

AVALIAÇÃO DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO MACRO E MICRO MEDIDO - ESTUDO DE CASO ETA RUA DIREITA

Carlos Augusto da Silva Júnior¹

Leonardo Salume Thomé¹

Rita de Cássia Teixeira Assis²

João Paulo Silva de Souza³

leosthome@gmail.com

RESUMO:

O presente estudo objetivou investigar as principais causas dos elevados índices de perdas nos sistemas de abastecimentos de água, não só sob os aspectos do desperdício financeiro relacionado ao desperdício da água tratada, mas especialmente do ponto de vista da preservação desse recurso natural. E avaliar o sistema de abastecimento da ETA da Rua Direita localizada no município de Três Rios, Estado do Rio de Janeiro. Buscou-se, através de um estudo de caso, no Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Três Rios – SAAETRI – analisar os principais processos e técnicas aplicados na gestão e operação do sistema de distribuição para redução das perdas, em especial participar da concepção da possível implementação de um sistema conhecido como Distritos de Medição e Controle (DMC), sistema este que contribui, principalmente, para o desenvolvimento de pesquisa de vazamentos, renovação de redes e ramais e diagnóstico para priorização das renovações das áreas que apresentam um maior índice de perdas. Para este estudo de caso realizou-se; a concepção de uma área (DMC) com a implantação através da instalação de registros de redes, instalação de medidor de vazão, gerenciamento das pressões, volumes da área em estudo, apresentação dos resultados obtidos no índice de redução de perdas. A partir de todos os dados apresentados, foi possível constatar que o sistema, sofre altas perdas devido à ineficiência do sistema. O sistema apresenta falhas de concepção, e baixo nível de estrutura física e profissional para a operação e manutenção.

PALAVRAS-CHAVE: abastecimento; água; desperdício.

1. INTRODUÇÃO

Vivemos um momento em que a escassez de água é uma realidade cada vez maior. Ao se pensar que a água é um recurso natural indispensável à vida de todos os seres vivos, sendo um recurso indispensável ao equilíbrio térmico da terra e para o desenvolvimento de quase todas as atividades realizadas pelo homem. Embora esse recurso corresponda a 75% da superfície do planeta, somente 1% desse volume

1 Acadêmicos do 8º período do curso de Engenharia Civil da Univértix.

2 Graduada em Engenharia Civil; Pós-graduada em Docência; Professora do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil da Faculdade Vértice – UNIVÉRTIX – TR

3 Graduado em Física. Pós-graduado em Docência e Gestão de ensino superior. Professor da Faculdade Vértix TR – UNIVÉRTIX.

existente é que se encontra à disposição das necessidades dos seres vivos desse planeta (WERDINE, 2002).

Segundo a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), o índice de perdas é um dos principais indicadores de eficiência da operação dos sistemas de abastecimento de água. E embora se observe um decréscimo em velocidade ainda baixa, nas perdas de água no Brasil, o combate a essas perdas se tornou um grande desafio dos operadores brasileiros públicos e privados (ABES, 2013).

Desta forma, qualquer recurso de se evitar o desperdício e as perdas de água devem ser pensados e executados com urgência. Ou seja, ações que permitam combater o uso indevido desse recurso devem ser tomadas com seriedade se quisermos preservar esse bem tão valioso e importante. É preciso que a noção de uso racional da água seja difundida, com vista à tão desejada sustentabilidade (CARVALHO et. al., 2004).

O controle e gerenciamento das perdas no sistema de abastecimento dependem de equipamentos confiáveis que deverão ser inseridos em contextos bem definidos e controlados. Os sistemas de medição são ferramenta que possibilitam o aumento da eficiência da operação de sistemas de abastecimento, visto que, permitem conhecer o funcionamento do sistema e subsidiar o controle de parâmetros, tais como: vazão, pressão, volume, entre outros. De maneira geral os sistemas de medição englobam o sistema de micromedição, que é a medição do consumo realizada no ponto de abastecimento de um determinado usuário, independente de sua categoria ou faixa de consumo e de macromedição que é o conjunto de medições realizadas no sistema público de abastecimento de água, tais como medições de água bruta captada ou medições na entrada de setores de distribuição, ou ainda medições de água tratada entregue por atacado a outros sistemas públicos (SANTOS, 2008).

