Valores calculados a partir do ocorrido na ZP 05. Foi considerado redução de 12% no volume macromedido. Foi considerado também o mesmo número de ligações e volume micromedido iniciais e finais.

Tabela 5 – Avaliação dos volumes mensais recuperados de água

| ZP | Bairros | VOLUME RECUPERADO POR MÊS | VOLUME RECUPERADO POR LIG.MÊS |
|----|---|---------------------------|-------------------------------|
| | | (m³/mês) | (m³/lig.mês) |
| 01 | Granjas Primavera, Fortaleza e D. Clarice | 3.499 * | 2,72 * |
| 02 | Kátia e Havaí | 3.480 * | 2,62 * |
| 03 | Toni, Delma e Maria Helena | 4.725 * | 1,61 * |
| 04 | Paraíso das Piabas e Meneses | 15.658 * | 2,22 * |
| 05 | Landi, Pedra Branca e Fazenda Severina | 10.550 | 3,48 |
| | TOTAL | 7.582 | 2,53 |

* Valores calculados a partir do ocorrido na ZP 05. Foi considerado redução de 12% no volume macromedido. Foi considerado também o mesmo número de ligações iniciais e finais.



CONCLUSÕES

Os resultados no município de Ribeirão das Neves foram satisfatórios demonstrando eficácia das ações implantadas na redução das perdas físicas.

A redução de pressão nas ZP abaixo de 54 mca e a obtenção de Fator de Pesquisa menor ou igual a 0,3 (exceto ZP-04) comprovam o alcance dos objetivos de controle de pressão e redução de perdas físicas.

Isso também pode ser verificado pela análise do indicador Índice de Vazamentos de Infra Estrutura, que reduziu 53% nas áreas trabalhadas.

Entretanto, é importante salientar que para controle de perda física e manutenção dos benefícios em longo prazo é necessária uma série de ações que devem ser priorizadas de modo a garantir o retorno do investimento aplicado, entre elas citamos:

- Acompanhamento e análise mensal da pressão média; índice de vazamentos na infra-estrutura; fator de pesquisa e ANCR nas zonas de pressão trabalhadas;
- Verificações periódicas da estanqueidade dos setores,
- Manutenção preventiva e corretiva das VRP;
- Realização periódica de pesquisa para detecção de vazamentos não visíveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.218: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento. Rio de Janeiro, 1994.
2. COVAS, D. e RAMOS, H. Minimização de Perdas de Água em sistemas de Abastecimento. In: GOMES, P.H, GARCIA, R. P. e REY, P. L. I. *Abastecimento de Água - O Estado da Arte e Técnicas Avançadas*. 1 ed. João Pessoa, UFPB, Editora Universitária, 2007. 386p.
3. FARLEY, M. e TROW, S. Losses in Water Distribution Networks – A Practitioner's Guide to Assessment, Monitoring and Control. 1 ed. IWA Publishing, London, 2003 p. 282p.
4. FAVERO, J.A e DIB, M. E. M. Pesquisa e Controle de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água. Revista DAE, nº 126, São Paulo, 1981.
5. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Estimativas da População. 2008.
6. TARDELLI FILHO, J. Controle e Redução de Perdas. In: TSUTIYA, M. T. *Abastecimento de Água*. 1 ed. São Paulo, Departamento de Engenharia hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004, 643 p.