

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO  
GEOGRÁFICA APLICADO AO CADASTRO TÉCNICO DE  
INFRAESTRUTURA PARA TOMADA DE DECISÃO NA ÁREA DO  
SANEAMENTO: A EXPERIÊNCIA DO SAMAE DE JARAGUÁ DO SUL**

*Development of a Geographic Information System applied to  
infrastructure assets management maps for decision-making in the sanitation  
area: the experience in Samae de Jaraguá do Sul.*

**Saulo Eduardo Schwingel**  
Samae de Jaraguá do Sul  
[saulo@samaejs.com.br](mailto:saulo@samaejs.com.br)

**Kelli Cristina Dacol**  
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC  
Programa de Pós Graduação em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental  
[kellidacol@gmail.com](mailto:kellidacol@gmail.com)

**Rodrigo Pinheiro Ribas**  
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC  
Programa de Pós Graduação em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental  
[rodrigo.ribas@udesc.br](mailto:rodrigo.ribas@udesc.br)

### Resumo

Descreve-se através de estudo de caso a experiência do Samae de Jaraguá do Sul na implantação de um sistema SIG com a conversão de um cadastro técnico com base CAD para um módulo SIG integrado ao sistema comercial adotado a partir de 2014. Após importação dos dados existentes, padrões de desenho foram adotados e a correção dos dados para utilização em processamento avançado foi iniciada. Utilizando algoritmos desenvolvidos em PL/pgsql no banco de dados PostgreSQL, realizou-se roteamento das redes de água e esgoto para identificação de regiões de atendimento. As diversas aplicações de um sistema SIG referente ao levantamento, visualização e extração de dados e seu uso como base na tomada de decisões são relatadas. Conclui-se que a aplicação do SIG nos cadastros técnicos de saneamento permite agregar diversas informações de forma pormenorizada e integrada, fornecendo subsídios técnicos para que as tomadas de decisão sejam mais ágeis e precisas. Destacando-se, ainda, a importância dessa experiência para comparação de outros modelos de aplicação de SIG em cadastros de saneamento, visto que a escala do sistema do município de Jaraguá do Sul abrange cadastros de saneamento com componentes operacionais dispersos em extensa área territorial e com um número significativo de informações comerciais de usuários cadastrados.

**Palavras-chave:** SIG; saneamento; infraestrutura; processamento; banco de dados.

### Abstract

It is described through a case study experience of Samae de Jaraguá do Sul in the implementation of a GIS system with the conversion of CAD based asset management maps to a GIS module integrated to the commercial system adopted since 2014. After importing the existing data, drawing standards were adopted and the correction of the

data for utilization in advanced processing was started. Utilizing algorithms developed in PL/pgsql in a PostgreSQL database, water and sewer network routing was used to identify coverage regions. Diverse applications of a GIS system related to data gathering, visualization and extraction and its use as basis in decision-making are reported. It is concluded that the application of GIS in the technical records of sanitation allows aggregating various information in a detailed and integrated way, providing technical subsidies so that decision-making is more agile and accurate. Also noteworthy is the importance of this experience for comparing other models of GIS application in sanitation registers, since the scale of the system in the municipality of Jaraguá do Sul encompasses sanitation registers with operational components dispersed over an extensive territorial area and with significant number of commercial information from registered users.

**Keywords: GIS; sanitation; asset management.**

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o setor do saneamento tem buscado se desenvolver desde a década de 1970, a partir da criação do Planasa<sup>1</sup>, que constituiu as companhias estaduais de serviços de água e esgoto. Posteriormente, com o advento da Lei Federal 11.445/2007, que instituiu a Política Nacional de Saneamento, que instituiu princípios, diretrizes e mecanismos para nortear a prestação, a regulação e a fiscalização dos serviços, sendo uma dessas diretrizes disposta no Art. 20, Inciso VII o “estímulo ao uso de tecnologias modernas e eficientes, compatíveis com os níveis exigidos de qualidade, continuidade e segurança na prestação dos serviços”. Recentemente, com aprovação do chamado novo marco legal do saneamento, a Lei 14.026, de 15 de julho de 2020, princípios baseados no estímulo e valorização de tecnologias apropriadas e soluções que possibilitem melhoria da qualidade dos serviços com ganhos de eficiência foram reafirmados no seu Art. 2º, Inciso VIII. (BRASIL, 2007; BRASIL, 2020)

