

# **Proposta para melhoria do sistema de abastecimento de água do município de Itaboraí**

Marcos Chimelli, Universidade Federal Fluminense, m4chimelli@gmail.com

Sérgio Ricardo da Silveira Barros, Universidade Federal Fluminense, sergiobarros@id.uff.br

## **Resumo**

O presente estudo está voltado para as perdas hídricas e energéticas dos sistemas de abastecimentos de água onde existe necessidade de estudos e de investimentos para controle das mesmas. Nesse contexto, o objetivo deste estudo consiste em propor um plano para melhoria do atendimento e controle do sistema de abastecimento de água do município de Itaboraí, região metropolitana da cidade do Rio de Janeiro. A proposta metodológica deste estudo consiste na elaboração de um plano estratégico para melhoria do Sistema de Abastecimento de Itaboraí (SAI), através de pesquisa qualitativa, documental e bibliográfica. Conclui-se que a automação do sistema proposto pelo plano estratégico proporciona o controle de perdas, ganhos na produtividade, melhor qualidade nos serviços prestados à população, informações em tempo real permitindo a ação na correção de falhas na produção, transporte e distribuição do produto, e prazo maior para investimentos em ampliações do sistema.

**Palavras-Chave:** Sistema de abastecimento de água. Automação. Município de Itaboraí.

## **1. Introdução**

A progressiva deterioração dos rios e mananciais de abastecimento e o agravamento de conflitos entre os diversos setores usuários das águas forçaram o início das discussões sobre a situação e o futuro das águas em todo o mundo. Elaborado pelo Banco Mundial, o relatório Water Resources Management Policy Paper - Organização das Nações Unidas (ONU) (1993), apresenta diversas propostas relacionadas ao uso dos recursos hídricos dentre os quais se destaca o gerenciamento adequado dos sistemas de abastecimento urbanos e a necessidade premente de implementação de políticas e programas voltados à conservação e uso racional da água.

Segundo Walski, Chase e Savic (2001), os três fatores primordiais para termos um volume de água tratada suficiente para atender o desenvolvimento e equilíbrio da operação do sistema

são: o consumo da população atendida, as perdas existentes no sistema, e o consumo previsto para combate a incêndios (COULBECK; ORR, 1990; LERTPALANGSUNTI et al., 1999).

O presente estudo está voltado para as perdas hídricas e energéticas dos sistemas de abastecimentos de água onde existe necessidade de estudos e de investimentos para controle das mesmas, uma vez que segundo o SNIS (2014), no Brasil, esta perda está em torno de 36,7%.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo consiste em propor um plano para melhoria do atendimento e controle do sistema de abastecimento de água do município de Itaboraí, região metropolitana da cidade do Rio de Janeiro.

## **2. Sistema de abastecimento de água**

A operação de sistemas de abastecimento de água é uma tarefa bastante complexa, pois envolve vários aspectos distintos tais como a necessidade de garantia da confiabilidade do atendimento dos serviços, economia do uso de equipamentos (energia e manutenção) e o planejamento de investimento para expansões futuras.

Embora a operação de um sistema de abastecimento de água seja entendida como uma mera sequência de comandos exercidos sobre os equipamentos, que tem como objetivo o atendimento da demanda, na realidade, o problema é muito mais amplo, envolvendo aspectos de planejamento, controle e supervisão, serviços de infraestrutura de apoio e de atendimento ao usuário, todos considerados simultaneamente e interdependentes entre si.

Para Francato (2002), o problema da operação dos sistemas urbanos de abastecimento de água ocorre em muitas cidades do Brasil. Dentre os problemas mais comuns, destacam-se: o elevado índice de perdas físicas de água, volumes inadequados dos reservatórios que dificultam a manutenção de uma adução constante na Estação de Tratamento de Água (ETA), gastos elevados com energia elétrica, constantes necessidades de manobras emergenciais, cadastros técnicos desatualizados, etc.

Para Carrijo (2004), operar um sistema de abastecimento de água varia de acordo com fatores como o tamanho e o seu grau de complexidade, a experiência dos operadores, equipamentos de comunicação, a segurança, a confiabilidade e os custos operacionais. Ele acrescenta ainda, como itens a serem considerados, a demanda que varia de forma aleatória, o nível de água nos reservatórios para suprir o aumento diário ou semanal das demandas e a qualidade da água a ser distribuída ao consumidor.

