

## **I-768 – PLANO DIRETOR DE COMBATE ÀS PERDAS DE ÁGUA NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DO MUNICÍPIO DE VOTORANTIM - SP**

### **Alex Eduardo Jorge Macedo<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Mestre em Tecnologia Ambiental pela Universidade de Ribeirão Preto. Doutorando em Processos Tecnológicos Ambientais

### **Jéssica Macedo da Silva**

Engenheira Civil pelo Centro Universitário do Sudeste Mineiro. Pós-graduada em Gestão de Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) e Esgotamento Sanitário (SES).

### **Caio Francisco Anastácio Freitas**

Engenheiro Civil pelo Centro Universitário do Sudeste Mineiro. Pós-graduado em Gestão de Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) e Esgotamento Sanitário (SES).

### **Luciano Farias de Novaes**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Viçosa. Mestre em Recursos Hídricos e Ambientais pela Universidade Federal de Viçosa. Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Professor pesquisador da Universidade de Ribeirão Preto. Responsável técnico e diretor da Novaes Engenharia e Construções Ltda.

### **Felipe Miranda Gobbo**

Engenheiro Mecatrônico pelo Centro Universitário Nossa Senhora do Patrocínio. Mestre em Tecnologia Ambiental pela Universidade de Ribeirão Preto. Doutorando em Tecnologia Ambiental pela Universidade de Ribeirão Preto.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Edson Francisco Scapol. Granja Olga 2 – Sorocaba, São Paulo – CEP: 18017-200 – Tel: (15) 98106-1066 – e-mail: alex.macedo@aguasdevotorantim.com.br

## **RESUMO**

As perdas e os desperdícios de água são os fatores que mais comprometem o setor de saneamento. A busca da diminuição destes fatores é uma variável estratégica tanto para as empresas públicas que prestam este serviço, bem como para o setor privado que tem atuado nesta área visando a redução de custos. A elaboração de um Plano Diretor de Combate às Perdas de Água em sistemas de abastecimento de água municipais com intuito de controlar e reduzir as perdas torna-se fundamental para o futuro de todos os departamentos responsáveis pelo saneamento dos municípios. Assim, o presente trabalho tem como objetivo elaborar o Plano Diretor de Combate às Perdas de Água no Município de Votorantim - SP. Para tanto, foram realizadas as seguintes atividades: elaboração da base cadastral da rede de distribuição de água; delimitação dos setores de distribuição de água; monitoramento das vazões através de pitometria e macromedidor ultrassônico portátil; dimensionamento dos macromedidores de vazão a serem implantados; diagnóstico da situação do parque de hidrômetros instalados no município de Votorantim; estimativa das perdas de água no sistema de abastecimento, bem como estabelecer metas a serem atingidas no horizonte de projeto de 20 anos. Para tanto, foram realizadas visitas em campo nas unidades operacionais do sistema de abastecimento, bem como cadastrado em formato digital toda infra-estrutura do sistema de distribuição de água. Para a delimitação dos setores de distribuição, foi utilizada a base cadastral, bem como o levantamento topográfico, definindo uma área atendida para cada reservatório do sistema de distribuição. Assim, foram calculadas as vazões de consumo de cada setor, bem como identificado se há necessidade de ampliar a capacidade de reservação. Foram realizados levantamento dos hidrômetros existentes no município, bem como elaboradas propostas de melhorias. Através dos dados monitorados nos macromedidores de vazão existentes na produção de água do município, bem como dos volumes micromedidos, foi possível calcular as perdas de água no município de Votorantim. De posse dos resultados pode-se concluir que: existem aproximadamente 500 km de rede de distribuição de água de diversos diâmetros e materiais; o sistema de distribuição de água de Votorantim não está setorizado, sendo proposto a implantação física de 30 setores; foram realizados monitoramento de vazão

