

MELHORIA DA GESTÃO OPERACIONAL DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA ATRAVÉS DO GIS INTEGRADO À MODELAGEM HIDRÁULICA

Luiz Roberto Gravina Pladevall ⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Fundação Armando Alvares Penteado (FAAP). MBA em Direção de Empresas de Engenharia pela Fundação Armando Alvares Penteado (FAAP). Diretor da CPS Engenharia e Soluções LTDA. Atualmente é Presidente da ABES-SP – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – Seção São Paulo, Vice-presidente da APECS – Associação Paulista de Empresas de Consultoria e Serviços em Saneamento e Meio Ambiente e Vice-presidente de engenharia do SINAENCO – Regional São Paulo

Edson Victor de Souza ⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Faculdade de Engenharia São Paulo (FESP). Mestre em Engenharia Civil – Hidráulica e Recursos Hídricos pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). MBA em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Diretor da CPS Engenharia e Soluções LTDA

Gabriela de Oliveira Cardoso ⁽³⁾

Engenheira Civil pela Universidade Anhanguera de São Paulo. Engenheira na CPS Engenharia e Soluções LTDA.

Marcelo Eduardo Porem ⁽⁴⁾

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos. Pós-Graduado em Saneamento pela Escola Politécnica da USP. Gestor de Projetos pela Fundação Vanzolini. Administrador de Empresas pela Fundação Getúlio Vargas. (FGV) Diretor da CPS Engenharia e Soluções LTDA.

Endereço⁽¹⁾: Rua Rêgo Freitas, 289 – 1º Andar – República – São Paulo – SP – CEP: 30310-760 – Brasil – Tel: (11) 3034-3833 – e-mail: pladevall@cpsengenharia.com.br.

RESUMO

No Brasil, percebe-se que, apesar dos benefícios incontestáveis do georreferenciamento, o alto custo de aquisição de *software*, acaba, por vezes, inviabilizando a implantação de cadastros técnicos georreferenciados. Além disso, a modelagem hidráulica ainda é uma ferramenta pouco utilizada para a gestão dos sistemas de abastecimento de água, apesar de sua grande importância e auxílio na tomada de decisões e no planejamento de futuras intervenções. Atualmente, estas duas tecnologias (georreferenciamento e modelagem hidráulica), quando utilizadas nas concessionárias de saneamento, públicas ou privadas, tem sido, em sua ampla maioria, aplicadas de maneira isolada e sua interação é feita somente através de processos complicados de exportação dos dados do cadastro para o modelo, sendo os resultados obtidos, analisados na plataforma do software de modelagem ou apresentada sobre o cadastro, através de também complicados processos de reimportação da informação. Neste sentido, apresenta-se no presente artigo o sistema GISWATER, baseado em *software* livre, caracterizado como ferramenta de baixo custo para a implantação, atualização ou adequação de cadastro técnico georreferenciado de sistemas de abastecimento de água, possibilitando sua integração com a modelagem hidráulica do sistema, configurando-se como uma potente ferramenta de gestão operacional. Também, são apresentados exemplos de implantação do sistema GISWATER.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão operacional, GIS, modelagem hidráulica.

INTRODUÇÃO

Atualmente, nas companhias de saneamento do Brasil (públicas e privadas), responsáveis pelo abastecimento de água, o desenvolvimento e a implementação efetiva de estratégias e de ferramentas de gestão dos sistemas de distribuição de água é de extrema importância e relevância, objetivando, fundamentalmente, o atendimento de requisitos legais, a satisfação dos clientes, a preservação ambiental, entre outros fatores.

Entretanto, percebe-se que, em geral, faltam condições básicas de gestão, tais como: cadastro técnico georreferenciado, sistematização de informações operacionais, simulações hidráulicas do sistema de distribuição de água, indicadores de desempenho com relação à gestão de perdas (balanço hídrico e indicadores de perdas) e ações de monitoramento.

Associado a isso, também deve-se destacar que muitas ferramentas (*software*) disponíveis no mercado para a gestão de sistemas de abastecimento de água, tais como, para georreferenciamento, para simulações hidráulicas, banco de

dados para armazenamento de informações e para gestão de perdas, tem alto custo de aquisição e necessitam de licença de uso para seus usuários.

Nos últimos anos, com o desenvolvimento de sistemas computacionais e de software, foram sendo criadas inúmeras ferramentas livres (“open source”) para a gestão de sistemas de distribuição de água. Algumas dessas ferramentas livres ainda tem pouco desenvolvimento e aplicação, caracterizando-se por serem acadêmicas ou mesmo “soluções caseiras”. E ainda assim, já existe um processo cada vez mais frequente de seu uso em sistemas de abastecimento de água. No entanto, existem outros softwares livres que têm um desenvolvimento avançado aqui no Brasil e no exterior, apresentando excelente desempenho, resultados confiáveis e tendo crescente utilização em companhias de abastecimento de água.

ABRAHÃO (2020) destaca que os sistemas de abastecimento de água são sistemas complexos, influenciados por muitas variáveis. A sua operação deve levar em conta todas elas, de modo a poder disponibilizar o produto água tratada em quantidade e pressão suficientes durante todo o tempo necessário. À medida que é um sistema fortemente amparado em topologia, o GIS aplicado ao cadastro técnico é ferramenta fundamental para subsidiar sua operação.

BEUKEN (et al, 2009) destaca que em sistemas de abastecimento de água, o georreferenciamento possibilita a espacialização dos seus elementos e de dados de manutenção, facilitando a identificação de áreas atendidas, regiões de intervenções e manobras necessárias, além da possibilidade de interação com as características topográficas e ocupacionais destas localidades.

A modelagem hidráulica de sistemas de abastecimento ainda é uma tecnologia pouco utilizada para a gestão dos sistemas de abastecimento de água no Brasil, apesar de sua grande importância e auxílio na tomada de decisões e no planejamento de futuras intervenções, seja para ampliações ou adequações das redes de distribuição. Essa condição de pouca utilização se deve por diversos fatores, como: o alto custo de licenças de softwares não-livres, a dificuldade na utilização de softwares livres em função de interfaces com o usuário pouco amigáveis e de difícil utilização e a falta de capacitação e treinamento adequado para utilização destes softwares, seja com a utilização de licenças pagas ou com softwares livres.

