



XI-001 - INTEGRAÇÃO DE FERRAMENTAS E SOFTWARES LIVRES PARA MELHORIA DA GESTÃO, OTIMIZAÇÃO OPERACIONAL E REDUÇÃO DE PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

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.

Endereço⁽¹⁾: Av. Pedroso de Moraes, 433 – 7º Andar – cj. 32 – Pinheiros – São Paulo - SP – CEP: 05419-902 - Brasil – Tel: (11) 3034-3833 – e-mail: pladevall@cpsengenharia.com.br.

RESUMO

Os benefícios do georreferenciamento no setor de saneamento básico são incontestáveis, porém, o alto custo de aquisição de software, acaba, por vezes, inviabilizando a implantação de cadastros técnicos georreferenciados no Brasil. Da mesma forma 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, sejam públicas ou privadas, tem sido aplicadas em grande parte de maneira isolada onde a interação entre elas é feita somente através de processos complicados de exportação dos dados do cadastro para o modelo, assim os resultados obtidos são analisados apenas na plataforma do software de modelagem ou necessitam de complicados processos de reimportação da informação para serem apresentados sobre o cadastro técnico. 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, GISWATER.

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.

Como solução, atualmente existem 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 que poderiam auxiliar na estruturação dos dados e no gerenciamento dos sistemas, porém essas ferramentas costumam ter alto custo de aquisição e necessitam de licença de uso para seus usuários.

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.

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.

OBJETIVO

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. Como exemplo, pode-se destacar:

- **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);
- **EPANET:** software de simulação hidráulica de distribuição de água, de domínio público, que foi desenvolvido pela “EPA - Environment Protection Agency” (ROSSMAN, 2000); e
- **PostgreSQL:** software livre de banco de dados licenciado pela “BSD License”, tendo sido desenvolvido pela Universidade da Califórnia (ROCHA JR, 2014).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho é apresentar uma ferramenta 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, será 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 entre o software de georreferenciamento QGIS e o 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.

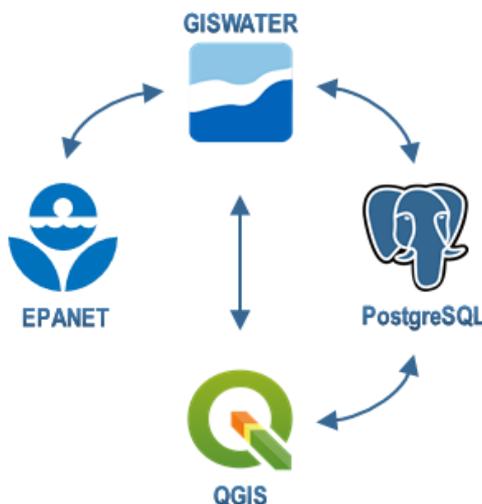


Figura 1: Configuração esquemática do sistema GISWATER.

METODOLOGIA UTILIZADA

Será detalhada a integração dos softwares livres, já descritos anteriormente, em uma concessionária de água, através da ferramenta de integração GISWATER, permitindo a agilidade na modelagem hidráulica e também aprimorando o cadastro técnico das unidades que compõem o sistema de abastecimento de água.

A metodologia proposta para o presente trabalho baseia-se na experiência em engenharia consultiva e também na potencialidade e abrangência das ferramentas descritas anteriormente. A metodologia deste artigo é composta das seguintes etapas principais:

- **Etapa 1** – Coleta de dados e caracterização do sistema;
- **Etapa 2** – Implantação do sistema proposto (hardware e software);
- **Etapa 3** – Customização do sistema em função das necessidades do cliente e também em função da disponibilidade de informação;
- **Etapa 4** – Conversão do cadastro existente para base de dados do GISWATER;
- **Etapa 5** – Integração do GISWATER com o banco de dados comercial da concessionária de água;
- **Etapa 6** – Calibração do modelo matemático do sistema de abastecimento de água; e
- **Etapa 7** – Treinamento dos administradores e usuários do sistema.

Neste trabalho será apresentado um estudo de caso, onde serão demonstradas as vantagens dessa integração para o gerenciamento dos sistemas de abastecimento de água e a possibilidade de seu uso no auxílio de ações e decisões operacionais, com base no uso de banco de dados para estruturação do sistema em formação. Além disso, também será apresentado um exemplo de integração do GISWATER com o software da concessionária de água responsável pelo armazenamento dos dados dos clientes (informações comerciais das ligações domiciliares).