Como será verificado neste estudo, o foco principal é o sistema de medição e não o instrumento. Segundo a International Water Association (IWA), em programas de conservação de água a abordagem integral do sistema de abastecimento, incluindo macro e micromedição, é fundamental para a confecção do Balanço Hídrico dos usos e perdas do volume total de água (CARVALHO et. al., 2004). Como exemplo básico, tem-se que as perdas no sistema público de abastecimento que são calculadas pela diferença dos volumes disponibilizados (medidos por macromedição) menos a soma dos volumes consumidos (medidos por micro medidores), portanto esta pesquisa

investiga as causas principais dos índices elevados de perdas nos sistemas de abastecimento de água, não só sob os aspectos do desperdício financeiro relacionado ao desperdício da água tratada, mas especialmente do ponto de vista da preservação desse recurso natural.(SANTOS, 2008).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Buscando a redução das perdas, e controle das mesmas, deseja-se conhecer parâmetros gerais, como volume, pressão, níveis, etc., que permitam qualificar e quantificar a situação em que se encontra determinado sistema público de abastecimento

Através de controle efetivo, a medição apropriada do sistema, é possível o controle de parâmetros hidráulicos e elétricos junto com a possibilidade de elaboração do balanço hídrico (comparação de volumes), permitindo, também, com base no real funcionamento do sistema, um completo diagnóstico do sistema de abastecimento e sua modelagem hidráulica. A redução de perdas tem consequências interessantes para o sistema, trazendo, por exemplo, a redução dos custos de produção, pois há a redução de produtos químicos, energia, ampliação da oferta, sem expansão de área física da ETA ou do sistema produtor (SANTOS, 2008).

2.2 PERDAS DE ÁGUA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

As perdas possuem diferentes fontes de causas e os sistemas de abastecimento sempre sofrerão perda de parte da água que produzem e que não chegarão ao consumidor final (TSUTIYA, 2004). Essa perda, no entanto, não é apenas física como, por exemplo, um volume de água perdido em um vazamento.

Em uma companhia de saneamento, podem ser descritos dois tipos de perdas: as reais, que são perdas físicas de água devido à ocorrência de vazamentos nas adutoras, rede de distribuição e reservatórios, bem como extravasamentos em reservatórios setoriais e as aparentes, que são perdas não físicas, corresponde ao volume de água consumido, mas não contabilizado pela companhia de saneamento, decorrentes de erros de medição nos hidrômetros, fraudes, ligações clandestinas e falhas no cadastro comercial (SANTOS, 2008).

Santos (2008) ressalta dois pontos importantes que devem ser considerados em relação à perda real: o primeiro ponto trata-se da conservação de recursos naturais, visto que, quanto menos volume de água se perde, menor é a necessidade

de explorar ou ampliar novas captações da mesma, o que acarretará menor impacto ambiental e o segundo ponto refere-se à saúde pública, onde qualquer despressurização do sistema pode levar à contaminação da água pela entrada de agentes nocivos na tubulação, em função da existência de vazamentos na rede de distribuição.

Em todas as fases de um sistema de abastecimento de água pode-se observar as perdas, ou seja, na captação e adução de água bruta, no tratamento, na adução e reservação de água tratada e na distribuição (redes e ramais). No entanto, a preponderância de um ou outro tipo de perda dependerá de condições específicas que determinarão as ações mais significativas à prevenção e correção dos fatores que ocasionam o surgimento das perdas. Todos os elementos possibilitam que ocorram tanto as perdas reais quanto as perdas aparentes, podem ser encontradas nas redes de distribuição de água, e dependendo das características de cada área em análise, a magnitude dessa perda pode variar (SANTOS, 2008).

