

PLANO DIRETOR DE COMBATE ÀS PERDAS DE ÁGUA

Luciano Farias de Novaes¹ & Fabrício Bressani²

RESUMO: As atividades propostas no Plano de Combate às Perdas de Água visam a redução das perdas e aumento da eficiência do sistema de abastecimento. Assim, o retorno dos investimentos será rapidamente recuperado pelo Departamento de Água e Esgoto (DAE) tendo em vista que a economia gerada no processo e distribuição de água tratada será rapidamente percebida pelo DAE, isto é, uma relevante parcela dos investimentos, atualmente aplicados no processo de produção, poderá ser investida em outras finalidades como, por exemplo, ampliação do sistema atual. As ferramentas gerenciais que serão obtidas em fim de plano permitirão aos executivos da DAE administrar o sistema de abastecimento de forma cada vez mais otimizada com qualidade e segurança nas decisões estratégicas com reflexo imediato no atendimento a população e aumento da eficiência operacional. Além do aspecto econômico financeiro que é extremamente interessante, destaca-se o efetivo alcance sócio econômico que tem abrangência permanente e progressiva, uma vez que estas medidas a serem implantadas serão permanentemente ajustadas buscando-se a qualidade e manutenção do estado da arte em captar, tratar, reservar e distribuir água potável para o Município.

ABSTRACT: The activities bids at the Flat as of Battle to the Losses as of Water visam the abatement of the losses and augmentation from the efficiency from the system as of abastecimento. As soon , the one recurrence of the investments it shall fast enough recovered by the DAE in view of than it is to the economy generated in the process and apportionment as of water treated it shall fast enough perceived by the DAE , is this a , relevant plot of the investments atualmente diligent in the process as of crop , it might be invested well into other goals like putting , example , enlarging from the system he acts. The tools gerenciais than it is to they shall be obtained well into end as of flat they will be allowing to the executives from the DAE administer the external system as of abastecimento as of he forms further and further otimizada along brand and reliability at the decisions strategic along reflection chief officer at the atendimento the population and augmentation from the efficiency operational. Aside from from the Appearance econômico finacial than it is to is extremely attractive , stands out from the crowd - in case that the one efetivo purview business associate econômico that you have abrangência abiding and progressist , since these measures the one he shall be implantadas they shall be abidingly adapted fetching - in case that the quality AND maintenance from the been from the art well into grab , handle , allocate and apportion drinking water for its County.

Palavras-chave: Setorização, micromedição de vazão e macromedição de vazão.

1) Professor Pesquisador da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP). Rua Bento Carlos nº 672. Centro. São Carlos – SP. CEP: 13.560-660. e-mail: luciano@thesis.eng.br.

2) Mestrando do curso de Tecnologia Ambiental da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP).

1. INTRODUÇÃO

As perdas de água em sistemas de abastecimento englobam tanto as perdas reais (físicas) que representam a parcela não consumida e não registrada, como as perdas aparentes (sub-medição).

As perdas reais originam-se de vazamentos no sistema que vão desde a captação até a distribuição propriamente dita, além de procedimentos operacionais como lavagem de filtros e descargas na rede, quando estes provocam consumos superiores ao estritamente necessário para operação (TARDELLI FILHO, J. 2004). No que diz respeito às perdas aparentes, as mesmas originam-se de ligações clandestinas ou não cadastradas, hidrômetros parados ou com sub-medição, fraudes em hidrômetros e outras (SILVA, 2004).

É fundamental para a gestão eficiente do Departamento de Água e Esgoto (DAE) que se implante e mantenha um programa de redução permanente de perdas, uma vez que esta providência se traduz em economia de insumos e aumento de receita, gerando recursos e possibilitando ao gestor promover novos investimentos para ampliação do sistema existente.

A proposição de medidas visando à redução e o controle das perdas enseja o conhecimento de parâmetros tais como volumes, pressões, níveis, entre outros, que permitem qualificar a situação em que se encontra determinado sistema de abastecimento. Neste contexto torna-se fundamental o estabelecimento de critérios de medição e avaliação do sistema de forma a garantir a apropriação contínua de parâmetros hidráulicos e elétricos para a elaboração do balanço hídrico e obtenção do diagnóstico do sistema de abastecimento e a sua modelagem hidráulica, com base no seu real funcionamento.