em 25 pontos por processo pitométrico e 6 pontos através de macromedidor de vazão ultrassônico portátil em diversas redes do sistema de abastecimento, sendo tais dados fundamentais para o dimensionamento dos macromedidores de vazão; os macromedidores de vazão dimensionados para serem instalados no sistema de abastecimento de água de Votorantim são do modelo Eletromagnético Carretel, os quais apresentam menores erros de medição; foi possível constatar que 25% dos hidrômetros estão operando a mais de 5 anos, sendo portanto, recomendado a substituição destes equipamentos; atualmente as perdas de água no sistema de distribuição do município de Votorantim é igual a 34,8%, tendo como meta atingir o valor de 20% em um horizonte de 20 anos. Assim, devem-se executar as ações propostas, tais como: implantar a setorização em zonas de pressão; instalar os macromedidores de vazão; substituir os hidrômetros mais antigos, bem como readequar os hidrômetros instalados fora dos procedimentos adequados; realizar pesquisa de vazamento não visível continuamente; realizar treinamentos com os profissionais responsáveis pelos serviços de leituras, bem como com os de operação e manutenção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento, índices de perdas, abastecimento de água.

## **INTRODUÇÃO**

A crise hídrica vivenciada no mundo, bem como a regulação do novo marco legal do saneamento básico, fez com que as empresas públicas e privadas voltassem sua atenção para o controle e combate às perdas de água, visto que, o combate às perdas gera retornos financeiros imediatos às companhias e também contribui para a sustentabilidade e conservação dos mananciais.

De acordo com SNIS (2020), o nível de perdas no Brasil passou de 38,1% em 2016 para 40,1% em 2020, enquanto o município de Votorantim – SP apresenta um índice de 18,58%.

Os impactos financeiros aliado ao crescimento deste índice, faz com que seja necessário analisar e pesquisar tecnologias visando solucionar as problemáticas ocasionadas pelas perdas de água nos sistemas de abastecimentos dos municípios.

A ABES (2013) explicita os ganhos em se ter um processo contínuo de gerenciamento e redução de perdas. 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. 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, conseqüentemente, da receita.

Cadastros desatualizados ou inexistentes, escassez de profissionais treinados, alto custo de aquisição de ferramentas e equipamentos tecnológicos, parque de hidrômetros antigos são causas que comprometem o quadro atual das perdas de água nas companhias responsáveis por este segmento nos municípios brasileiros. Destacam-se também os ramais, colares de tomada e redes de distribuição com seus materiais desgastados pelo tempo, aplicação de produtos de baixa qualidade, falta de controle na distribuição proporcionando altas pressões nas redes e fraudes de diversas naturezas. Essas situações ocorrem com certa frequência e se somam gerando um grande desafio, sendo necessário estabelecer metas baseado em um planejamento ao longo de um horizonte de projeto. Assim, torna-se fundamental os municípios elaborarem o Plano Diretor de Combate e Redução das Perdas de Água, nos quais irão definir as atividades a serem realizadas visando reduzir as perdas e conseqüentemente aumentar a disponibilidade de água para o crescimento populacional que ocorrerá nos próximos anos.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O presente trabalho foi desenvolvido em sete etapas, que serão descritas a seguir:



## **PRIMEIRA ETAPA: ELABORAÇÃO DA BASE CADASTRAL DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE VOTORANTIM**

Para a elaboração da base cadastral da rede de abastecimento de água do município, foram levantadas todas as informações existentes em arquivos impressos e digitais. Também foram realizadas visitas em campo com os profissionais responsáveis pela manutenção do sistema, visando coletar informações das infraestruturas enterradas que são de conhecimento de tais profissionais. Assim foi possível realizar o mapeamento das redes de distribuição, contemplando arruamento, curvas de nível, redes e todas as unidades operacionais do sistema.

## **SEGUNDA ETAPA: ELABORAÇÃO DE ESTUDO PARA SETORIZAÇÃO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA**

Para a realização dessa etapa, foi elaborado um estudo propondo a delimitação dos setores de distribuição de água, adotando as seguintes premissas:

- Cada setor de abastecimento deverá ser definido pela área suprida por um reservatório de distribuição (apoiado, semienterrado ou enterrado), destinado a regularizar as variações de adução e de distribuição e condicionar adequadamente as pressões nas redes de distribuição;
- Os setores de abastecimento foram considerados como setores clássicos, ou seja, foram divididos em zonas de pressão, cujas pressões estáticas e dinâmicas devem obedecer aos limites prefixados pela Norma Técnica NBR 12.218/2017 onde a pressão estática máxima nas tubulações não podem ultrapassar o valor de 400 kPa (40 mca), e a pressão dinâmica mínima não deve ser inferior a 100 kPa (10 mca). Vale ressaltar que em casos específicos as pressões máximas podem atingir até 500 kPa (50 mca), em casos de desníveis muito acentuados.