De acordo com Santos (2008, p. 22), as perdas podem ser avaliadas, em geral, medindo-se a vazão (ou volume) no ponto inicial e no ponto final dessa fase, sendo a perda calculada pela diferença entre as duas medições. O caso mais comum observado nos sistemas de abastecimento de água é a determinação das perdas a partir das estações de tratamento de água – ETA, incorporando as eventuais perdas na adução, reservação e distribuição. “Nesse caso, mede-se o volume que sai da ETA em um determinado período de tempo (mês, ano, etc.) e compara-se com a soma de todos os volumes legítimos medidos (ou estimados) na rede de distribuição de água, no período considerado”. Ou seja, “a diferença entre a macromedição (saída da ETA) e a micromedição (pontos de entrega ao consumidor final, medidos ou estimados) constitui a perda total no sistema em consideração, não se distinguindo aqui as parcelas que cabem às perdas reais e às perdas aparentes”.

2.3 O USO DO ÍNDICE DE PERDA

Para se ter conhecimento sobre o nível de perdas em um sistema de abastecimento, deve-se primeiramente ter pleno conhecimento dos volumes disponibilizados e utilizados no sistema (TSUTIYA, 2004). Através destes números, pode-se estabelecer uma relação que resulta em um dado, que é chamado de Índice de Perdas. Apenas deve-se fazer uma observação, pois para que este índice seja o

mais próximo da realidade, recomenda-se a instalação de hidrômetros em todas as ligações do sistema

Para fazer coincidir o período da contabilização do volume disponibilizado (normalmente, de um mês) com o período da leitura dos hidrômetros, lidos diariamente ao longo do mês, de forma a permitir que se façam comparações coerentes, pode-se utilizar um algoritmo que calcule os volumes medidos médios diários de cada hidrômetro domiciliar e, a seguir, multiplicar esta média pelo número de dias em que está contabilizado o volume disponibilizado. O somatório fornece o volume utilizado na mesma base temporal do volume disponibilizado. Usos autorizados de água que não são faturados, como, por exemplo, água de descargas de rede, combate a incêndios, etc. (no Balanço hídrico do modelo IWA chamados de consumo autorizado não faturado), devem ser estimados ou medidos ao volume utilizado. (GOMES, 2007).

De forma a controlar os dados de forma precisa, e minorar a quantidade de erros humanos ao realizar os inúmeros cálculos, a situação ideal seria o cadastro técnico de todos os consumidores em um sistema com banco de dados, pois assim, o próprio sistema faz o diagnóstico e resulta no valor final almejado.

Também se pode controlar estes dados com uma planilha eletrônica simples, e com pouquíssimas fórmulas, porém, como visto anteriormente, a possibilidade de erros é alta, devido à falha humana

Ressalta-se ainda, que a data de medição deve obedecer a um padrão, pois assim, o período medido fornecerá uma base mais precisa para os dados. Sendo assim, devemos ter a medição global do sistema, condizente à medição individual, para que não haja discrepância de valores, gerando informações erradas.

Consumos não medidos podem ser estimados multiplicando-os por um fator que pode chegar até a três vezes a média medida daquele tipo de ligação. Por exemplo: se a média das economias residenciais em bairros de baixo padrão é de 15m³/mês, então uma ligação não medida naquele tipo de bairro pode ser estimada em até 45 m³/mês. Este tipo de estudo foi feito em diversas cidades brasileiras, chegando sempre a valores próximos a esse. (GOMES, 2007).

Tendo em mãos estes volumes, pode-se obter o índice de perdas na distribuição (IPD) ou quantificar o volume de água não contabilizada. Escreve-se este índice, conforme a equação abaixo:

$$IPD = \frac{(volumedisponibilizado - volumeutilizado)}{volumedisponibilizado} \%$$

Pela facilidade deste cálculo, esta é a forma mais utilizada no Brasil para o cálculo do índice de perdas. Com os dados do IPD, pode-se analisar de forma superficial para a melhor investigação do sistema:

IPD > 40 %.....Sistema com mau gerenciamento

40% > IPD < 25%.....Sistema com gerenciamento de nível intermediário

IPD < 25%.....Sistema com bom gerenciamento

Como dito anteriormente, os valores de IPD apresentados acima, servem como a primeira avaliação do sistema. Ressalta-se que este índice leva em conta dados gerais, e não considera se as perdas do sistema são reais ou aparentes, o que impede o indicativo das condições da infraestrutura em sistemas complexos.