Para se ter excelência no atendimento à população, deverá existir, antes de mais nada, uma interface entre a gerencia, manutenção e operação, sem falar de um sistema equilibrado. Os serviços de manutenção e operação devem participar dos projetos a serem executados. A manutenção não pode realizar um serviço sem que a operação tenha conhecimento de quais consequências poderão ocorrer, sem falar na falta de cadastro do que foi realizado e de técnicas e regras operacionais na execução de serviços de manutenção (FRANCATO, 2002).

## **2.1. Controle de perdas**

Nos últimos anos, com o avanço tecnológico, empresas de saneamento vêm buscando a excelência no atendimento e a redução de custo através da automação dos sistemas de abastecimento de água e de coleta de esgoto. Apesar dos custos destes equipamentos serem elevados num primeiro momento, os setores vêm optando pela aquisição, pois ao longo de sua implantação e utilização, a comparação econômico-operacional mostra a redução dos consumos de energia e produtos químicos, diminuição dos custos com pessoal, o aumento da segurança do processo e a eficiência dos processos.

Para Tsutiya (2006), a automação em saneamento básico consiste em avanços nas técnicas de captação, tratamento e distribuição de água com a aplicação de tecnologia dos processos de saneamento, enquanto tecnologia da informação atua possibilitando a supervisão e os controles necessários destes processos de modo a mantê-los operando com melhor custo benefício. Enfim a automação consiste em coletar e concentrar as informações do processo, processá-las com o uso da tecnologia de informação e, com base nos resultados obtidos, atuar, de uma forma autônoma, sobre os estados e as grandezas para obtenção dos resultados desejados. A automação atua desde o mais simples processo, até a interação com os sistemas de gestão corporativa e outros sistemas como: apoio a manutenção, controle estatístico de processo, gerenciamento de produção.

Bezerra e Silva (2009), afirmam que as principais funções para investimento em automação residem na melhoria da qualidade do tratamento da água (medindo a turbidez, cloro residual, flúor, PH e potencial de coagulação, controles de dosagem dos produtos químicos, de energia elétrica, do ciclo de lavagem dos filtros, controle estatístico, integração com o sistema de gestão de manutenção e com o Centro de Controle Operacional – CCO, dentre outros), na redução de custos operacionais e controle de perdas reais e aparentes (medição de níveis de reservatórios, vazões e pressões nas linhas, macro e micro medições de volumes,

centralização operacional, integração com as demais unidades do sistema, telecomando e tele monitoração das bombas de elevatórias, telecomando de válvulas – abertura e fechamento, controle otimizado de redes, integração com o Sistema de Informações Geográficas – SIG), além do aumento da confiabilidade do processo.

Bezerra e Silva (2009) apresentam o sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) – Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados, utilizado no processo de automação promovendo o controle remotamente de bombas e válvulas e coleta de dados - vazão e pressão através de sensores remotos.

Algumas cidades no Brasil já utilizam a automação como ferramenta em busca de resultados capazes de atender com qualidade e quantidade suficiente os usuários de um Sistema de Abastecimento, bem como alcançar a eficácia, eficiência e efetividade.

Segundo Seixas Filho (2006), o objetivo principal que justifica a automação é a gestão. Os Centros de Controle Operacional (CCO) reúnem informação em tempo real do que acontece no campo e gente capacitada, cuja função é unicamente tomar decisões baseadas na informação disponível. De um CCO de saneamento podemos visualizar o histórico de qualquer variável de processo. Pode-se pesquisar paradas solicitando ao sistema um pareto com as principais paradas de uma planta, entre duas datas, classificados por ordem de importância, devidas a problemas de automação ou de falta de energia. Pode-se comparar a energia específica (kWh por m<sup>3</sup>) gasta para bombear água em dois sistemas semelhantes, mas geograficamente não relacionados, pode-se descobrir quais os sistemas com maior disponibilidade, que consomem menos energia, que gastam menos reagentes, enfim que otimizam algum aspecto interessante de sua operação e daí gerar melhores práticas para toda a corporação. Essa é a base para o melhoramento contínuo. Todo mal resultado deve forçar um realinhamento da unidade com as unidades de referência. Isso é gestão. E esse é o objetivo que justifica a automação.