Segundo RAMESH et al (2012), um cadastro técnico georreferenciado associado a modelagem hidráulica do sistema de distribuição de água configura-se como um importante instrumento para auxiliar na tomada de decisões e no planejamento de futuras intervenções, seja para ampliações ou adequações das redes de distribuição.

FRANCESCHI e ANDREA (2016) reforçam a ideia de que a maneira mais adequada de se estruturar a informação de sistemas de abastecimento de água é o armazenamento através da utilização de banco de dados, de forma centralizada e única, possibilitando que todos tenham acesso a essa informação, atualizada e confiável.

Dessa forma, a informação adequada, ou seja, a estruturação do cadastro técnico em um banco de dados passa a ser essencial para a caracterização do sistema, onde a disponibilização dessa informação, de forma confiável e atualizada, possibilita uma melhor análise e aumenta a confiabilidade dos resultados obtidos em modelagens hidráulicas, permitindo que se tenha uma gestão operacional do sistema, contendo mais elementos para uma tomada de decisão mais ágil e que resulte em um planejamento adequado para as intervenções e ampliações necessárias.

A maioria dos softwares de georreferenciamento já atuam integrados a bancos de dados, onde são armazenadas as informações e as características espaciais dos diversos elementos da rede, no entanto a estruturação destes dados no banco não é compatível com a estruturação dos dados dos elementos nos modelos hidráulicos, sendo necessária a adequação destas informações para que se tornem compatíveis.

Da mesma forma, ao se retornar a informação para o cadastro, faz-se necessária uma nova compatibilização dos resultados obtidos para uma adequada apresentação.

Esta compatibilização necessita de uma ferramenta de integração, que estrutura a informação a ser armazenada no banco de dados, de forma que a informação proveniente do cadastro possa a ser utilizada diretamente pelo software de modelagem e, após a execução dos cálculos, os resultados possam ser apresentados no software de georreferenciamento.

OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é apresentar uma solução integrada de gestão operacional, caracterizada por ser de baixo custo para a implantação, atualização ou adequação do cadastro técnico georreferenciado de sistemas de distribuição de água, possibilitando sua integração com a modelagem hidráulica do sistema e com armazenamento das informações em banco de dados, utilizando apenas os softwares livres destacados anteriormente. Essa ferramenta de integração responsável pela gestão operacional é denominada GISWATER, que, a partir dos conceitos de *IoT* (*Internet of Things*), possibilita também a integração com os demais bancos de dados das companhias de saneamento, incluindo os dados transmitidos em tempo real dos equipamentos instalados nos sistemas de abastecimento de água (macromedidores, VRP’s, loggers de pressão, entre outros). Assim sendo, a partir dessa integração de dados, é possível efetuar simulações hidráulicas do sistema de abastecimento, verificando as condições operacionais existentes e também propondo alterações com maior assertividade.

O sistema GISWATER consiste na integração do software de georreferenciamento QGIS, utilizado para cadastramento técnico de sistemas de abastecimento, e do software de modelagem hidráulica EPANET, através da

estruturação das tabelas geradas no driver de integração GISWATER e armazenadas no banco de dados PostgreSQL, permitindo ainda a integração com outros bancos de dados externos e o registro de informações operacionais que auxiliam na adequada caracterização do sistema. A **Figura 1**, a seguir apresenta a configuração esquemática do sistema proposto.

Estes *software*, apresentados na **Figura 1**, conforme destacados anteriormente, são livres tendo os seguintes desenvolvedores:

- **Driver de integração entre GIS e software de modelagem hidráulica: GISWATER.** Este é um software livre licenciado por “*GNU General Public License*” e foi desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa GITS da Universidade Politécnica da Catalunha e pela empresa de consultoria BGEO;
- **GIS (ou SIG – Sistema de Informação Geográfica): QGIS.** *Software* de georreferenciamento utilizado para o cadastramento técnico do sistema de abastecimento de água. É um software livre licenciado por “*GNU General Public License*”, sendo um projeto mantido pela “*OSGeo – Open Source Geospatial Foundation*” (BOSSLE, 2015);
- **Modelagem Hidráulica: EPANET.** *Software* de simulação hidráulica de distribuição de água, de domínio público, que foi desenvolvido pela “*EPA – Environment Protection Agency*” (ROSSMAN, 2000);
- **Banco de Dados: PostgreSQL.** É um Sistema de Gestão de Base de Dados, de código aberto, licenciado pela “*BSD License*”, tendo sido desenvolvido pela Universidade da Califórnia (ROCHA JR, 2014).



Figura 1: Configuração esquemática do sistema GISWATER.

Conforme descrito anteriormente, o GISWATER é configurado para funcionar com o PostgreSQL, que pode ser executado em diferentes sistemas operacionais (por exemplo Windows e LINUX), apresentando ilimitados recursos de armazenamento e inúmeras funcionalidades de integração. Destaca-se que o PostgreSQL apresenta uma extensão para dados geográficos, o PostGIS, que permite o armazenamento, consulta e manipulação de objetos no GIS. Além de apresentar o sistema GISWATER, também demonstrados alguns exemplos de implantação do GISWATER.

METODOLOGIA UTILIZADA

Serão apresentadas as etapas e formas de implantação do GISWATER, assim como a integração dele com outros sistemas de uma companhia de saneamento, tendo como foco a melhoria da gestão operacional de sistemas de abastecimento de água.

Neste trabalho também será apresentado o sequenciamento de implantação do GISWATER no Brasil em duas companhias estaduais de saneamento, a SANEAGO (Saneamento de Goiás S.A.) e a COSANPA (Companhia de Saneamento do Pará), bem como os benefícios da aplicação do sistema GISWATER e as possibilidades futuras com foco em gestão operacional.

RESULTADOS OBTIDOS

O Sistema GISWATER

O GISWATER é uma ferramenta utilizada para a implantação, atualização ou adequação de cadastro técnico georreferenciado de sistemas de distribuição de água, possibilitando sua integração com a modelagem hidráulica do sistema, utilizando apenas *software* livres, que permitem customização pelo usuário buscando a melhor personalização, com o objetivo de aprimorar a gestão operacional, permitindo, inclusive, o registro de intervenções operacionais, aprimorando, desta maneira, a operação destes sistemas.