Para uma avaliação mais precisa do sistema, outros índices se fazem necessários. Tais índices são:

- Índice de perdas de água por ligação ($\text{m}^3/\text{lig}/\text{dia}$);
- Índice de perdas de água por extensão de rede ($\text{m}^3/\text{km de rede}/\text{dia}$);
- Índice de vazamentos da infraestrutura;
- Índice de extravasamentos.

2.4 RELAÇÃO ENTRE PRESSÃO E VAZAMENTO

As VRPs – Válvulas Redutoras de Pressão são ferramentas de extrema importância para o controle das perdas. Seu uso é recomendado para todos os sistemas de abastecimento, desde que haja necessidade, obedecendo sempre as normas técnicas para projetos de rede.

Este controle deve assegurar as pressões mínimas e máximas permitidas para os consumidores finais, isto é, as pressões estática e dinâmica, que obedecem a limites prefixados, segundo a Norma Técnica NBR 12218/1994, da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, a pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras deve ser de 500 kPa (50 mca), e a pressão dinâmica mínima, de 100 kPa (10 mca). Valores fora desta faixa podem ser aceitos desde que justificados técnica e economicamente.

Um sistema com alta pressão tem uma probabilidade muito maior de apresentar vazamentos, perdas de vazão em um único ponto, além de caracterizar-se por fadigar o material da rede mais rápido do que se fosse utilizada a pressão ideal de trabalho.

Além das VRPs, podemos reduzir a pressão através de reservatórios, e demais controles de rede. Não se recomenda estrangulamentos em registros para controle de

pressão. A vibração no mesmo ocasiona rompimento de gaveta, nos casos dos registros de gaveta, e falha nos globos/esferas neste outro tipo de registro.

2.5 TÉCNICA PARA DETECÇÃO DE VAZAMENTOS

Um programa de detecção de vazamentos tem com objetivo:

- Reduzir as perdas de água no sistema;
- Aumentar a receita;
- Adiar a necessidade de investimentos na produção de água potável.

Para atender à demanda de serviços relacionados às perdas, se faz necessária a estruturação de equipes para atingir os objetivos devidos. Encontra-se no mercado atualmente, um programa de certificação de profissionais e empresas prestadores de serviços relacionados pela ABENDE – Associação Brasileira de Ensaio Não Destrutivos. De acordo com a ABENDE, a certificação dos profissionais se dá em três níveis:

- Nível 1 –operador
- Nível 2 –inspetor
- Nível 3 –supervisor

No programa, a Abende é responsável pela certificação, o CETRE – Centro de Treinamento, vinculado à Abende, ministra os treinamentos e a aplicação dos exames (nível 1 e nível 2). O Profissional Nível 3 necessita fazer os exames (dois teóricos e um estudo de caso) na Abende.

Recomenda-se a implantação de um sistema de certificação das empresas prestadoras de serviços, ou seja, a empresa empregadora passará através do Sistema de Gerenciamento da Qualidade do Fornecedor, avaliar as seguintes comprovações:

- Posse de equipamentos principais (haste de escuta, geofone e correlacionador de ruído) e auxiliares (manômetro roda de medição, locador de tubulações metálicas e não metálicas);
- Equipes certificadas (N1, N2 E N3) e em quantidade suficiente;
- Experiência comprovada
- Estrutura de trabalho organizada com programa de gestão da qualidade.

Para que a continuidade e melhoria de todos os serviços relacionados à detecção de vazamentos não visíveis de forma acústica, é necessário envolvimento

das empresas de saneamento, de forma a garantir a qualidade dos serviços bem executados.

Também é necessária a escolha correta dos equipamentos. Os equipamentos básicos são:

a) Haste de escuta mecânica – É uma haste de metal com comprimento de 1,0 e 1,5m, conforme mostrado na figura 9. É menos sensível que o geofone eletrônico. A sua faixa de operação situa-se entre 200 a 1500 Hertz. Detecta ruído de vazamento com mais facilidade na faixa de 600 a 800 Hz.

b) Geofone mecânico – Utiliza o princípio do estetoscópio na detecção de vazamentos. É menos sensível que o geofone eletrônico.