Desta forma, para o desenvolvimento desta atividade, foi realizada análise de toda a rede de distribuição do sistema de abastecimento de água, sendo consideradas as plantas cadastrais, curvas de nível, diâmetros de rede de distribuição, pressões estáticas e dinâmicas em cada zona de abastecimento, para a delimitação efetiva dos setores. Posteriormente foi estimado o número de ligações em cada setor delimitado, obtendo a vazão (demanda) de água pertinente a cada um. Logo, foi realizado o cálculo das velocidades nas tubulações primárias responsáveis pelo abastecimento dos setores, para verificação de sub ou superdimensionamento.

## **TERCEIRA ETAPA: OBTENÇÃO DAS VAZÕES POR PROCESSO PITOMÉTRICO**

Com o objetivo de identificar as vazões de operação do sistema, foram realizadas medições de vazão por processo pitométrico em todas as unidades produtoras de água. Desta forma, foi possível calcular o volume de produção, bem como a o índice de consumo per capta.

Paralelo as medições por pitometria, foram realizadas medições com medidor ultrassônico, para diâmetros inferiores a 100mm.

## **QUARTA ETAPA: DIMENSIONAMENTO DOS MACROMEDIDORES DE VAZÃO COM TRANSMISSÃO DE DADOS POR TELEMETRIA**

O projeto da macromedição de vazão elaborado no município de Votorantim foi baseado nos dados hidráulicos obtidos junto às medições de vazão obtidas por processo pitométrico, bem como pelas medições realizadas com o medidor ultrassônico.

Desta forma foram calculadas e apresentadas as velocidades mínimas, médias e máximas nas principais tubulações do sistema de abastecimento de água, para o dimensionamento correto dos macromedidores de vazão. Para velocidades inferiores a 0,3m/s não é recomendado a instalação de macromedidores de vazão.

Assim, nestas situações deve ser reduzido o diâmetro do tubo visando aumentar a velocidade. No entanto, se deve atentar as perdas de cargas.

Assim, foi especificado um macromedidor para cada ponto onde existe a necessidade de implantação da medição de vazão, sendo estes:

- Captação de água bruta;
- Entradas dos setores de distribuição de água tratada.

Destaca-se que já existe implantado no município de Votorantim monitoramento via remota dos níveis dos reservatórios, sendo estes dados encaminhados até a Central de Comando Operacional (CCO) existente na CAV. Assim, recomenda-se que sejam implantadas a telemetria das informações a serem monitoradas nos macromedidores de vazão a serem instalados.

### **QUINTA ETAPA: DIAGNÓSTICO DA MICROMEDIÇÃO**

Para a elaboração do diagnóstico do sistema de micromedição do município de Votorantim, foram realizados levantamentos de campo e da base de informação existente no setor de cadastro da micromedição da Concessionária Águas de Votorantim (CAV). Assim, foram realizadas as seguintes ações:

- Obtenção do relatório em planilhas digitais contendo os dados de cada hidrômetro do sistema de abastecimento de água, tais como: ano de instalação; endereço; consumo mensal dos últimos 12 meses; fabricante e modelo;
- Separação dos hidrômetros instalados a mais de cinco anos, pois segundo o Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO) os hidrômetros tendem a apresentar submedição após cinco anos de uso;
- Separação dos hidrômetros que possuem marcação zero, visando solicitar aos fiscais da CAV para verificar se realmente no imóvel não possui moradores;
- Verificação dos grandes consumidores (consumos mensais superiores a 50 m<sup>3</sup>), visando verificar se os dimensionamentos dos equipamentos estão adequados.