Atualmente, o GISWATER está na terceira versão do software, apresentando uma melhoria notável em relação às versões anteriores, tanto graficamente quanto em termos de usabilidade e desempenho. Conforme apresentado anteriormente, essa ferramenta é um *plugin* que integra ferramentas de análise hidráulica de água (EPANET) e banco de dados espacial através (PostgreSQL) dos quais é possível acessar a partir de um sistema de informação geográfica (GIS), no caso utilizando o software QGIS. Ele suporta todos os elementos de uma rede de fornecimento de sistema de gestão e saneamento, EPANET, SWMM, GIS, WMS ou SCADA e, portanto, podendo ser incorporado em sistemas computacionais de qualquer entidade ou empresa dedicada à gestão de água e multiplicar seus benefícios. Através do banco de dados PostgreSQL, ele também pode ser integrado a ferramentas de gerenciamento de negócios, como ERP, CRM ou *Business Intelligence*, assim como a dispositivos móveis com tecnologia IoT.

A integração completa do GISWATER e todas as funcionalidades disponíveis podem ser resumidas conforme apresentado na **Figura 2** a seguir.

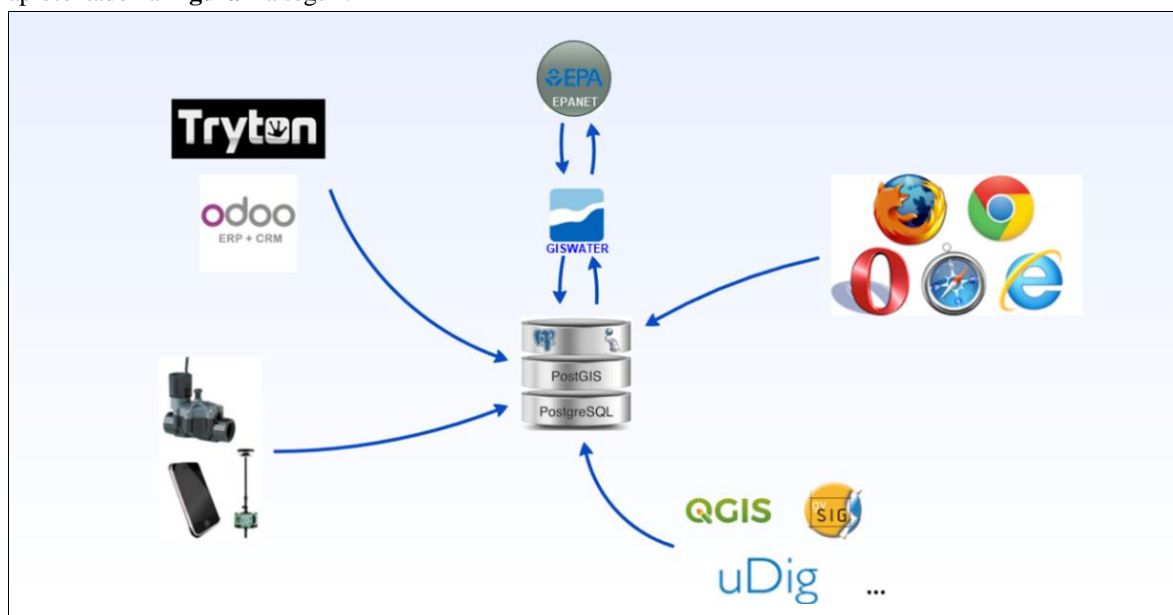


Figura 2: Integração Completa do GISWATER

Dentre as diversas aplicações do GISWATER para sistemas de abastecimento de água, destacam-se:

- Cadastro técnico georreferenciado;
- Organização das informações cadastrais, através de banco de dados;
- Simulações hidráulicas, inclusive em período estendido, com utilização de cenários e/ou armazenamento de resultados em banco de dados, dentro do ambiente GIS, sem necessitar exportar/importar arquivos para o EPANET;
- Diagnóstico do sistema de distribuição de água existente;
- Estudo de concepção para a setorização do sistema;
- Cadastramento e centralização de informações operacionais, tais como:
 - Ocorrência de vazamentos;
 - Manutenção efetuadas;
 - Características dos elementos do sistema;
 - Fotos e desenhos;
 - Organização das informações cadastrais, através de banco de dados.
- Registro das visitas efetuadas pelas equipes de campo;
- Apoio à gestão de pressões no sistema de distribuição;

- Centralização das informações (cadastro, fotos, projetos, ordens de serviço, características operacionais) em plataforma única, via banco de dados;
- Gestão de ativos;
- Auxílio às equipes de campo para as manobras de emergência ou intervenções programadas, através da ferramenta “tracing”.

O GISWATER dispõe de ferramentas que agilizam a geração de base cadastral georreferenciada confiável, permitindo, desta forma, a modelagem hidráulica e possibilitando ao gestor o acompanhamento e o monitoramento do sistema de abastecimento de água (de maneira *online*), inclusive, com a geração automática de mapas temáticos e de indicadores. A **Figura 3** apresenta uma comparação da apresentação de modelagem hidráulica no GISWATER e no EPANET. A **Figura 4** apresenta uma visualização da aplicação da ferramenta “tracing” do GISWATER, que pode simular uma manutenção programada ou um reparo devido a um arrebentamento.

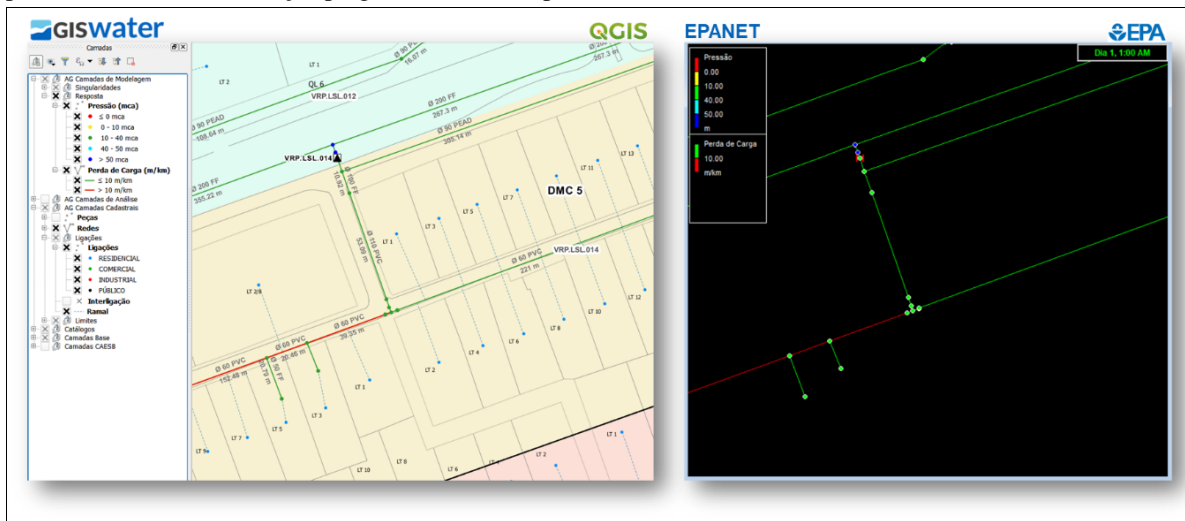


Figura 3: Visualização do GISWATER (esquerda) em Comparação com o EPANET (direita)