Para se alcançar um cenário como esse é necessário estruturar um plano de ação visando à redução permanente e controle das perdas, adequando-se os investimentos e as intervenções físicas (obras) inerentes a esta atividade com a disponibilidade de recursos financeiros, humanos e materiais, mantendo-se como premissa fundamental a manutenção do atendimento ao usuário.

Portanto, a implantação de um Plano de Combate às Perdas Totais de Água é fundamental para atingir os objetivos: REDUÇÃO DE PERDAS DE ÁGUA E AUMENTO DE EFICIÊNCIA. Desta forma o presente trabalho tem como objetivo descrever as etapas necessárias que um Plano Diretor de Combate as Perdas de Água deve contemplar para alcançar a meta de redução dos índices de perdas dos municípios.

2. ETAPAS DO PLANO DIRETOR DE COMBATE ÀS PERDAS DE ÁGUA

2.1. Projeto de Setorização da Rede de Distribuição

A maior contribuição do projeto de setorização para com o sistema de abastecimento de água é a regularização das faixas de pressão das redes de água, segundo, critérios estabelecidos na Norma

Técnica NBR 12.218/1994. Assim, se consegue reduzir as pressões máximas as quais estão diretamente relacionadas com o aparecimento de vazamentos visíveis e não visíveis, reduzindo consideravelmente os índices de perdas de água. Também com a limitação mínima da pressão em 10 mca, será possível o abastecimento em tempo integral das ligações, atendendo o público de forma satisfatória.

O projeto da setorização da rede de distribuição potencializará a implantação física da delimitação hidráulica dos setores. A rede de distribuição quando dividida em setores de abastecimento e zonas de pressão, que são delimitadas pelo fechamento de registros em pontos determinados, perfeitamente estanques, permite o controle da vazão de entrada, através da instalação de macromedidores de vazão, fornecendo dados para análises relativas às perdas físicas setoriais. Para o cálculo dos índices de perdas físicas setoriais serão ajustados junto ao departamento de micromedição do DAE as ligações e seus consumos micromedidos para cada setor, com a finalidade de comparar com os dados macromedidos. Desta forma o índice de perda setorial (IPS) será calculado pela seguinte equação:

$$IPS(\%) = \left(\frac{V.Macromedido - V.Micromedido}{V.Macromedido} \right) * 100 \quad (1)$$

em que:

IPS	=	índice de perda setorial (%);
V.Macromedido	=	volume medido no macromedidor instalado na entrada do setor;
V.Micromedido	=	volume micromedido nos hidrômetros situados dentro do setor.

Outro aspecto importante da existência de porções bem definidas (delimitadas) da rede de distribuição de água é para o desenvolvimento dos trabalhos futuros, tais como detecção de vazamentos não visíveis através de geofones eletrônicos e correlacionadores de ruído, principalmente para a avaliação dos resultados e controle geral do processo, potencializando a redução dos índices de perdas de água através da descoberta dos vazamentos. Também, ressalta-se que a pesquisa de vazamento através de métodos auditivos só se torna possível em redes com pressão superior a 10 mca, e como a setorização já limita como mínimo este valor, será possível realizar as pesquisas de vazamentos em todo o setor sem restrição quanto a pressão.

A correta definição dos setores de abastecimento com respectivas zonas de pressão é uma das ações mais importantes dos trabalhos de redução de perdas. Se as condições operacionais e cadastrais dos registros limítrofes das áreas não garantirem a perfeita estanqueidade, as avaliações decorrentes dos indicadores de perdas serão prejudicadas. Desta forma esquemas de manutenção

nas válvulas, e checagem da eventual passagem da água, bem como levantamentos cadastrais cuidadosos, devem ser ações sistemáticas do DAE para garantir e validar os dados obtidos nas medições de vazão e pressão.