RESULTADOS OBTIDOS

Atualmente, o GISWATER está na terceira versão do software, apresentando grande desempenho e uma interface de fácil assimilação do usuário, são acrescentadas ainda diversas ferramentas de operação e manutenção e relatórios de gestão de ativos e perdas. Mais detalhadamente, essa ferramenta é um plugin instalado no software de georreferenciamento QGIS que integra a ferramenta de análise hidráulica de água EPANET e o banco de dados PostgreSQL que por sua vez utiliza a expansão PostGIS para dados geográficos, que permite o armazenamento, consulta e manipulação de objetos no GIS, possibilitando o usuário visualizar o cadastro e a



modelagem hidráulica em um ambiente GIS amigável e ainda armazenar seus dados e realizar integrações com outros sistemas da companhia, como ERP, CRM ou Business Intelligence, assim como a dispositivos móveis corporativos, com tecnologia IoT. Sendo assim, este sistema 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.

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

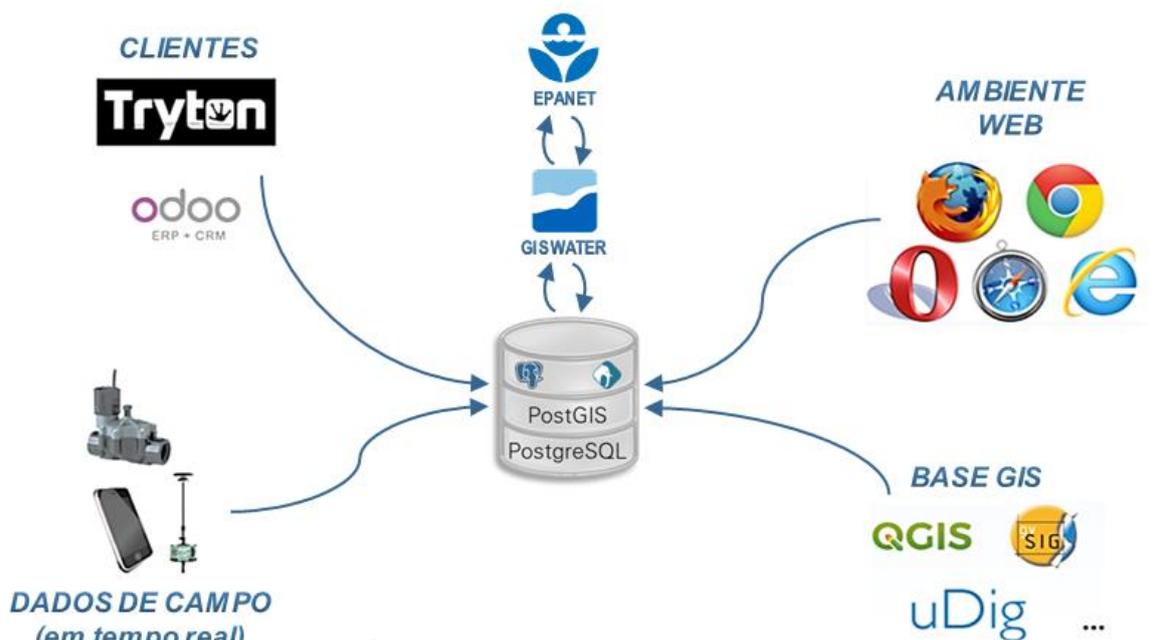


Figura 2: Integração Completa do GISWATER.

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.

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 “*mincut*” do GISWATER, que pode simular uma manutenção programada ou um reparo devido a um arrebentamento.