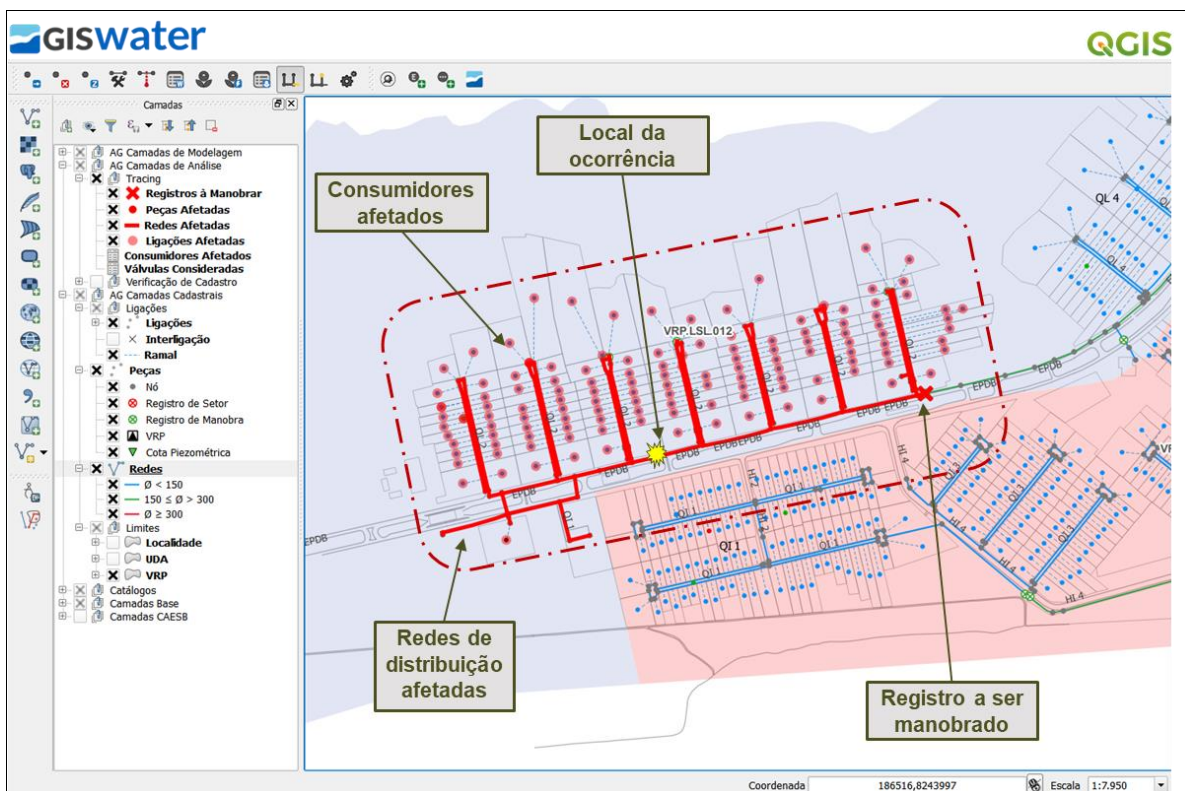


Figura 4: Simulação de uma manutenção programada ou de um reparo devido a um arrebentamento – ferramenta “tracing”

O GISWATER é um sistema que não funciona de maneira modular, entretanto, recomenda-se que a estrutura de implantação (etapas) em uma companhia de saneamento seja a seguinte:

- Cadastro Técnico Georreferenciado;
- Modelagem Hidráulica;
- Gestão Operacional.

Essa estrutura de implantação do GISWATER é apresentada na **Figura 5**, enquanto nas **Figuras 6, 7 e 8** são apresentados, respectivamente, exemplos de cadastro técnico georreferenciado, modelagem hidráulica e gestão operacional, todos efetuados no GISWATER.



Figura 5: Estrutura de implantação da Solução Integrada do Sistema GISWATER

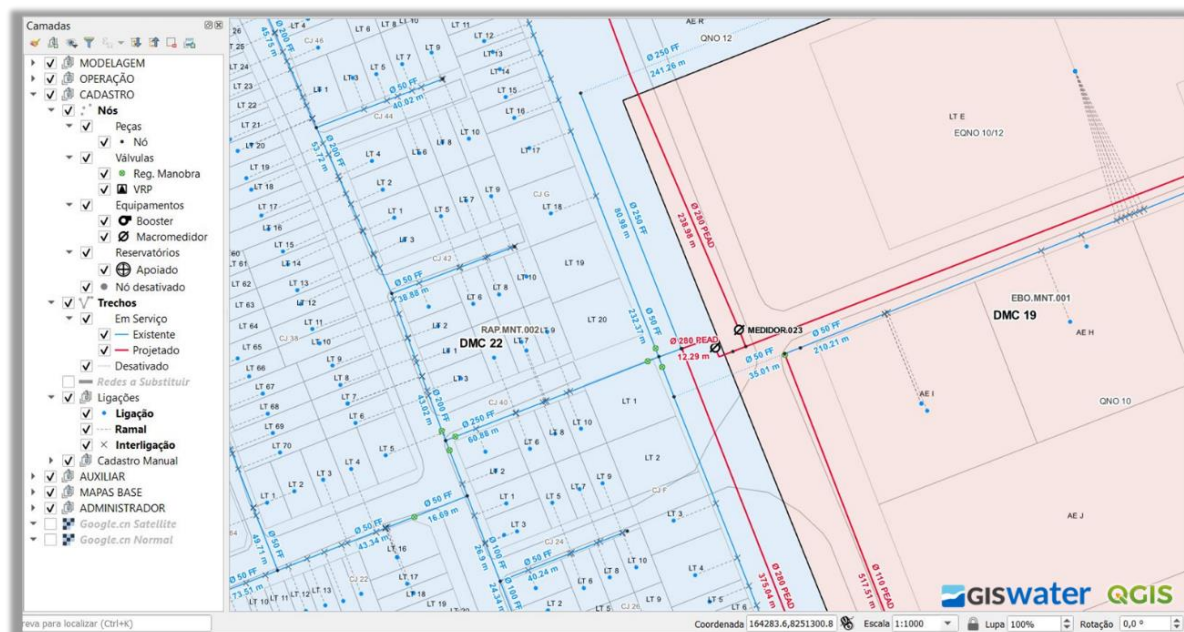


Figura 6: Exemplo de visualização de cadastro técnico georreferenciado utilizando o GISWATER