Assim, foi possível elaborar proposição de melhorias para o sistema de micromedição, com o objetivo de reduzir a parcela de perdas de água através da redução e eliminação dos erros de medição e com isso resultar num desempenho relevante e eficiente para que a CAV venha a atingir as metas de redução de perdas de água.

### **SEXTA ETAPA: ELABORAÇÃO DE PROPOSTAS DE AÇÕES VISANDO MELHORIAS NO SISTEMA COM O INTUITO DE REDUZIR AS PERDAS DE ÁGUA**

Paralelo as propostas supracitadas, visando contribuir ainda mais com a redução das perdas de água no município, é proposto as seguintes atividades:

- Criação de um departamento específico para o combate às perdas;
- Realização de pesquisas de vazamentos não visíveis.

### **SÉTIMA ETAPA: ELABORAÇÃO DE PROPOSTAS DE AÇÕES VISANDO MELHORIAS NO SISTEMA COM O INTUITO DE REDUZIR AS PERDAS DE ÁGUA**

Os indicadores de perdas de água calculados no presente trabalho foram:

- Índice de Perdas na Distribuição (IPD);
- Índice de Perdas de Faturamento (IFP);
- Índice Linear Bruto de Perdas (ILB);
- Índice de Perdas por Ligação (IPL);

- Índice Linear de Perdas físicas (ILF);
- Índice de Perdas Físicas na Distribuição (PFD).

A partir de todas as ações propostas, foi possível realizar os cálculos das perdas totais do município. Assim, foi gerado um cronograma físico com ações a serem executadas para que dentro de um horizonte de 20 anos, possam ser atingidas as metas propostas.

### **RESULTADOS DA PRIMEIRA ETAPA: ELABORAÇÃO DA BASE CADASTRAL DA REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE VOTORANTIM**

Todas as infraestruturas que contemplam o sistema de abastecimento de água do município de Votorantim foram cadastradas em software CAD. Assim, o cadastro técnico possui as seguintes informações: diâmetro das redes, material, registros, curvas, tês, cruzetas, conjuntos motor-bombas, elevatórias de água bruta, elevatórias de água tratada, estações de tratamento de água, poços e reservatórios.

### **RESULTADOS DA SEGUNDA ETAPA: ELABORAÇÃO DE ESTUDO PARA SETORIZAÇÃO DAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA**

Com todas as informações do sistema de abastecimento de água cadastradas, foi realizado a delimitação dos setores do município. Estão sendo propostos 30 setores de distribuição de água, delimitados por zonas de pressão.

### **RESULTADOS DA TERCEIRA ETAPA: OBTENÇÃO DAS VAZÕES POR PROCESSO PITOMÉTRICO**

Para o levantamento dos dados de vazão foram realizados monitoramento de vazão em 25 pontos por processo pitométrico e 6 pontos através de macromedidor de vazão ultrassônico portátil em diversas redes do sistema de abastecimento de água do município.

### **RESULTADOS DA QUARTA ETAPA: DIMENSIONAMENTO DOS MACROMEDIDORES DE VAZÃO COM TRANSMISSÃO DE DADOS POR TELEMETRIA**

Com os dados obtidos dos monitoramentos de vazão, foram dimensionados os macromedidores de vazão para o sistema de abastecimento de água do município de Votorantim. Foi adotado o modelo Eletromagnético Carretel em virtude de possuírem melhores desempenhos quando comparados aos outros modelos existentes no mercado. Vale destacar que para os pontos em que a velocidade foi abaixo de 0,3 m/s, foi proposto uma redução no diâmetro do macromedidor, com o objetivo de aumentar a velocidade no trecho onde será instalado o equipamento

### **RESULTADOS DA QUINTA ETAPA: DIAGNÓSTICO DA MICROMEDIÇÃO**

Para a micromedição, com o objetivo de reduzir o índice de perdas aparentes, foi proposto a substituição dos hidrômetros com idades superiores a 5 anos, novos modelos e padrões de instalação de cavaletes e abrigos dos medidores, facilitando o acesso dos leituristas. Assim o projeto de micromedição visou melhorar a eficiência das medições de todo o consumo autorizado, obtendo leituras reais, evitando o faturamento pelo consumo estimado e média de consumo, reduzindo as perdas aparentes e aumentando o faturamento.