Trojan e Kovaleski (2005) elaboraram estudo aplicando o conceito de automação na produção e distribuição em SAA. Relataram a importância de se manter a supervisão do sistema e que as perdas de água podem impactar negativamente nas receitas e no meio ambiente. Analisaram o sistema de abastecimento da cidade de Ponta Grossa, Paraná, com aproximadamente 280 mil habitantes e sob a responsabilidade da SANEPAR, buscando trazer através da pesquisa resultados na redução dos índices de perdas de água e analisar a melhoria nas condições de trabalho de operadores do sistema. Indicam alguns resultados importantes alcançados como: a redução da pressão média nas tubulações transportadoras, a rapidez e

qualidade nos reparos dessas tubulações, formação de uma base de informações para a criação de programas para novas instalações e para melhorias no sistema, citados na literatura como essenciais para o controle do índice de perdas e a qualificação do trabalho. As conclusões permitem perceber que a estrutura desses sistemas provê maior controle sobre índices de perdas e sobre a manutenção do sistema.

### **3. Método**

A proposta metodológica deste estudo consiste na elaboração de um plano estratégico para melhoria do Sistema de Abastecimento de Itaboraí (SAI), para que se possa ter elementos, no intuito de aprimorar a operação do sistema, através do desenvolvimento de um conjunto de procedimentos para a tomada de decisão, além de produzir diretrizes importantes para a implantação do sistema de automação e controle de perdas, universalização do atendimento, através de pesquisa qualitativa e documental a partir de consulta interna na Companhia Estadual de Águas e Esgoto – CEDAE, documentos públicos, e pesquisa bibliográfica.

### **4. Proposta do plano para melhoria do sistema de abastecimento de água do município de Itaboraí**

O Sistema de Abastecimento de Água de Itaboraí vem ao longo dos anos, sofrendo intervenções por parte da concessionária procurando minimizar os baixos índices de atendimento e faturamento. Entretanto em função do crescimento populacional e dos assentamentos irregulares, todo e qualquer esforço não vem surtindo o efeito desejado e esperado:

- pela escassez de disponibilidade hídrica;
- pelas limitações:
  - a) na produção, hoje com vazão inferior a população existente;
  - b) no transporte de água bruta e tratada;
  - c) na reservação insuficiente;
  - d) das redes de distribuição.

No Quadro 1 a seguir podemos fazer um comparativo da população existente com a vazão de produção e o déficit que já existe.

Quadro 1 - Comparativo da população existente com a vazão de produção e o déficit existente

Município	População	Vazão existente	Demanda necessária
Itaboraí	<b>229.007</b>	<b>450L/s</b>	<b>662L/s</b>

Fonte: Elaborado pelo próprio, adaptado de CEDAE (2015) e Prefeitura Municipal de Itaboraí (2014)

Objetiva-se que independente da proposta deste plano estratégico para a automação do sistema, com consequente controle efetivo de perdas, recuperação de faturamento, melhor atendimento à população, existe a necessidade de promover uma nova concepção de abastecimento para o município, como foi proposto pela CEDAE, que apresentaremos a seguir.

#### **4.1. Proposta de melhoria do sistema**

Na Elaboração de Estudo para Abastecimento de Água dos municípios sob Área de Influência do COMPERJ (CEDAE, 2015), a proposta para implementação das melhorias das unidades do sistema, tem a finalidade de universalizar o abastecimento de água do município. Foram observados também o Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana do Rio de Janeiro da CEDAE (1985) e os Estudos de Alternativas e Projeto Básico da Barragem do Guapiaçu com vistas à ampliação da oferta de água para a região do CONLESTE, uma vez que o manancial hoje disponível, Guapi-Macacu, é insuficiente para atender as demandas do Sistema Imunana-Laranjal, cujo atendimento engloba os municípios de Niterói, São Gonçalo, Itaboraí e a Ilha de Paquetá.