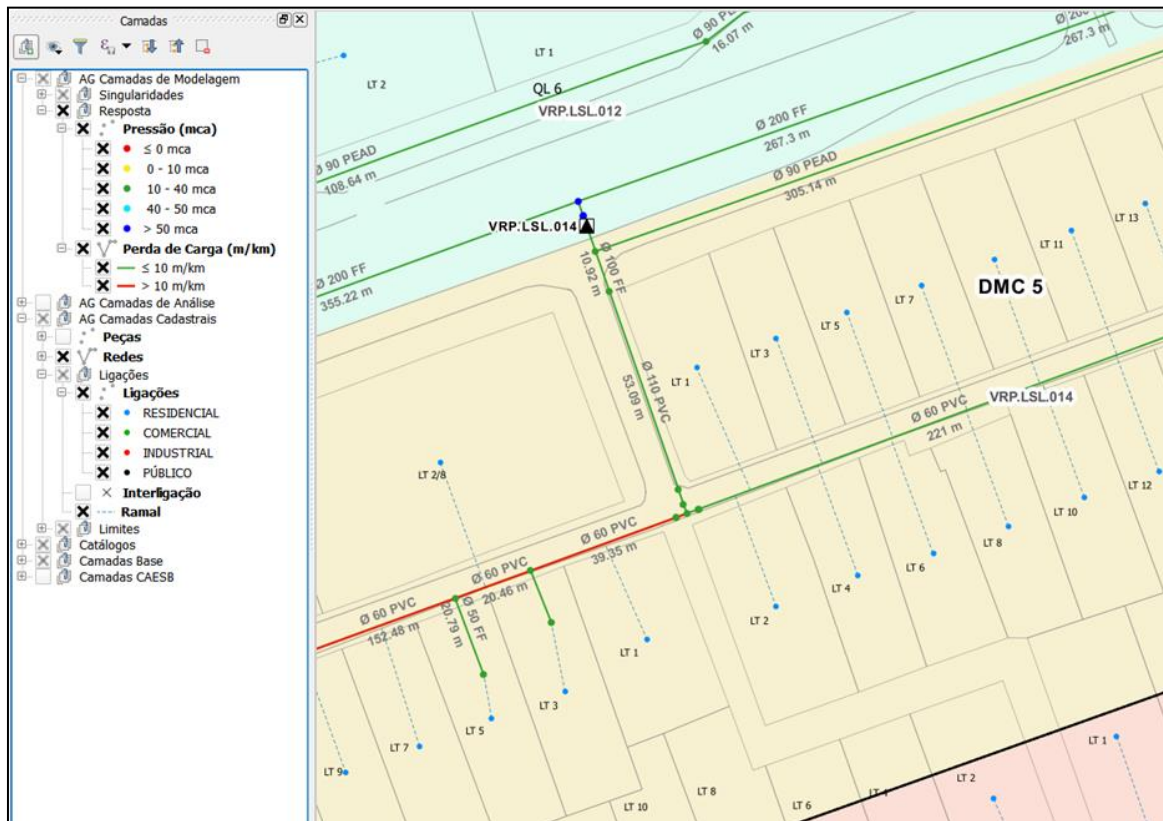


Figura 7: Exemplo de visualização no GISWATER de uma modelagem hidráulica



Figura 8: Exemplo de possibilidade de gestão operacional utilizando o GISWATER

Neste sentido, recomenda-se que, primeiramente, seja implantado o sistema, ou seja, configurando o banco de dados e efetuadas as customizações necessárias, de modo a atender às especificidades de cada Cliente. Depois, deve ser

convertido o cadastro existente para o GISWATER, para que as informações fiquem registradas no banco de dados e implementadas em ambiente GIS. Na sequência, são feitas as modelagens hidráulicas do sistema de distribuição de água existente, de modo a testar o sistema implantado e também efetuar ajustes do cadastro técnico georreferenciado. Para tanto, é recomendável ter-se medições de campo de vazão e de pressão a fim de calibrar o modelo matemático construído. Com o sistema implantado, tendo o cadastro técnico georreferenciado e o modelo hidráulico do sistema de distribuição de água devidamente calibrado, a companhia de saneamento terá em mãos uma robusta ferramenta de gestão, que pode ser integrada a outros bancos de dados da empresa, centralizando as informações e agilizando a tomada de decisão.

Modelo Típico de Implantação do GISWATER

Conforme destacado anteriormente, o elemento central do Sistema é o banco de dados (em PostgreSQL), onde se encontram todas as informações e grande parte das funcionalidades do GISWATER. O eixo central do Sistema, formado pelo PostgreSQL e pelo QGIS, também permite a conexão com o SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), possibilitando a atualização em tempo real das informações que são transmitidas pelos elementos físicos do sistema de abastecimento de água (reservatórios, medidores, válvulas, entre outros). Por isso, o GISWATER apresenta-se como um sistema de gestão global, possibilitando que as companhias trabalhem com dados atualizados automaticamente.