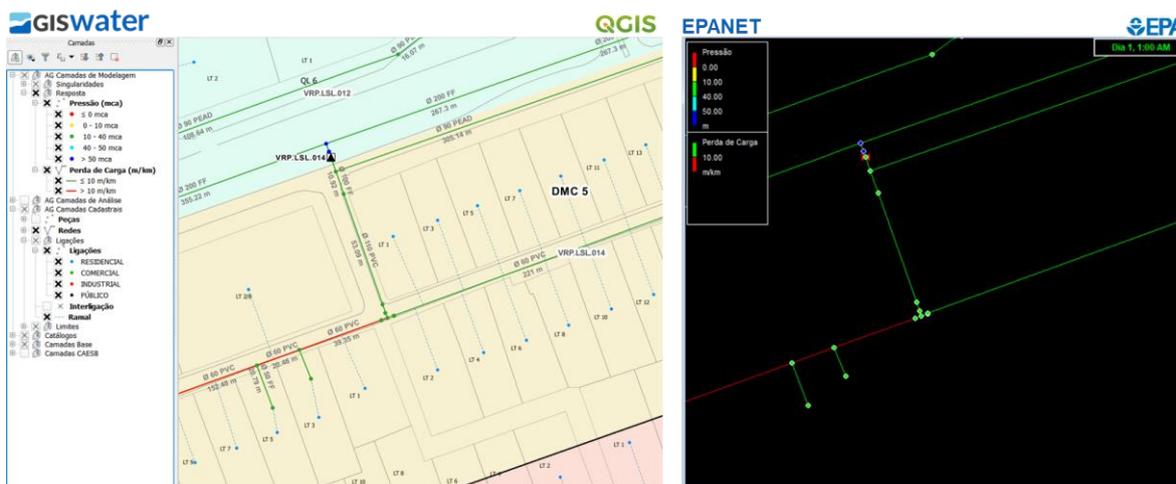


Figura 1: Visualização do GISWATER (esquerda) em Comparação com o EPANET (direita).

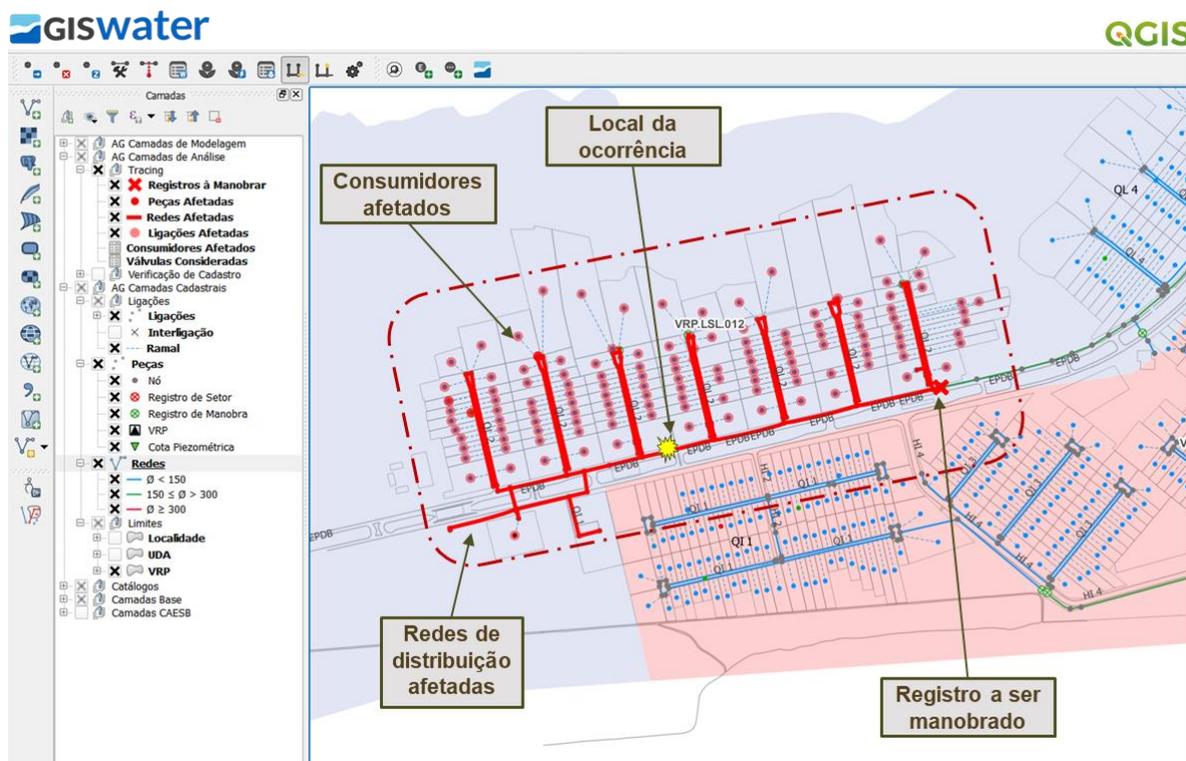


Figura 2: Simulação de uma manutenção programada ou de um reparo devido a um arrebentamento – ferramenta “mincut”.