Por ter um sistema já implantado e em funcionamento, foram mantidas na concepção as unidades que estão em bom estado de conservação, praticando melhorias quando se fizerem necessárias, substituindo as que não apresentarem condições de manutenção e atualizando os processos operacionais para um funcionamento desejável.

Este novo arranjo do sistema proposto estaria assim disposto para atender ao longo dos vinte anos a 100% da população do município:

- Manancial – a disponibilidade hídrica do Sistema Imunana-Laranjal, cuja captação ocorre no Canal de Imunana, com capacidade de aduzir 7.700 l/s, hoje é insuficiente para atender sua demanda. Após estudos realizados pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Instituto Estadual do Ambiente, 2013), ficou constatado que até o ano 2030, com o aumento da população na região, a produção deverá alcançar a vazão de 12.500 l/s. Estudos identificaram como única alternativa viável em curto prazo para reforço ao Sistema Imunana-Laranjal, a construção de uma barragem no rio Guapiaçu;

- Captação – Através do canal artificial de Imunana existente;

- Estação Elevatória de Água Bruta com capacidade de aduzir 1.500 L/s, requerida ao sistema de Itaboraí. Instalação de seis conjuntos moto-bombas, sendo um reserva;

- Adutora de Água Bruta - assentamento de tubulação com diâmetro necessário para vazão;

- Estação de Tratamento de Água convencional com capacidade de produção igual a 1.500 L/s;

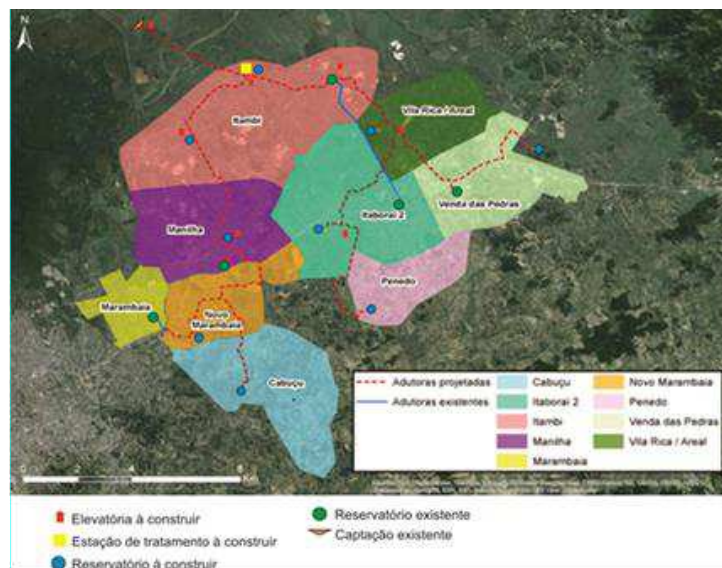
- Estações Elevatórias de Água Tratada;

- Adutoras de Água Tratada - aproximadamente 50 km dos mais diversos diâmetros;

- Reservatórios a serem construídos nos diversos setores, somados aos existentes;

A Figura 1 ilustra a nova proposta com o descrito acima.

Figura 1 - Configuração proposta



Fonte: Elaborado pelo próprio, adaptado CEDAE (2015) e Prefeitura Municipal de Itaboraí (2014)

- Rede de Distribuição – previsão de assentamento de 1.621 km interligados aos 363 km existentes, conforme proposto pela CEDAE e também no Plano Municipal de Saneamento Básico de Itaboraí.

#### 4.2. Automação do sistema de abastecimento de água

Depois de cumprida as etapas Levantamento de Dados, Diagnóstico do Sistema, Projeção de População e de Demanda, faz-se na sequência a proposição do plano estratégico.

A CEDAE ao longo do tempo, preocupada em aumentar sua produtividade e evitar os desperdícios e perdas, vem aprimorando a técnica e a tecnologia adotadas, procurando atender com qualidade a razão da existência da empresa que é o atendimento de excelência a população. Por ser uma empresa prestadora de serviços na distribuição de saúde, através do abastecimento de água, direcionou suas atenções ao aprimoramento da sua infraestrutura, condições físicas, técnicas e operacionais, dando suporte assim ao atendimento com eficácia e eficiência.