Também é importante apropriar dos dados de interesse (idade e material da rede, pressões, características do solo, locais com intermitência no abastecimento) para essas áreas de controle, de forma a se ter melhores condições de avaliação dos trabalhos a serem realizados nos setores tais como pesquisa de vazamentos não visíveis. Desta forma deve ser fornecido um documento com a lista de todos os materiais hidráulicos com todas as especificações inclusive o ano em que foi implantado, bem como das características do solo e de operação dos setores de abastecimento.

Outro aspecto de suma importância que estará incluso no projeto da setorização é os procedimentos de zonas de manobras, sendo estabelecidas listas de registros operacionais que podem funcionar aberto ou fechado de acordo com a necessidade de operação. Desta forma o sistema estará operando de forma flexível criando fontes de abastecimentos alternativos, principalmente nos momentos de manutenção da rede em que a interrupção do atendimento deve ser o mínimo possível.

Deverá existir uma lista de materiais hidráulicos com os quantitativos de peças, conexões e acessórios, necessários para as obras a serem executadas com a finalidade de separar fisicamente as redes de água para delimitação dos setores. Para tanto, também será fornecido um cronograma de obras a serem executadas, indicando a sequência dos setores prioritários tendo sempre em vista a menor interrupção do abastecimento de água à população.

2.1.1. Atividades subsequentes a serem desenvolvidas

Uma vez finalizado o projeto executivo da setorização da rede distribuição potencializará as seguintes atividades a serem implantadas pelo DAE:

- implantar fisicamente a delimitação hidráulica dos setores;
- calcular os índices de perdas setoriais, indicando as regiões do município que necessitam de uma maior atenção no combate as perdas de água;
- manutenção das válvulas, garantindo a estanqueidade do setor; e
- planejar pesquisas de vazamentos não visíveis nos setores em que os índices de perdas encontram-se acima da média, bem como verificar a qualidade do parque de hidrômetros para garantir a qualidade dos dados micromedidos.

2.2. IMPLANTAÇÃO DAS ESTAÇÕES PITOMÉTRICAS (EPs)

Através das Estações Pitométricas (EP) será possível obter as seguintes informações do sistema de abastecimento de água do município:

- diâmetro real da tubulação, uma vez que estes podem apresentar desvios de fabricação e também devido às incrustações existentes que reduzem a sua medida;
- valores de vazão e pressão;
- perfis de velocidade dos quais é possível diagnosticar incrustações nas tubulações;
- cálculo do coeficiente C de Hazen Willians o qual fornece subsídios para o diagnóstico do estado da tubulação; e
- diagnóstico do desempenho das bombas hidráulicas comparando a curva gerada (vazão x pressão) com a curva característica fornecida pelo fabricante.

Observa-se que os dados obtidos na pitometria fornecem subsídios importantes para tomada de decisão no sistema de abastecimento de água, tais como:

- indicação da necessidade de troca ou limpeza de tubulações que estão provocando perdas de cargas acima do previsto, diminuindo a pressão a jusante da rede e gastando-se mais energia elétrica;
- troca ou manutenção de bombas hidráulicas que podem estar com o seu ponto de trabalho com rendimento bem inferior ao de melhor custo benefício;
- obtenção de dados de vazão que servem para calibrar macromedidores de vazão a serem instalados bem como as calhas Parshall existentes nas entradas das ETAs.

2.2.1. Atividades subsequentes a serem desenvolvidas

Uma vez finalizado o monitoramento dos parâmetros hidráulicos nas estações pitométricas será potencializado as seguintes atividades a serem implantadas pelo DAE:

- troca ou manutenção das adutoras de água que porventura venha apresentar em estado de incrustação elevado;
- troca ou manutenção das bombas hidráulicas que estejam operando com rendimento abaixo do custo benefício ideal; e
- calibração dos macromedidores de vazão, incluindo as calhas Parshall situadas nas entradas das ETAs.

2.3. MONITORAMENTO DAS PRESSÕES

O gerenciamento de pressões procura minimizar as pressões do sistema de abastecimento de água e o tempo de duração de pressões máximas, enquanto assegura os padrões mínimos de serviço para os consumidores. Estes objetivos são atingidos pela setorização dos sistemas de distribuição,

pelo controle de bombeamento direto na rede (“boosters”) ou pela instalação de válvulas redutoras de pressão (VRPs).