Neste sentido, descreve-se na sequência um modelo típico de implantação do GISWATER, conforme a **Figura 9**, onde são apresentadas as principais atividades visando a implantação do Sistema em uma companhia de saneamento:

- 1ª ETAPA – Implantação do Sistema, com a configuração do banco de dados e customização:
 - Estruturação do banco de dados PostgreSQL;
 - Customização de tabelas, formulários e catálogos do GISWATER:
 - Montagem dos catálogos necessários para o cadastro técnico dos elementos do sistema de abastecimento de água;
 - Customização dos parâmetros básicos para o cadastro de elementos do sistema de abastecimento de água;
 - Carregamento, no Banco de Dados (PostgreSQL), das bases (arruamentos, quadras, curvas de nível, etc) e das informações operacionais;
 - Criação, estruturação de usuários e permissões do Sistema implantado, incluindo os respectivos testes;
 - Teste de parâmetros, elementos e funcionalidades no Sistema customizado;
 - Criação do arquivo extensão qgs “default” no QGIS;
 - Montagem do fluxograma de dados de acordo com o padrão estabelecido pela companhia;
 - Apresentação do Sistema GISWATER para os gestores e equipe de TI da companhia;
 - Implantação do Sistema GISWATER no servidor da companhia;
 - Configuração das estações de trabalho (*desktop*) dos usuários.
- 2ª ETAPA – Cadastro georreferenciado:
 - Conversão do cadastro para o GISWATER: A partir do Sistema GISWATER implantado no servidor da companhia, deverá ser feita a conversão do cadastro técnico atual para o GISWATER. A **Figura 10** apresenta exemplos de conversão do cadastro técnico (atual) para o GISWATER;
 - Verificação topológica e validação do cadastro;
 - Cadastro de ligações, ramais e hidrômetros;
 - Inserção de vazão nas ligações e de padrões de consumo (“*patterns*”).
- 3ª ETAPA – Modelo hidráulico operacional:
 - Coleta de dados operacionais;
 - Medição de vazão e de pressão;
 - Simulação hidráulica do sistema de distribuição de água existente, com calibração do modelo matemático, a partir das informações operacionais obtidas e tendo como referência as medições de vazão e de pressão do sistema de abastecimento de água existente.
- 4ª ETAPA – Gestão operacional:
 - Integração com outros bancos de dados da companhia de saneamento, tais como: cadastro comercial, manutenção, serviços de reparos, serviços de detecção de vazamentos, sistema supervisório, entre outros;
 - Gestão operacional do sistema de abastecimento de água, proporcionando, dentre outras ações:
 - Gerenciamento de DMC’s – Distritos de Medição e Controle (vazão de entrada, pressão em pontos críticos e controle de válvulas redutoras de pressão) com possibilidade de monitoramento hidráulico em tempo real;

- Apresentação em base georreferenciada de indicadores de perdas, balanço hídrico e outros elementos de gestão;
- Auxílio às equipes de campo para as manobras de emergência ou intervenções programadas, através da ferramenta “tracing”;
- Cadastramento e centralização de informações operacionais e de manutenção;
- Registro das visitas efetuadas pelas equipes de campo;
- Gestão de ativos;
- Simulação hidráulica do sistema operacional de abastecimento de água.

Destaca-se que após cada etapa de implantação do Sistema prevê treinamento das equipes da companhia de saneamento e acompanhamento das ações através de operação assistida, prestando suporte no uso do GISWATER e também no desenvolvimento de novas funcionalidades e integrações.