Procurando cumprir sua missão de contribuir para melhoria da qualidade de vida da população, implantou o Centro de Controle e Operação de toda a Região Metropolitana do Rio de Janeiro – CCO-Rio.



O CCO-Rio dispõe de:

70 estações remotas, com função de monitorar, em tempo real, 200 pontos de pressão, 190 pontos de vazão, 45 níveis de reservatórios, 106 status de grupos de bombas, mais de 600 pontos digitais, sendo capaz, inclusive, de controlar remotamente a abertura e fechamento de válvulas, podendo ainda ativar ou desativar, também de forma remota, grupos de bombas (CAMPBELL, 2014, p. 115).

O CCO, através do *software* SCADA – Supervisório de Controle e Aquisição de Dados - implantado, monitora à distância e em tempo real, por meio da telemetria:

- pontos de pressão na tubulação;
- níveis de reservatórios;
- qualidade da água;
- variação de tensão elétrica e outros dados;
- abertura e fechamento de válvulas instaladas no sistema adutor;
- vazamentos nas tubulações e quaisquer anomalias no abastecimento;
- emite gráficos e tabelas.

Além de agregar as informações sobre o sistema o software identifica automaticamente qualquer mudança fora dos parâmetros autorizados e comunica aos operadores por meio do acionamento de um alarme.

Desta forma a proposição deste plano estratégico vem apoiada na realidade vivida pela empresa, onde o controle efetivo do sistema traz benéncias tanto a população a quem devemos atender com qualidade, quanto ao meio ambiente, otimizando o uso dos recursos naturais e à própria empresa no uso dos recursos financeiro e pessoal.

Pode-se afirmar que o sistema de abastecimento de água é uma grande indústria com várias unidades operacionais dentro de uma área geográfica específica, interligadas e interdependentes umas das outras, com a finalidade de atingir seu objetivo de universalização do atendimento, que podemos mensurar como maior ou igual a 90%.

A necessidade de eficiência e melhoria de atendimento torna necessário e indispensável, controlar os mais variados índices, como macro e micromedições, mensurar perdas de água e de energia, registrar o histórico de insumos utilizados e de ocorrências dentre outros de alto valor estratégico para tomada de decisão da empresa.

Pode-se considerar então que a automação dos sistemas de abastecimento de água assistida contribui para uma melhor utilização e aproveitamento dos recursos naturais, como no controle do acionamento de bombas, economizando os gastos de energia elétrica. A partir do Centro de Controle Operacional – CCO, as unidades podem ser assistidas e controladas através de comandos remotos, realizados principalmente por Telemetria, com funções de operação, otimização e planejamento, com menor custo e maior segurança.

Dada a vital importância da preservação do recurso hídrico para a manutenção da vida em nosso planeta, a gestão eficaz e otimizada dos processos relacionados ao tratamento e à distribuição da água torna-se ainda mais essencial.

Algumas vantagens, ou benefícios técnicos, da utilização de sistemas de automação e informação no controle operacional em empresas de saneamento são abaixo relacionadas, além do controle de pressão, fundamental para o controle de perdas e de medições e controle dos parâmetros:

- redução de custos fixos e variáveis;
- melhoria da qualidade nos serviços;
- rapidez no atendimento;
- percepção rápida e instantânea das condições operacionais;
- redução no tempo de preparo de relatórios gerenciais de operação;
- redução dos tempos para identificação de defeitos e consertos;
- redução nas perdas de água;
- melhor utilização do potencial técnico dos equipamentos;
- telecomando e controle das bombas de captações, elevatórias
- redução de falhas por erros de operação manual;
- níveis de mananciais, barragens e reservatórios;
- posição e controle de válvulas;
- avaliação da qualidade da água em curtos períodos de tempo;
- parâmetros de qualidade da água (por exemplo: turbidez, pH e potencial de coagulação);
- redução no consumo de energia;
- controle e otimização das dosagens de produtos químicos;
- redução de produtos químicos;
- macro e micromedição de volumes;