## **RESULTADOS DA SEXTA ETAPA: ELABORAÇÃO DE PROPOSTAS DE AÇÕES VISANDO MELHORIAS NO SISTEMA COM O INTUITO DE REDUZIR AS PERDAS DE ÁGUA**

Visando a atuação intensiva no combate aos vazamentos, sejam visíveis ou não, foi proposto para o município de Votorantim a formação de uma equipe para realizar pesquisas de vazamentos. A equipe será composta por dois colaboradores. Estima-se que em condições ideais, a equipe pesquise 2 km de rede por dia. Como o município possui aproximadamente 500 km de rede de distribuição, estima-se que a pesquisa seja concluída em todo o município em 250 dias, aproximadamente.

Através das informações da micromedição, cadastro das redes de abastecimento, foi possível direcionar as ordens prioritárias para a realização das pesquisas de vazamentos. Locais com elevadas pressões, tubulações antigas, regiões com intermitência de abastecimento e alto índice de vazamentos visíveis foram locais prioritários para o início das atividades.

## **RESULTADOS DA SÉTIMA ETAPA: ELABORAÇÃO DE PROPOSTAS DE AÇÕES VISANDO MELHORIAS NO SISTEMA COM O INTUITO DE REDUZIR AS PERDAS DE ÁGUA**

Implantação da Setorização da Rede de Distribuição em Zonas de Pressão:

- Implantação dos reservatórios;
- Instalação de Válvulas Redutoras de Pressão (VRP) com módulos automáticos para controle das vazões;
- Implantação física dos setores de distribuição; e
- Realização de serviços de estanqueidade dos setores a serem implantados.

Implantação do projeto de macromedidores de vazão e nível, incluindo a telemetria das informações:

- Instalação dos macromedidores de vazão;
- Instalação dos macromedidores de níveis; e
- Implantação do sistema de telemetria, interligado a Central de Comando Operacional (CCO) existente.

Readequação do setor comercial:

- Substituição dos hidrômetros mais antigos do sistema de distribuição de água;
- Realização de serviços para monitorar os perfis de consumo de diferentes usuários (residencial, comercial e industrial);
- Atualização do software de gerenciamento comercial, incluindo melhorias que permitam criar ferramentas de controle dos usuários; e
- Implantar o cadastro das redes, ligações e usuários em base SIG (Sistema de Informação Geográfica).

Substituição das redes mais antigas e ramais mais antigos:

- Elaboração do projeto hidráulico de substituição das redes mais antigas;
- Implantação das redes e ramais visando substituir as infraestruturas mais antigas.

Implantação de sistemas que visam redução do consumo energético:

- Elaboração de projetos elétricos contendo inversores de frequência nas elevatórias de água bruta e tratada; e
- Implantação dos inversores de frequência nas elevatórias de água bruta e tratada.

Implantação de Pesquisa de Vazamento não visível:

- Aquisição dos materiais e equipamentos necessários para realização de pesquisa de vazamento não visível;
- Treinamento contínuo para os técnicos da CAV responsáveis por realizar os serviços de pesquisa de vazamento.

## CONCLUSÕES

As conclusões do presente trabalho foram:

- A base cadastral elaborada para o sistema de abastecimento de água de Votorantim demonstrou a existência de aproximadamente 500 km de rede de diversos diâmetros e materiais;
- O sistema de distribuição de água de Votorantim não está setorizado, sendo proposto a implantação física de 30 setores. Para tanto, serão necessários construir novos reservatórios, bem como redes de reforço e intervenções hidráulicas;
- Foram realizados monitoramento de vazão em 25 pontos por processo pitométrico e 6 pontos através de macromedidor de vazão ultrassônico portátil em diversas redes do sistema de abastecimento de água;
- Os macromedidores de vazão dimensionados para serem instalados no sistema de abastecimento de água de Votorantim são do modelo Eletromagnético Carretel, os quais apresentam menores erros de medição;
- Com uma equipe de pesquisa de vazamento não visível, composto por dois profissionais, será possível realizar 2 km de rede por dia. Assim, no período de 1 ano esta equipe conseguirá realizar a pesquisa no município todo;
- Está sendo proposto a criação do departamento de combate às perdas de água no município de Votorantim;
- Atualmente as perdas de água no sistema de distribuição do município de Votorantim é igual a 34,8%, tendo como meta atingir o valor de 20% em um horizonte de 20 anos;
- O retorno dos investimentos será rapidamente recuperado pela Concessionária Águas de Votorantim;
- 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 de Votorantim.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária). Casos de sucessos no combate a redução de perdas. Disponível em <http://www.abes-dn.org.br>, 2013. Acesso 29 de agosto de 2015.
2. ALEGRE, H.; BAPTISTA, J.M. O Sistema de Indicadores de Desempenho da IWA Para Serviços de Abastecimento de Água. Portugal. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Instituto Regulador de Águas e Resíduos. 2004.
3. ANJOS JR, ARY HALO DOS. Gestão Estratégica Saneamento. de Barueri, São Paulo, Ed. Manole, 2011.
4. ARAÚJO, A.F.V. et al. Avaliação da eficiência dos serviços de saneamento básico no combate as endemias nos municípios no Estado do Tocantins. Palmas: Universidade federal do Tocantins, 2006.
5. BRASIL. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB). 3. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2014. 408 p.
6. COELHO, A. C. Micromedição em Sistemas de Abastecimento de Água. Editora Universidade – UFPB, 2009.
7. EEA (European Environment Agency): Disponível em <<http://www.eea.europa.eu/>> Acesso em: 10 de março de 2015.
8. GAMBALE, S. R. Aplicação de Algoritmo genético na calibração de rede de água. São Paulo 266p.Dissertação(Mestrado em Recursos Hídricos) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
9. HELLER L., PADUA V.L., Abastecimento de água para consumo humano -2 ed.rev e atual- Belo Horizonte:Editora UFMG ,2010.
10. HELLER L., PADUA V.L., Abastecimento de água para consumo humano. 2 ed. rev.atual- Belo Horizonte:Editora UFMG,2010.

11. IWA (International Water Association). Disponível em < <http://www.iwa-network.org/>> Acesso em: 15 de abril de 2015.
12. LAMBERT, A. Perdas de Água. São Paulo: Consultoria à BBL Bureau Brasileiro Ltda., 1998.
13. LANSEY, K., BASNET, C. (1991), Parameter Estimation for Water Distribution Networks. Journal of Water Resources Planning and Management, ASCE, v.117, n.1, p.126-144.
14. LEONETI A.B. et.al., Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. Revista de Administração Pública, Março/Abril 2011.
15. LIEMBERGER & PARTNERS. Planilha de Cálculo “WB\_EasyCalc”. Disponível em: <http://www.liemberger.cc/>. Acesso em 10/01/2015.
16. LUZ J.C.C.T.M.L.D., MORAES S.R.L., REIS C.M., Indicadores de perdas de água- O caso do sistema de abastecimento de água de Alagoinhas (BA). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia. 2002.
17. PALO P.R. Avaliação da eficácia dos modelos de simulação hidráulica na obtenção de informações de diagnóstico de perdas de água, 2010. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo (USP).
18. RITTI, CARLOS. Notícias. Falta visão de longo prazo nas políticas para o clima. Disponível em <http://www.unisinos.br>, 2014. Acesso 21 de agosto de 2015.
19. SILVEIRA, H. Água. Direito e deveres para todos. Disponível em <http://www.seesp.org.br>, 2015. Acesso 21 de agosto de 2015
20. TARDELLI FILHO, J. Controle e redução de perdas. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.
21. TISUTIYA, M. T. Abastecimento de Água. 3ª Edição. Departamento de Engenharia Hidráulica da USP. São Paulo, 2005.
22. VINCIGUERA V. (2009). Avaliação do Impacto da Redução de Pressão nas Perdas Reais em Setor de Distribuição de Água no município de Campo Grande-MS. 81p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Mato Grosso.
23. ZANIBONI, Nilton. Equipamentos e metodologias para o controle e redução de perdas reais em sistemas de abastecimento de água. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-11082009-172644/>>. Acesso em: 2013-05-17.