Apesar do GISWATER não ser um sistema maneira modular, recomenda-se que a implantação em uma companhia de saneamento seja feita seguindo as etapas:

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

Sendo assim, recomenda-se que primeiramente seja implantado o sistema, configurando o banco de dados e efetuando 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. A **Figura 5** apresenta um exemplo do cadastro técnico convertido para o GISWATER com as redes, equipamentos e conexões, ligações georreferenciadas e ramais de ligação.

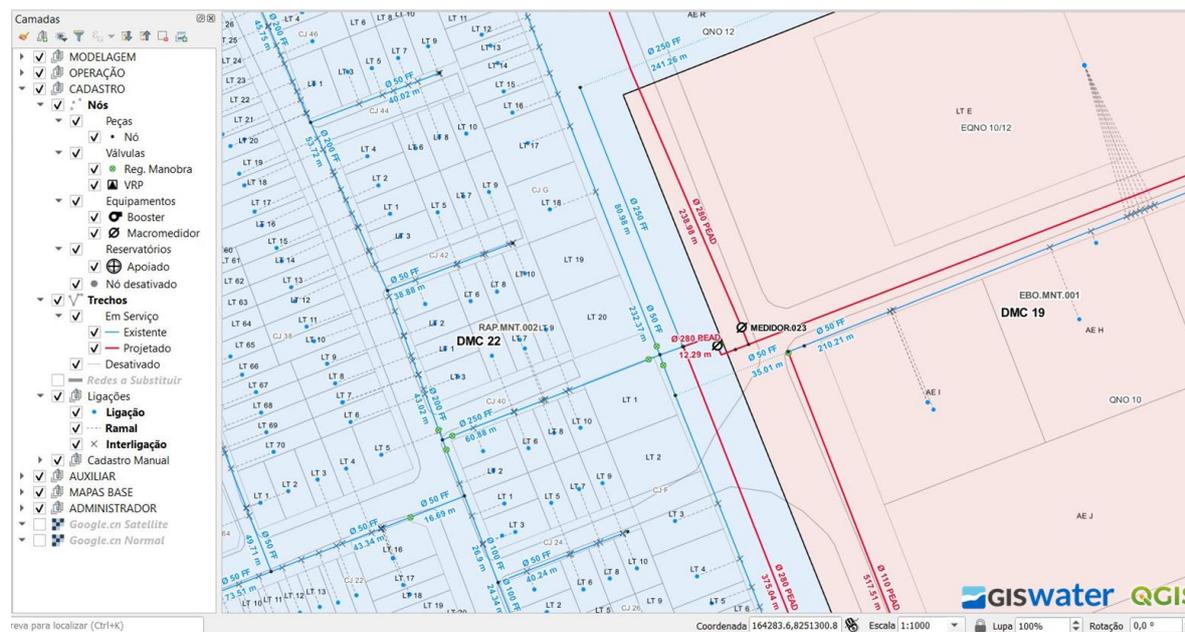


Figura 5: Exemplo de visualização de cadastro técnico georreferenciado utilizando o GISWATER.

Na sequência apresenta-se um modelo típico de implantação do GISWATER, conforme a **Figura 6**, 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;
 - 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 supervisorio, 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 "mincut";
 - ✓ 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.