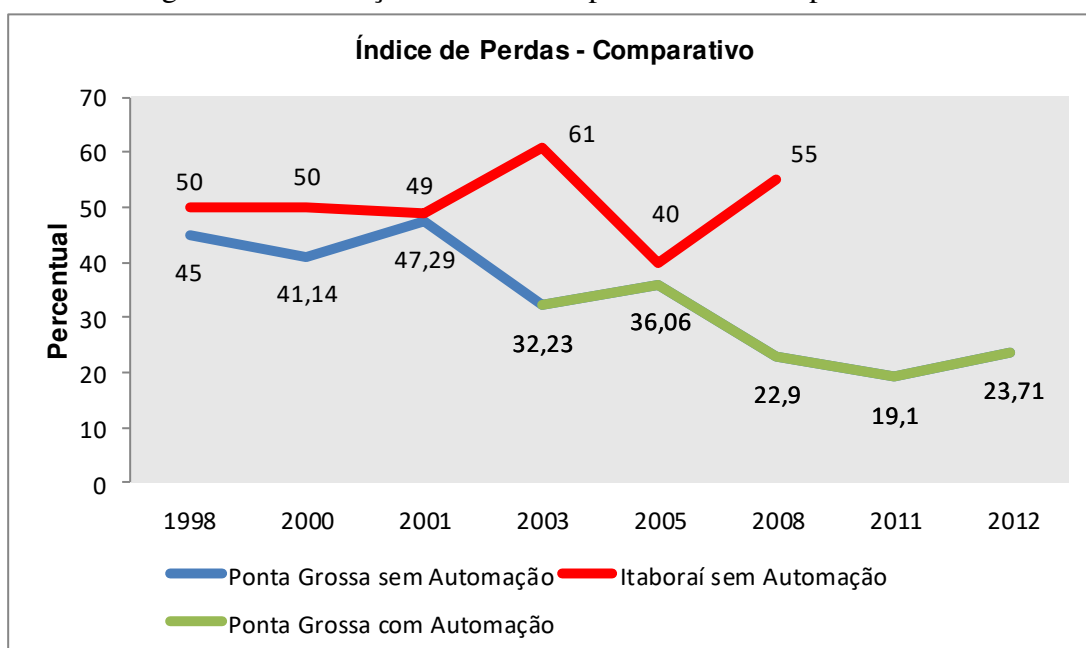
- integração com CCO das ETA's, otimizando o bombeamento em função da demanda ou capacidade de tratamento;
- construção de uma base de dados confiável e consistente.

No estudo de caso realizado por Trojan e Kovaleski (2005) de “Automação no Abastecimento de Água: Uma Ferramenta para Redução de Perdas e Melhoria nas Condições de Trabalho”, na Empresa de Saneamento do Paraná – SANEPAR, no município de Ponta Grossa, Paraná, onde se implantou automação abrangendo válvulas, sensores de medição de pressão e vazão em pontos do sistema e um sistema de supervisão por *software*, que gera alarmes de anormalidade e de tomadas de decisão para atuação com vistas a regularizar o sistema. Como dito pelos autores, as companhias que atuam no setor de serviços em saneamento básico, monitoram a variação de um indicador estratégico para o ramo: o índice de perdas físicas.

O índice de perdas apresentava antes da implantação um índice de perda da ordem de 45% no ano de 1998, no ano de sua implantação 2001, chegou a apresentar 47,29%, caindo nos anos subsequentes para 38,91% e 32,23%, respectivamente.

A seguir a Figura 2 mostrará a evolução do índice de perdas no município de Ponta Grossa, antes e depois da implantação da automação em comparação com o município de Itaboraí, motivo deste Plano Estratégico.

Figura 2 - A evolução do índice de perdas no município de Ponta Grossa



Fonte: SNIS (2014)

Analisando a linha da Figura 2, referente à cidade de Ponta Grossa no ano de 2012, isto é, após a implantação da automação, confirmou-se a necessidade de monitoração de cada etapa do planejamento, que deve ser efetuada permanentemente, de forma a verificar o cumprimento das metas estabelecidas e a necessidade de revisão do sistema, ajustando, seguindo a linha de melhoria constante do PDCA. Com relação ao município de Itaboraí, podemos concluir que a falta de controle traz um total descontrole.