2.3.1. Pressão Média Noturna

O conhecimento das pressões reinantes na área de estudo no instante em que ocorre a vazão mínima noturna agrega outra ferramenta para se planejar e avaliar os vazamentos e as formas e combatê-los.

Conceitua-se AZNP (Average Zone Night Pressure – Pressão Média Noturna) como a média das pressões noturnas máxima e mínima da área em estudo, devendo levar em conta a topografia e a concentração de ligações.

É aconselhável que os estudos adotem um ponto específico da rede (representativo da pressão média noturna) para controle da performance do sistema (medições de pressão). Um outro ponto de combate a ser adotado é o Ponto Crítico, que é aquele mais distante do referencial de pressão ou de maior cota, onde ocorre a menor pressão dinâmica. É muito importante nos programas de controle de pressão, pois é um indicador do potencial de pressão a ser reduzida.

2.3.2. Relação entre a Pressão e os Vazamentos

Dentre as variáveis que interferem na frequência e no porte dos vazamentos, a pressão na rede é a mais importante.

Para furos na rede com área fixa, as vazões das fugas de água obedecem à relação quadrática das pressões, ou seja:

$$\frac{Q_1}{Q_0} = \left(\frac{p_1}{p_0} \right)^{0.5} \quad (02)$$

em que:

- Q_0 = vazão inicial do vazamento;
- Q_1 = vazão final do vazamento;
- p_0 = pressão inicial no tubo; e
- p_1 = pressão final no tubo.

Um exemplo desta condição é um furo proveniente de corrosão localizada em um tubo de ferro fundido ou aço, cuja área não se altera qualquer que seja a pressão de trabalho da tubulação.

O mesmo não ocorre em uma trinca em tubo de PVC ou polietileno, que tem sua área expandida com o aumento da pressão, acarretando vazões muito maiores do que se a área do furo se mantivesse constante. Avaliações realizadas indicam que neste caso o expoente que incidiria sobre a relação de pressões seria da ordem de 1,5, ou seja:

$$\frac{Q_1}{Q_0} = \left(\frac{p_1}{p_0} \right)^{1,5} \quad (03)$$

Para as condições gerais da rede de distribuição, onde se misturam furos com área fixa e com área variável, estudos recentes mostram que o expoente médio da relação de pressões é da ordem de 1,15.

2.3.3. Importância da Atividade

Com o monitoramento de pressão na rede de abastecimento de água poderá calcular a pressão média noturna (AZNP), bem como localizar e avaliar os pontos denominados críticos do sistema de abastecimento. Desta forma dará subsídios aos engenheiros do DAE na tomada de decisões quanto a implantação de procedimentos para regularizar as pressões.

2.3.4. Atividades subsequentes a serem desenvolvidas

Uma vez finalizado o monitoramento das pressões será potencializado as seguintes atividades a serem implantadas pelo DAE:

- implantar as soluções para o readequamento das pressões na rede, tais como equipamentos para controle de pressão, como, por exemplo, Válvulas Redutoras de Pressão (VRP), boosters, ou até mesmo, realizar um reforço de rede nos locais onde a pressão esteja baixa, pois pode ser que a rede esteja subdimensionada ocasionando maiores perdas de cargas e conseqüentemente reduzindo a pressão.

2.4. PROJETO DA MACROMEDIÇÃO DE VAZÃO

De uma maneira mais geral, a implantação do projeto da macromedição de vazões tem-se como objetivos específicos:

- controlar a produção de água: neste caso a macromedição permite medir os volumes e vazões aportados durante determinado período de interesse. Tais elementos são essenciais para um acompanhamento da evolução dos diversos subsistemas (adução de água bruta, tratamento,

reservação, adução de água tratada e distribuição), dando margem ao estabelecimento de séries históricas de desempenho do sistema;

- melhorar a operação do sistema: neste caso a macromedição permite medir parâmetros técnicos importantes. De posse desses valores é possível intervir de forma a controlá-los visando adequar a operação a níveis de eficiência desejáveis;