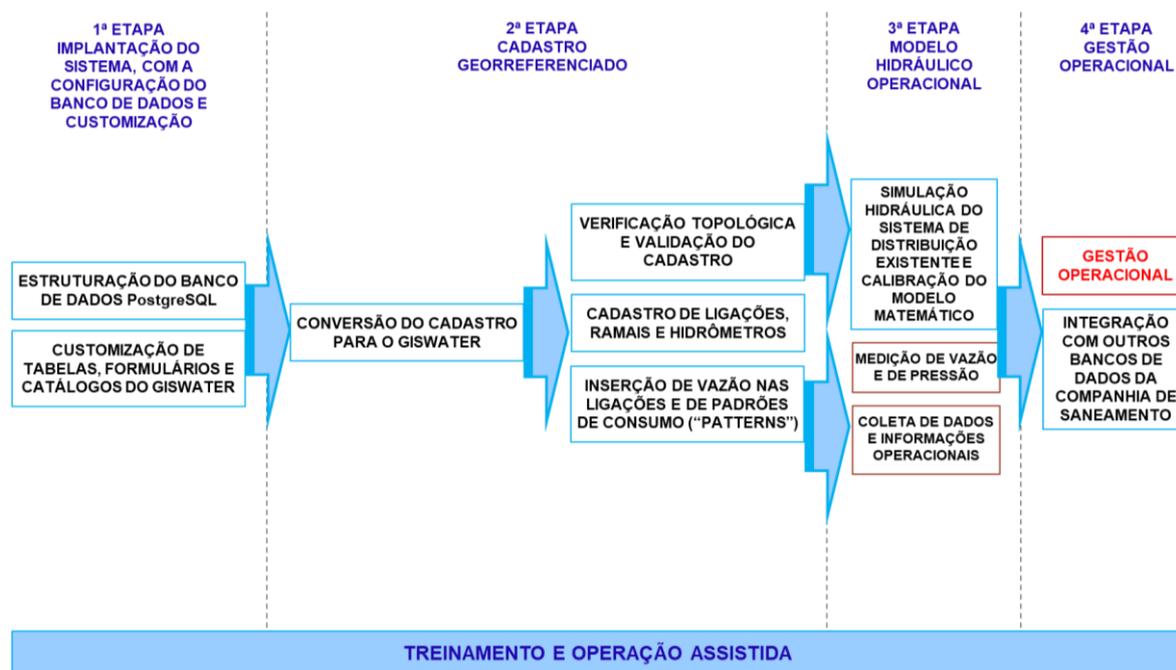


Figura 6: Modelo típico de implantação do GISWATER.

É importante salientar que após cada etapa de implantação do sistema é realizado o treinamento das equipes da companhia de saneamento e o acompanhamento das ações através de operação assistida, prestando suporte no uso do GISWATER e também no desenvolvimento de novas funcionalidades e integrações.

O cadastro técnico é o elemento principal de trabalho no GISWATER, é a partir dele que se torna possível realizar as simulações hidráulicas do sistema, a gestão de ativos e operacional e estudos de melhorias no sistema. A **Figura 7** apresenta de forma mais detalhada as possibilidades de conversão do cadastro de uma companhia de saneamento a partir de qualquer base cadastral que se tenha, AutoCAD, EPANET ou ArcGIS.



Cadastro em AutoCAD ou MicroStation



Simulação Hidráulica em WaterGEMS ou Epanet



Cadastro em ArcGIS ou outro software de georreferenciamento



Figura 7: Exemplos de conversão do cadastro técnico para o GISWATER.

A partir da implantação do GISWATER em uma concessionária de saneamento, a expectativa é que se tenha uma visão sistêmica de seu sistema de abastecimento de água, agilizando a tomada de decisões e buscando a maximização na utilização dos recursos hídricos.

Para tanto, destacam-se os seguintes resultados obtidos:

- Cadastro técnico georreferenciado;
- Organização das informações cadastrais, através de banco de dados;
- Execução de 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 outro software;
- Cadastramento e centralização de informações operacionais, tais como:
 - Ocorrência de vazamentos;
 - Resultados dos serviços de detecção de vazamentos não-visíveis;
 - Manutenções efetuadas;
 - Características dos elementos do sistema; e
 - Fotos e desenhos;
- Possibilidade de Registro das visitas efetuadas pelas equipes de campo;
- Utilização da ferramenta “mincut”, que auxilia as equipes de campo para as manobras de emergência ou intervenções programadas;
- Integração do GISWATER com o banco de dados comercial da concessionária de água, extraindo automaticamente dados relacionados às ligações domiciliares;
- Cálculo de indicadores de perdas por setor de abastecimento, zona de pressão ou DMC (Distrito de Medição e Controle); e
- Possibilidade de integração com outros bancos de dados da concessionária, incluindo informações transmitidas em tempo real dos equipamentos instalados no sistema de abastecimento de água.



IMPLANTAÇÃO DO GISWATER NO BRASIL

SANEAGO (SEAMENTO 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 geoespacializadas 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, 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 e a integração entre eles 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. 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.
3. FRANCESCHI, S., ANDRÉA, A. “GIS tools for water supply systems: an implementation using JGrassTools and gvSIG”. 11th International gvSIG Conference. Valencia, Spain. 2016.
4. BOSSLE, R.C. “QGIS e Geoprocessamento na Prática”. 1ª edição. Ed. Íthala. Curitiba, Brasil, 2015.
5. ROSSMAN, L.A. EPANET 2 User’s manual. USEPA, Water Supply and Water Resources Division, National Risk Management Research Laboratory. Cincinnati, USA, 2000.
6. ROCHA JR, A.S. “SQL Passo a Passo Utilizando PostgreSQL”, 1ª edição. Ed. Ciência Moderna. Rio de Janeiro, Brasil, 2014.