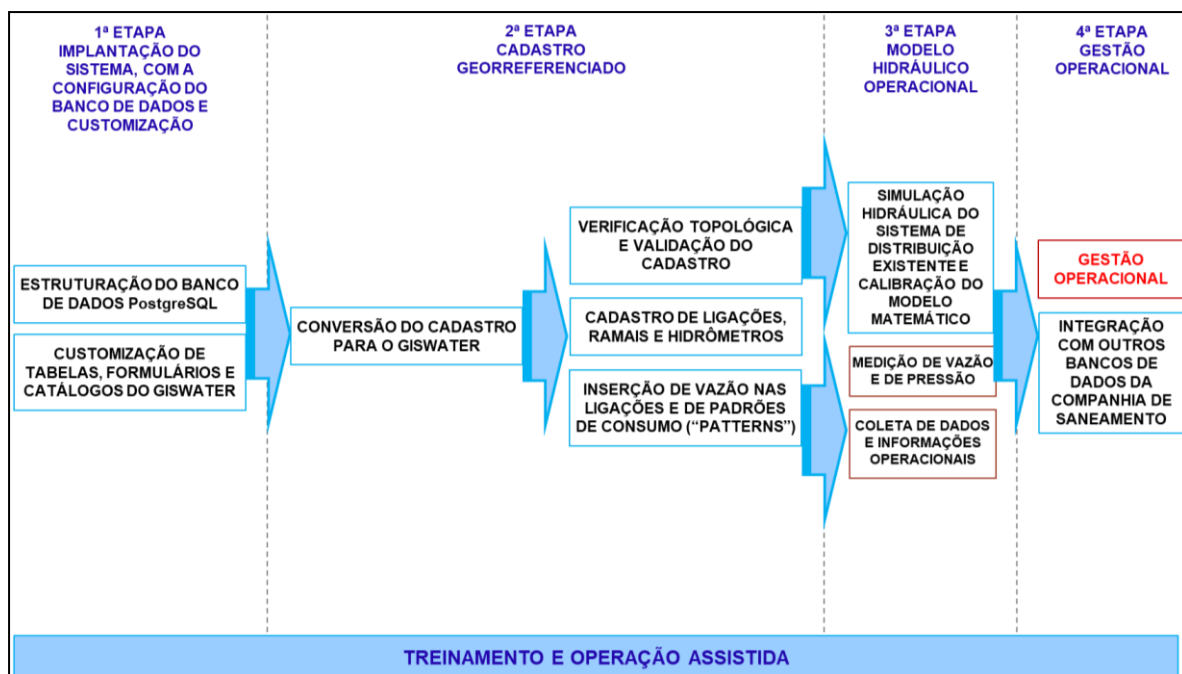


Figura 9: Modelo típico de implantação do GISWATER

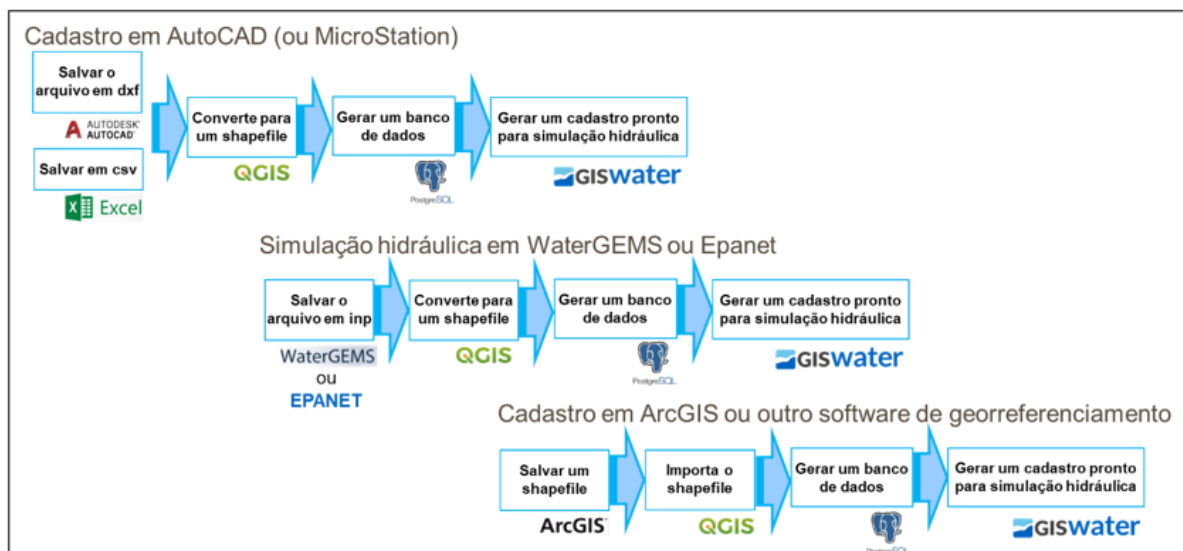


Figura 10: Exemplos de conversão do cadastro técnico para o GISWATER

Implantação do GISWATER no Brasil

SANEAGO (Saneamento de Goiás S.A.)

A SANEAGO é uma empresa de saneamento básico brasileira, responsável pelo saneamento de 225 dos 246 municípios do estado de Goiás.

Entre os anos de 2019 e 2020, foi implantado o Sistema GISWATER na SANEAGO, com o objetivo de ser a ferramenta oficial de cadastro técnico e de gestão operacional do sistema de abastecimento de água dessa empresa.

Para a implantação do GISWATER na SANEAGO, foi feita a montagem e customização desse Sistema, contemplando as seguintes atividades principais:

- Estruturação do Banco de Dados no PostgreSQL;
- Montagem dos catálogos necessários para o cadastro técnico da SANEAGO;
- Customização dos parâmetros básicos para o cadastro de elementos do sistema de abastecimento de água;
- Carregamento, no Banco de Dados (PostgreSQL), das bases (arruamentos, quadras, curvas de nível, etc) e das informações operacionais;
- Criação, estruturação de usuários e permissões do Sistema implantado, incluindo os respectivos testes;
- Teste de parâmetros, elementos e funcionalidades no Sistema customizado;
- Criação do arquivo extensão qgs “default” no QGIS;
- Montagem do fluxograma de dados de acordo com o padrão estabelecido pela SANEAGO.

Após essa implantação, foi feito o treinamento dos gestores, técnicos de TI e usuários responsáveis pela elaboração e atualização do cadastro técnico, com o objetivo capacitar esses profissionais com relação às funcionalidades do Sistema implantado.

O GISWATER foi estruturado para que, futuramente, a SANEAGO tenha condições de implantar um Sistema de Gerenciamento e Controle Operacional de Perdas de Água através das etapas: Especificar, Projetar, Implantar, Testar, Validar e manter o módulo GIS. Futuramente, este módulo deverá possuir:

- Possibilidade de integração com os diversos bancos de dados da companhia, tais como: cadastro comercial, manutenção, serviços de reparos, serviços de detecção de vazamentos, sistema supervisorio, entre outros;
- Recurso para transacionar os dados persistidos dos sistemas existentes no ecossistema da SANEAGO, como: comunicação de dados, cadastro comercial, cadastro técnico e qualidade da água;
- Recurso para apresentar as informações de forma georreferenciadas em mapas temáticos e fornecer uma ferramenta de cadastramento técnico, que permita a geração de modelos hidráulicos para serem executados em aplicativo de simulação;
- Recurso para planejar todo o ativo do sistema de saneamento básico;
- Serviço especializado em engenharia para criar e executar o protocolo de testes: Unidade, Integração, Sistema e Aceitação para validação do módulo.

Quando forem executadas as modelagens hidráulicas do sistema de distribuição de água e quando o GISWATER for integrado com outros bancos de dados, esse Sistema fornecerá informações importantes visando a adequação do cadastro às condições operacionais atuais, contribuindo para a melhoria da eficiência na gestão do sistema de abastecimento de água dos municípios operados pela SANEAGO, possibilitando a integração das equipes de campo, do sistema comercial, da engenharia operacional, dos clientes, da engenharia de projeto e o setor de obras. Desta forma todos acessarão à mesma base de dados, compartilhando informações e realizando análises geoespecializadas para a tomada de decisões.

COSANPA (Companhia de Saneamento do Pará)

A COSANPA é uma empresa de saneamento básico brasileira, responsável pelo saneamento de 62 dos 144 municípios do estado do Pará.

Em 2020, foi implantado o Sistema GISWATER na COSANPA, com o objetivo de ser a ferramenta oficial de cadastro técnico e de gestão operacional do sistema de abastecimento de água dessa empresa. A plataforma foi configurada de maneira a permitir:

- Estruturação do Banco de Dados no PostgreSQL;
- Montagem dos catálogos necessários para o cadastro técnico da COSANPA;
- Customização dos parâmetros básicos para o cadastro de elementos do sistema de abastecimento de água;
- Carregamento, no Banco de Dados (PostgreSQL), da topografia (curvas de nível);
- Geração do Modelo Digital de Terreno;
- Associação das cotas junto aos nós das redes a partir do Modelo Digital de Terreno;
- Criação de um banco geográfico de mapas do município e imagens;
- Criação, estruturação de usuários e permissões do Sistema implantado, incluindo os respectivos testes;

- Teste de parâmetros, elementos e funcionalidades no Sistema customizado;
- Criação do arquivo extensão qgs “default” no QGIS;
- Cadastramento técnico georreferenciado do sistema de abastecimento de água do município de Belém (aproximadamente 75%);
- Simulação hidráulica diretamente na base georreferenciada do cadastro técnico;
- Integração do GISWATER com o banco de dados do cadastro comercial (GSAN), obtendo informações da base de dados comerciais através de FDW (Foreign Data Wrapper) ou tabelas estrangeiras. Assim sendo, de maneira automática, serão consultados dados comerciais dentro do cadastro técnico georreferenciado. Neste sentido, será possível:
 - a criação de mapas temáticos sobre um ou mais economias;
 - efetuar simulações hidráulicas, utilizando informações da base de dados comerciais, tais como, o valor do consumo medido ou estimado em cada economia;
 - apresentar as informações relacionadas aos consumidores no cadastro técnico.
- Integração do GISWATER com as informações transmitidas a partir de medidores de vazão, incluindo a visualização de indicadores de perdas.