- executar um planejamento: a expansão do sistema, as readequações de setores de distribuição e os remanejamentos, são ações inseridas em planejamento e que requerem projetos detalhados. Neste caso, a macromedição oferece subsídios importantes, na medida em que os parâmetros medidos permitem estabelecer margens de disponibilidades existentes, demandas não atendidas, limites de exploração do sistema, dentre outros aspectos;

- controlar os gastos com energia: deve-se ter em conta que grande parte da adução, da distribuição e do próprio tratamento, depende de equipamentos e instalações elétricas. Portanto, o perfil de abastecimento se reflete diretamente nas despesas com energia elétrica. Para se evitar o consumo nos períodos mais caros em termos da tarifa elétrica, é possível deslocar-se o consumo utilizando-se a capacidade de reservação e mesmo a postergação de picos de grandes consumidores;

e

- obter a dosagem ótima de produtos químicos: outra aplicação particular que requer a utilização da macromedição ocorre quando deseja-se adicionar produtos químicos, cloro ou flúor, por exemplo, na sua dosagem ótima.

2.4.1. Controle de Perdas

A macromedição é responsável por definir o volume disponibilizado a uma determinada área objeto de controle e medição. Esse valor, por diferença com o volume micromedido, por exemplo, conduz ao valor das perdas a serem controladas.

Para que haja a efetiva mensuração das perdas é necessário que não só os volumes macromedidos sejam consistentes mas também os volumes micromedidos sejam compatibilizados. Aparentemente tarefa simples, mas de difícil efetivação dada as características de carga de trabalho e enfoque das áreas comercial e operacional.

Quanto às perdas físicas, internacionalmente a sua mensuração é feita com base nos valores apurados em macromedições de vazões situadas nas entradas dos setores. Os dados obtidos constituem-se no principal produto do sistema. Não só na sua utilização imediata é importante, mas também sua preservação organizada é fundamental, de forma a configurar um banco de informações. A forma como são coletados, processados e arquivados pode ser considerada como a parte mais relevante de todo sistema de macromedição. Devidamente tratados podem preservar e

aperfeiçoar a aplicação de recursos e fornecer informações fundamentais para o planejamento do serviço de saneamento.

2.4.2. Registros Históricos

O fator mais importante a destacar é o sistemático registro dos dados e das informações que são pertinentes, como por exemplo, a data e a instalação do medidor, os dados cadastrais, dentre outros. É possível, com certo rigor, resgatar informações importantes sobre a operação. Mesmo que os dados sejam obtidos por um determinado tipo de medidor, e posteriormente o medidor seja substituído por outro mais adequado ou tecnologicamente mais avançado, a série obtida, apesar da troca realizada, pode ser utilizada.

Percebe-se, então, que os dados da macromedicação, sistemática e historicamente constituídos em conjunto com outras informações complementares, permitem orientar melhor a parametrização dos projetos e do planejamento, construindo horizontes de projetos assentados mais proximamente à realidade.

2.4.3. Sistema Informatizado

A informatização da macromedicação permite obter dados, desenvolver estudos e apresentar soluções de forma mais rápida e mais elaborada. Se o sistema de macromedicação é desorganizado, possui baixa exatidão e é deficiente em cobertura não haverá melhora apenas com a sua informatização. É mito corrente que a tecnologia de ponta e os computadores organizam, controlam e resolvem todos os problemas.

Em realidade, há apenas a melhoria na velocidade com que transitam as informações, pois caso não haja um sistema de controle de informações, os sistemas informatizados apenas otimizam o que já existe.

2.4.4. Central de Controle Operacional

A partir de informações do monitoramento das pressões e das vazões é organizada a Central de Controle Operacional - CCO. É previsível que pequenos sistemas prescindam de uma central, mas para as grandes cidades é praticamente impossível operar-se sem o auxílio de pelo menos uma central de controle.

Sob o ponto de vista de controle de perdas, a correta operação evita que haja sobrecarga ou sobre pressão em determinado setor e falta d'água em outro. Em situações extremas o descontrole sobre a operação pode levar, por exemplo, a extravasamentos de certos reservatórios enquanto que

em outros há falta d'água. O papel da central, nesses casos, é da maior importância para a organização e otimização da operação.