## **5. Conclusão**

O investimento em automação nos sistemas de abastecimento de água (SAA) pelas companhias de saneamento tem proporcionado uma gama de informações em tempo real, além da possibilidade de atuação automática sobre os elementos do SAA. Alcançada a flexibilidade operacional, é possível otimizar a operação dos SAA para um melhoramento dos serviços de captação, tratamento e distribuição de água e redução de custos relacionados, tais como energia, produtos químicos e perdas físicas de água.

Isto posto, para que se possa manter um equilíbrio constante entre a vazão disponibilizada e a gestão com eficiência da operação, este plano estratégico propõe a utilização de automação do sistema proporcionando o controle de perdas, ganhos na produtividade, melhor qualidade nos serviços prestados à população, informações em tempo real permitindo a ação na correção de falhas na produção, transporte e distribuição do produto, e prazo maior para investimentos em ampliações do sistema.

Porém, as limitações existentes abrem a possibilidade para o desenvolvimento de um novo estudo, onde haverá a perspectiva do desenvolvimento de:

- modelagem do sistema a partir de demandas previstas;
- automação do sistema capaz de analisar os consumos de água, energia, produtos químicos, redução de perdas, informações históricas de manutenção, controle de pressões,
- estudar os resultados, aperfeiçoando de forma contínua o sistema com intuito de apoiar a gerência administrativa e operacional.

## Referências

- BEZERRA, S.T.M.; SILVA, S.A. Automação e Controle. In: GOMES, H.P., (Org.). **Sistemas de Bombeamento – Eficiência Energética**. 1. ed. João Pessoa: Ed. UFPB, 2009. Capítulo 5.
- CAMPBELL, L. A. P. O caso CEDAE: infraestrutura e tecnologia da informação. In: SIMONSEN, R. (Coord.). **Nova CEDAE: um Caso de Sucesso na Administração Pública**. FGV Projetos – FGV, 2014. p. 110-119.
- CARRIJO, I.B. **Extração de regras operacionais ótimas de sistemas de distribuição de água através de algoritmos genéticos multiobjetivo e aprendizado de máquina**. 2004. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2004.
- COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS – CEDAE. **Elaboração de Estudo para Abastecimento de Água dos municípios sob Área de Influência do COMPERJ**. Rio de Janeiro, jul. 2015.
- \_\_\_\_\_. **Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 1985.
- COULBECK, B.; ORR, C. **Real-time optimized control of a water distribution system. Optimizing the resources for water management**. Session D1 - Water distribution, ASCE, 1990. p.248-251.
- FRANCATO, A.L. **Otimização Multiobjetivo para a Operação de Sistemas Urbanos de Abastecimento de Água**. 2002. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.
- LERTPALANGSUNTI, N. et al. A toolset for construction of hybrid intelligent forecasting systems: application for water demand prediction. **Artificial Intelligence in Engineering**, v. 13, n. 1, p.21-42, 1999.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Banco Mundial. **Water Resources Management Policy Paper**, 1993.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE ITABORAÍ. **Plano Municipal de Água e Esgoto do Município de Itaboraí**. Fundação BIO-RIO. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://www.itaborai.rj.gov.br/8587/plano-municipal-de-agua-e-esgoto/>. Acesso em: 20 jan. 2016.
- RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Instituto Estadual do Ambiente. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro: Temas Técnicos Estratégicos - Fontes Alternativas para o Abastecimento do Estado do Rio de Janeiro, com Ênfase na RMRJ**. Revisão 02. Rio de Janeiro: Fundação COPPETEC; Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente, mar. 2013.
- SEIXAS FILHO, C. Muito além da sala de controle. **Revista Saneas**, v. 2, n. 24, p. 4-5, 2006.
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos - Ano 2014**. Disponível em: <http://www.snis.gov.br>. Acesso em: 21 jan. 2016.
- TROJAN, F.; KOVALESKI, J. L. Automação no abastecimento de água: Uma ferramenta para redução de perdas e melhoria nas condições de trabalho. In: SIMPEP, 12. 2005, Bauru, SP. **Anais**. Bauru, SP, 2005.
- TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária - USP, 2006.
- WALSKI, T.M.; CHASE, D. V.; SAVIC, D. A. **Water distribution modeling. Haestad Methods**. First edition. Haestad Press, 2001. Chapter 4.