2.6 MEDIÇÃO

Conjunto de Operações que tem por finalidade determinar o valor de uma grandeza, nos sistemas de distribuição temos as seguintes variáveis:

- Macromedição: Volumes Produzidos e/ou disponibilizados a distribuição.
- Micromedição: Volumes medidos através de Hidrômetros instalados junto aos clientes.

Volumes estimados: Volumes não medidos, avaliados através de parâmetros médios, estabelecidos por ensaios ou de forma empírica, em geral são volumes utilizados em manutenções e/ou ações operacionais.

3. METODOLOGIA

Como metodologia, optou-se, em um primeiro momento, um estudo de caso, de acordo com Fachin (2001) o estudo de caso busca aprofundar as questões propostas, constituído de fenômenos e fatos como ocorrem espontaneamente. No Serviço Autônomo de Água e esgoto de Três Rios – SAAETRI – analisarem os principais processos e técnicas aplicados na gestão e operação do sistema de distribuição para redução das perdas, em especial participar da concepção da possível implementação de um sistema conhecido como Distritos de Medição e Controle (DMC), sistema este que contribui, principalmente, para o desenvolvimento de pesquisa de vazamentos, renovação de redes e ramais e diagnóstico para priorização das renovações das áreas que apresentam um maior índice de perdas.

Para este estudo de caso realizou-se; a concepção de uma área (DMC) com a implantação através da instalação de registros de redes, instalação de medidor de vazão, gerenciamento das pressões, volumes e vazão mínima noturna da área em estudo, apresentação dos resultados obtidos no índice de redução de perdas. Em um segundo momento buscou-se, através de uma revisão bibliográfica, que segundo Fachin (2001, p. 125) afirma que revisão bibliográfica “é a base para as demais pesquisas e pode-se dizer que é uma constante na vida de quem se propõe a estudar”, ressaltando a importância desse método de pesquisa, de modo que se procurou fazer uma síntese da situação operacional dos sistemas de distribuição de água para abastecimento público no que se refere ao controle de perdas e os métodos utilizados nos processos.

4. RESUMOS E DISCUSSÕES

4.1 ESTUDO DE CASO – ETA RUA DIREITA

Conforme dito previamente, o estudo de caso será embasado na Estação de Tratamento de Água localizada no Bairro Rua Direita, no município de Três Rios, RJ.

A ETA Rua Direita, apresenta dois sistemas de tratamentos separados. Um sistema abastece o bairro Rua Direita, e suas redondezas, enquanto outro sistema abastece parte do Bairro Vila Isabel, Palmital e Morada do Sol.

Para este caso, foi usado apenas a parcela que abastece o bairro Rua Direita, a captação é realizada de forma direta no rio Paraíba do Sul, mais precisamente nas coordenadas 22° 6'9.52"S e 43° 9'52.98"O, através de bomba submersa, de modelo não informado pelo SAAETRI, e o fluido é conduzido através de tubulação PVC Defofo DN 150 mm. Esta captação recalca aproximadamente 65m³/h em condições ideais de turbidez, correnteza, nível d'água entre outras variáveis.

Este sistema se constitui de dois módulos de tratamento, que são divididos em duas ETAs compactas, com capacidade de tratamento de 15 e 20m³/h respectivamente.

Após o recalque, a água bruta recebe a carga de produtos químicos adequada ao tratamento com os químicos: sulfato de alumínio, barrilha leve, solução iônica corretora e cloro pós redução de turbidez, e agentes nocivos.

4.2 ANÁLISE DOS DADOS

Para começar a análise, deve-se primeiramente compreender os índices gerais do Município de Três Rios. Sendo assim, através dos dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), podendo se compreender a tabela abaixo:

Tabela 01: Índice de Perdas do Município de Três Rios, 2016.

Índice de consumo de água em percentual	Volume de água disponibilizado por economia	Consumo médio de água por economia	Consumo per capita de água	Índice de perdas do sistema
71,46%	27,52 m ³ /mês/econ.	19,17m ³ /mês/econ.	226,64l/hab.dia	28,54%

Fonte: SNIS, 2016

Numa primeira impressão, vemos um índice de perdas regular, e de certa forma bom, pois no município não há nenhuma forma de macro ou micromedição, e o SAE responsável não adota nenhum tipo de medida de controle e combate a perdas.