Após essa implantação, foi feito o treinamento dos usuários responsáveis pela elaboração e atualização do cadastro técnico e também dos usuários responsáveis pelas simulações hidráulicas, com o objetivo capacitar esses profissionais com relação às funcionalidades do Sistema implantado.

Deve-se destacar que para finalizar os trabalhos de implantação do GISWATER, faltam apenas as atividades de integração desse Sistema com os bancos de dados da COSANPA.

A implantação do GISWATER como sistema de gestão operacional possibilitará que a COSANPA execute as seguintes ações:

- Planejamento da expansão do sistema;
- Acompanhamento de obras de construção/ampliação da rede;
- Apoio às atividades de operação;
- Atendimento a consumidores em situação de contingência;
- Simulação hidráulica e análise do sistema de distribuição de água;
- Administração de recursos;
- Gestão do patrimônio (Gestão de ativos).

Além disso, futuramente, a COSANPA também poderá executar a integração (customização) do GISWATER com outros bancos de dados da companhia, centralizando todas as informações e a gestão do sistema de abastecimento de água. Inclusive, será possível integrar (customizar) o GISWATER com os dados de manutenção e operação.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir da implantação do GISWATER nos dois casos apresentados anteriormente, tem-se que a compatibilidade e a facilidade na visualização dos resultados da modelagem sobre a própria plataforma de cadastramento georreferenciado (no QGIS) amplia a capacidade de análise, de gestão e de operação do sistema de abastecimento, de forma que é possível instantaneamente avaliar as alterações e variações nos resultados em função do propósito a que se destina a modelagem, além de se conseguir uma maior confiabilidade das informações fornecidas, e consequentemente dos resultados obtidos.

Resumidamente, dentre os diversos benefícios na implantação do GISWATER, pode-se destacar:

- Sem taxa de licenças;
- Flexibilidade de integração com outros sistemas corporativos;
- 100% tecnologia *open source*, ou seja, código aberto e tecnologia aberta de dados;
- Software simples que aproveita os recursos existentes;
- Funciona com todos os sistemas Windows;
- Melhoria contínua da ferramenta, de maneira colaborativa
- Pode trabalhar com servidor local, remoto ou na nuvem
- Permite ter todas as informações corretamente estruturadas e georreferenciadas, com análise em tempo real;
- Tem a capacidade de gerenciar todos os tipos de formatos de dados. Do AutoCAD dxf, ao Esri Geodatabase, através de planilhas ou Google KML;
- Possibilidade de cálculos automáticos no banco de dados, através do uso de gatilhos que são executados quando ocorre um evento definido;
- Grande capacidade de gerenciar todos os tipos de dados, através do PostreSQL.

Ainda, tendo como referência os casos apresentados no presente artigo, além de possibilitar a modelagem hidráulica, os Sistemas implantados irão contribuir para a operação das companhias de saneamento, atuando diretamente na qualidade da informação e proporcionando, entre outros benefícios:

- Consistência e confiabilidade dos dados;
- Gestão das perdas de água (físicas e aparentes) no sistema;
- Aumento do poder de análise e gestão;
- Melhoria na gestão operacional;
- Universalização da informação.

O baixo custo de implantação do Sistema GISWATER, por serem utilizados no processo, exclusivamente, softwares livres e, portanto, disponíveis a todos os usuários, de acordo com os níveis de acesso e permissões estabelecidos, torna essa ferramenta totalmente acessível a todos os níveis de utilização, abrindo portas para a melhoria da qualidade e rapidez na atualização dos cadastros, registros de dados de manutenção e operação dos sistemas e planejamento.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

A ferramenta proposta apresenta-se como uma inovação tecnológica no que se refere a viabilizar o georreferenciamento dos cadastros existentes, quase sempre desatualizados e indisponíveis. A facilidade de instalação e disponibilidade dos softwares livres permite que a informação seja amplamente divulgada e disponibilizada.

Para a área de gestão os ganhos são ainda maiores, visto que a informação de entrada, realizada de forma unificada e georreferenciada, possibilita que a análise seja mais rápida e especializada. Da mesma forma, esta informação pode ser utilizada para a análise de simulações hidráulicas de adequações e ampliações do sistema, com maior confiabilidade dos dados cadastrais.

Estes benefícios também se estendem para a melhoria operacional do sistema, tornando possível a gestão de perdas de água (físicas e aparentes), o mapeamento de intervenções e a identificação de áreas de maior incidência de manobras e manutenção, além da possibilidade de interação com o sistema comercial e a geração de históricos de manutenção, melhorando as condições operacionais das redes de adução e distribuição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRAHÃO, N.C. “Aplicações GIS para empresas de saneamento básico”. 1ª edição. ABES. São Paulo, Brasil, 2020.
2. BEUKEN, R.H.S., VAN DAAL, K.H.A., PIETERSE-QUIRIJINS, E.J., ZOUTENDIJK, F.J.M. “The use of GIS for analysis of water distribution networks”. Tenth International Conference on CCWI. Sheffield, UK. Pub.: CRC Press Inc., p. 93-98, 2009.
3. RAMESH, H., SANTHOSH, L., JAGADEESH, C.J. “Simulation of Hydraulic Parameters in Water Distribution Network Using EPANET and GIS” International Conference on Ecological, Environmental and Biological Sciences, Dubai, p. 350-353, 2012.
4. FRANCESCHI, S., ANDREA, A. “GIS tools for water supply systems: an implementation using JGrassTools and gvSIG”. 11th International gvSIG Conference. Valencia, Spain. 2016.
5. BOSSLE, R.C. “QGIS e Geoprocessamento na Prática”. 1ª edição. Ed. Íthala. Curitiba, Brasil, 2015.
6. ROSSMAN, L.A. EPANET 2 User’s manual. USEPA, Water Supply and Water Resources Division, National Risk Management Research Laboratory. Cincinnati, USA, 2000.
7. ROCHA JR, A.S. “SQL Passo a Passo Utilizando PostgreSQL”, 1ª edição. Ed. Ciência Moderna. Rio de Janeiro, Brasil, 2014.