2.4.5. Atividades subseqüentes a serem desenvolvidas

Uma vez finalizado o projeto da macromedição de vazão será potencializado as seguintes atividades a serem implantadas pelo DAE:

- implantação dos macromedidores nos locais estabelecidos e de acordo com o cronograma físico-financeiro sugerido.

3. MONITORAMENTO DAS PERDAS

Constata-se que com as atividades a serem executadas no Plano de Combate as Perdas de Água nortearam processos para o DAE reduzir os índices de perdas de água no sistema de abastecimento.

As atividades e ações devem ser sistemáticas e compreendem a análise e consistência de dados, compatibilização, resolução de não conformidades, solicitação de calibração dos medidores e sistemas. Na seqüência são apresentadas as diversas ações que o DAE deverá realizar para possibilitar o efetivo monitoramento das perdas, baseado nas atividades desenvolvidas no Plano de Combate as Perdas de Água.

3.1. Volumes Macromedidos

A verificação das leituras feitas deve ser diária. Para tanto é necessário que haja uma referência de volumes ou vazões para comparação e avaliação de possíveis desvios. O processo ideal é o do acompanhamento horário que, no entanto, somente é possível com a automação dos processos.

3.2. Volume Micromedido

As leituras de hidrômetros terão que ser feitas rapidamente (mensalmente), totalizando o volume micromedido para comparação direta com os valores da macromedição e avaliação das perdas setoriais.

3.3. Setor de Abastecimento

A garantia de correção dos resultados só pode existir com a informação correta e atualizada de fechamento do setor de abastecimento.

Toda credibilidade do sistema de controle fica abalada quando surge um indicador de perdas negativo ou uma anomalia de resultados. Pressupondo-se que a exatidão dos medidores (micro e macro) esteja em níveis adequados, estas ocorrências podem ser devidas aos registros abertos nos limites da rede de abastecimento entre setores.

3.4. Aferições

A periodicidade de calibração dos medidores pode, em princípio, ser anual. O período necessário entre calibrações, na verdade, é função do tipo de instrumento e outras características locais. Alguns instrumentos específicos podem requerer calibração em período menor e outros em períodos maiores.

As calibrações definem o ponto de trabalho do medidor. Caso este apresente erro acima da faixa estabelecida deve ser acionado o pessoal de instrumentação para calibração do elemento secundário.

3.5. Vazões Mínimas Noturnas

A forma mais usual de avaliação de perdas físicas é pela medição sistemática das vazões mínimas noturnas no interior dos setores.

Em sistemas de abastecimento de água, as vazões consumidas pelos clientes variam ao longo do dia (e também ao longo dos meses, em função da sazonalidade). Geralmente o pico de consumo se dá entre 12h00 e 14h00, caindo gradativamente até atingir o consumo mínimo entre 3h00 e 4h00 da madrugada.

Nos horários onde ocorre a vazão mínima, há evidentemente uma correspondência com as atividades humanas que demandam água: os consumos residenciais são muito pequenos, as atividades comerciais e públicas estão paralisadas e uma grande parte das indústrias também não estão funcionando. É justamente nessa hora onde se pode ter uma boa avaliação das vazões que escapam pelos vazamentos na rede de distribuição. Tais vazamentos, portanto, nesses horários, englobam parcela significativa das vazões medidas.

A análise da vazão mínima noturna constitui-se em uma das ferramentas mais utilizadas para a avaliação das perdas físicas, desde que se atende para:

- a correta definição do ponto de medição;
- o emprego adequado dos equipamentos de medição;
- o conhecimento (medido ou estimado) dos consumos próprios da área no instante da vazão mínima noturna (indústrias, principalmente).