Analisando os dados, vemos uma perda de 28,54%, que de acordo com o IPD é um sistema regular. O consumo per capita se mostra um pouco alto, mas justificável pelo IPD.

A seguir, analisaremos todos os dados obtidos, a fim de calcular as perdas, e estipular melhorias no sistema. De antemão, deixamos claro que não houve medições precisas com macro e micromedidores para a realização deste estudo por falta de verba e pessoal disponível para tal. Sendo assim, todos os dados a seguir são dados do sistema base do SAAETRI, e foram fornecidos e tem sua reprodução autorizada. Dados como vazões de recalque, foram calculados através da curva manométrica em função da altura de recalque, da tubulação de recalque e da frequência imposta pelo inversor que regula o equipamento.

4.3 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA

Tomando como base todos os dados do sistema, vemos claramente falhas em pontos críticos/chave do abastecimento. Uma grande falha que foi constatada e que representa claramente a maior parte da perda, é a falta de controle de nível no reservatório principal do sistema. De acordo com os operadores, e moradores da região, o mesmo apresenta grande perda de água em determinadas horas, e não há o controle dessa perda. Logo, só se toma conhecimento através de reclamações, ou de inspeção esporádica.

Outro grande ponto, é que não temos nenhuma forma de controle do sistema, sendo assim, não há dados precisos do volume de água que atingiu o reservatório, o que saiu dele, e muito menos o que passou em determinado logradouro até a residência do contribuinte.

Citamos também a falha no dimensionamento das redes, e capacidade de armazenamento da ETA. A rede de recalque em atual situação, é feita de PVC, com diâmetro de 3" para uma linha de aproximadamente 2,5km, e com altura de carga igual a 86m.c.a. Sendo assim, a pressão na rede é excessiva, o que contribui para alto índice de rompimento perto da saída da bomba de recalque. O mínimo indicado para esta tubulação seria 150mm de diâmetro, e uma possível troca do material da mesma de PVC para PEAD.

Um outro ponto a ser tocado, é que em nenhum ponto da rede há medição de pressão através de pressostatos, ou seja, caso a pressão da rede seja excessiva em algum ponto, não há como mensurar, e possivelmente prever algum ponto de vazamento.

4.4 PROGNÓSTICO DO SISTEMA

Desenvolveu-se um sistema de controle, que pode ser instalado de maneira simples, e que irá gerar dados bastante úteis para que possamos avaliar o sistema de forma pontual.

Assim, começaremos o estudo, pela inserção dos pontos chaves, que serão chamados de interseções, onde se sugere a instalação de macromedidores, a fim de mensurar a vazão para cada zona de abastecimento.

Lembramos ainda a necessidade da instalação de um controlador de nível no reservatório para evitar os incessantes vazamentos pelo ladrão, e também de um pressostato no equipamento de recalque, o que fará o desarme do mesmo, evitando rompimento da rede por excesso de pressão.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao término desse estudo, é possível constatar, a partir dos objetivos principais aqui apresentados, ou seja, investigar as principais causas dos elevados índices de perdas nos sistemas de abastecimentos de água, não só sob os aspectos do desperdício financeiro relacionado ao desperdício da água tratada, mas especialmente do ponto de vista da preservação desse recurso natural. E avaliar o

sistema de abastecimento da ETA da Rua Direita localizada no município de Três Rios, Estado do Rio de Janeiro. Que a busca por uma maior eficiência no gerenciamento dos recursos hídricos se constitui em uma estratégica de âmbito mundial, o que não é diferente no Brasil, que também tem avançado consideravelmente neste objetivo.

Constata-se que um programa de controle ativo de vazamento deve levar em consideração alguns fatores como a quantidade de água perdida em um sistema de distribuição pode ser um importante indicador de quão positiva ou negativa pode ser a evolução e eficiência desse sistema. E a análise dos valores perdidos ao longo dos anos, é fundamental para um controle e recuperação dos mesmos, visto que, volumes de perdas altas e crescentes podem ser um indicador de planejamento e construção não efetivos, e da baixa atividade de manutenção operacional.