3.5.1. Fator de Pesquisa

O Fator de Pesquisa (FP) é a relação entre a vazão mínima noturna ($Q_{\text{mínimanoturna}}$) de um setor e a sua vazão média ($Q_{\text{média}}$), dada em porcentagem.

$$FP = \frac{Q_{\text{mínimanoturna}}}{Q_{\text{média}}} \quad (04)$$

O Fator de Pesquisa (FP) é um parâmetro que dá indicações fortes sobre a existência de vazamentos no setor. Quanto maior a magnitude do valor do FP significa que as vazões mínimas noturnas se aproximam da vazão média, enquanto que valores baixos indicam que a vazão mínima noturna é bem inferior a vazão média. Desta forma valores altos significam grande potencial de vazamentos não visíveis e exige a necessidade de trabalhos de pesquisa acústica para detecção de vazamentos, enquanto que valores baixos indicam comportamento das vazões que não exige a necessidade imediata da pesquisa de vazamentos não visíveis.

De posse do projeto da macromedição de vazão e a futura instalação destes equipamentos, associado a delimitação física dos setores será possível estimar o histograma de vazões da entrada dos setores e conseqüentemente obter as vazões médias e mínimas noturna. Desta forma será obtido um índice (Fator de Pesquisa) que norteará indicações de vazamentos não visíveis no setor, potencializando a redução das perdas de água, através de pesquisa acústicas de vazamentos não visíveis.

A medição da vazão mínima noturna parte do princípio que o consumo durante a noite chega a zero, exceto em determinadas ligações bem identificadas. De fato, verifica-se na prática que a grande maioria das instalações prediais não consomem água durante a madrugada após estarem seus reservatórios cheios. Dessa forma, a grosso modo, as vazões medidas na rede de distribuição devem-se a ligações pontuais, identificáveis (indústrias, etc) e às perdas físicas na rede. Deduzindo-se os consumos noturnos identificados torna-se assim possível chegar às vazões noturnas devidas às perdas.

É importante no processo de medição da vazão mínima noturna ter conhecimento de todas as singularidades de consumo que podem influenciar nos dados e ajustar ou subtrair essas singularidades. Por exemplo, no caso de uma indústria com consumo noturno, pode-se medir sua vazão de consumo durante o período de medição e deduzi-lo do valor macromedido. Alternativamente pode ser possível manter essa ligação fechada durante o ensaio .

3.6. Pressões

Os dados de pressão registrados podem ser utilizados em modelagem matemática que torne possível avaliar as discrepâncias na rede primária e de distribuição. Modelos adequados podem indicar a presença de singularidades que podem ser derivações desconhecidas e não medidas, descargas de pontas de redes, etc .

Na calibração de sistemas complexos é imprescindível a modelagem e conseqüentemente o registro da pressão e vazão em cada ponto singular.

4. CONCLUSÃO

As atividades propostas no Plano de Combate às Perdas de Água visam a redução das perdas e aumento da eficiência do sistema de abastecimento. Assim, o retorno dos investimentos será rapidamente recuperado pelo Departamento de Água e Esgoto (DAE) tendo em vista que a economia gerada no processo e distribuição de água tratada será rapidamente percebida pelo Departamento, isto é, uma relevante parcela dos investimentos, atualmente aplicados no processo de produção, poderá ser investida em outras finalidades como, por exemplo, ampliação do sistema atual. As ferramentas gerenciais que serão obtidas em fim de plano permitirão aos executivos da DAE administrar o sistema de abastecimento de forma cada vez mais otimizada com qualidade e segurança nas decisões estratégicas com reflexo imediato no atendimento a população e aumento da eficiência operacional.

Além do aspecto econômico financeiro que é extremamente interessante, destaca-se o efetivo alcance sócio econômico que tem abrangência permanente e progressiva, uma vez que estas medidas a serem implantadas serão permanentemente ajustadas buscando-se a qualidade e manutenção do estado da arte em captar, tratar, reservar e distribuir água potável para o Município.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

TARDELLI FILHO, J. Controle e redução de perdas. In: TSUTYIA, M. T. (Ed.). *Abastecimento de água*. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004. cap. 10, p. 475-525.

SILVA, F. C. et al. Panorama de perdas em sistemas de abastecimento de água. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 7., 2004, São Luis. *Anais...* São Luis: ABRH, 2004. 1 CD-ROM.