Embora seja, cada vez mais crescente a valorização de aspectos como sustentabilidade, eficiência econômica e proteção ambiental e que tanto os aspectos técnicos como financeiros estejam recebendo uma crescente atenção, principalmente em períodos de racionamento de água ou de rápido crescimento da demanda, o que se percebe é que alcançar um sistema totalmente livre de vazamentos não é uma realidade palpável nem técnica nem economicamente, visto que, mesmo em sistemas bem operados e de excelente manutenção, que controlam com rigor as perdas, um nível, mesmo que baixo dessas perdas, não pode ser evitado.

Com relação ao estudo de caso, a partir de todos os dados apresentados, vemos que o sistema ETA Rua Direita, sofre de altas perdas devido a ineficiência do sistema. O sistema apresenta falhas de concepção, e baixo nível de estrutura física e profissional para a operação e manutenção.

Sendo assim, se faz necessário rever alguns conceitos, e avaliar que o alto índice de perdas, resulta em prejuízo financeiro para a empresa em questão, ao passo que a instalação destes equipamentos sugeridos, e demais itens em questão, fazem com que o investimento seja rentável em um médio/longo prazo, visto que o gasto com tratamento será menor, e a arrecadação será maior.

Em termos de recomendação para a continuidade do presente estudo, o que se sugere é que um estudo mais detalhado das perdas de água e ações para redução das mesmas, não somente em um bairro como em todo o município de Três Rios, possibilitando uma melhor avaliação do estado em que se encontra o sistema

municipal de abastecimento de água potável e também suas influências no sistema energético.

REFERÊNCIAS

ABES – 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. Setembro de 2013. Disponível em: <www.abes-sp.org.br/arquivos/perdas.pdf>.

AESB e ASSEMAE. **Reunião de perdas físicas/faturamento.** Associação das Empresas de Saneamento Básico Estadual – AESBE, e Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento – ASSEMAE, 1998. Comunicação oral. Brasília, DF, 1997.

ALVES, W.C., et. al. **Macromedição – DTA D2** – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água - PNCD. Brasília, 2004

ABENDE- **Associação Brasileira de Ensaios não Destrutivos e Inspeção**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12211. Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água - Procedimento.** Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12215. Projeto de adutora de água para abastecimento público.** Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12217. Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público.** Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12218. Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público.** Rio de Janeiro, 1994.

CARVALHO, Fernando Silva de et. al. **Estudos sobre perdas no sistema de abastecimento de água da cidade de Maceió.** 2004. Disponível em: <www.ctec.ufal.br/professor/vap/perdassistemadeabastecimento.pdf>. Acesso em: 15 de julho de 2019.

DTA A1. **Apresentação do programa** – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Ministério do Planejamento e Orçamento – Secretaria de Política Urbana, 1998.

DTA A2. **Indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água** - Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Ministério das Cidades, 2004

DTA D1. **Controle de pressão na rede** – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Ministério do Planejamento e Orçamento – Secretaria de Política Urbana, 1998.

FACHIN, Odília. **Fundamentos de metodologia**. 3ª ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

GOMES, A.S – **Técnicas de operação em Sistemas de Abastecimento de Água** - Organização – Séries de Guias Práticos – Brasília Ministério das Cidades, SNSA, 2007.

LNEC, ISA. **Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água**. Lisboa, Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território e Instituto da Água, 2001.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento** – SNIS. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em: 15 de julho de 2019.

PNCDA, Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Disponível em: <Site www.pncda.gov.br>. Acesso em: 15 de julho de 2019.

SANTOS, Ricardo Barbosa dos. **Perdas de água no sistema de abastecimento do serviço público**. Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2008. Disponível em:< www.abes-sp.org.br/arquivos/perdas.pdf>. Acesso em: 17 de julho de 2019.

SNIS. **Sistema Nacional de Informações do Saneamento**. Governo Federal. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. Brasília. 1997, 200, 2002.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Termos técnicos e conceitos fundamentais** – Abastecimento de água / 1ª edição – São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004. XIII – 643 p.

WERDINE, Demarcus. **Perdas de água em sistemas de abastecimento**. Ministério da Educação - Universidade Federal de Itajubá, 2002. Disponível em:<saturno.unifei.edu.br/bim/0031253.pdf>. Acesso em: 20 de julho de 2019.