Pode-se dizer que o uso de tecnologia é inerente ao setor do saneamento, especialmente para implantação e operação dos sistemas de tratamento de água e esgoto, porém, apesar das necessidades e diretrizes legalmente instituídas no setor, há poucos anos que as modernas tecnologias têm sido aplicadas para o aprimoramento dos cadastros técnicos. Com o avanço tecnológico nas últimas décadas, a aplicação do geoprocessamento tem se expandido e possibilitado a incorporação de modernas ferramentas como SIG para espacialização de dados, integração e complementação de informação nos cadastros de infraestrutura de saneamento, possibilitando apoio mais preciso às tomadas de decisão.

Geoprocessamento pode ser compreendido como um

conjunto de tecnologias voltadas a coleta e tratamento de informações espaciais para um objetivo específico. As atividades envolvendo o geoprocessamento são executadas por sistemas específicos mais comumente chamados de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Sistema de geoprocessamento é o destinado ao processamento de dados referenciados geograficamente (ou georeferenciados), desde a sua coleta até a geração de saídas na forma de mapas convencionais, relatórios, arquivos digitais, etc; devendo prever recursos para sua estocagem, gerenciamento, manipulação e análise. (INPE, 2020)

---

<sup>1</sup> O PLANASA foi criado pela Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978, e regulamentado pelo Decreto nº 82.587, de 6 de novembro de 1978, sendo o marco legal vigente do saneamento até o ano de 1992. (DACOL, 2013)

SIG, “é um sistema que processa dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos) com ênfase a análises espaciais e modelagens de superfícies” (INPE, 2020).

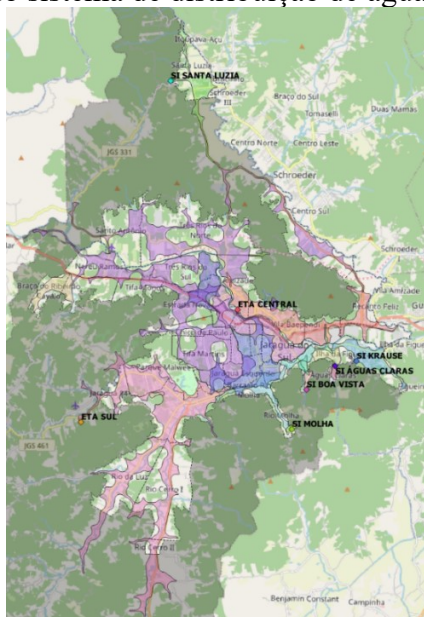
A fim de buscar uma gestão mais eficiente, o SAMAE - Sistema Municipal de Água e Esgoto de Jaraguá do Sul / SC, passou a desenvolver seus cadastros técnicos de infraestrutura com aplicação de um SIG integrando dados comerciais e operacionais. O desenvolvimento deste sistema é apresentado neste artigo, com o objetivo de demonstrar como o geoprocessamento através do uso de SIG e de cadastros multifinalitários são importantes no setor de saneamento para gerir cadastros que integram 879km de rede de água incluindo adutoras e redes de distribuição, 42.976 ligações de água ativas, 54 *boosters* distribuídos em ruas de cota elevada e 34 VRPs (Válvulas Redutoras de Pressão), num município com área de 532,59 km<sup>2</sup> e uma população estimada, em 2019, de 177.697 habitantes (IBGE, 2019).

## 1.1 Caracterização da Área de Estudo

O SAMAE de Jaraguá do Sul é a autarquia municipal responsável pelo sistema de distribuição de água, sistema de coleta e tratamento de esgoto, sistema de coleta e transporte de resíduos sólidos e sistema de drenagem de águas pluviais do município de Jaraguá do Sul. O município possui população estimada de 177.697 habitantes (IBGE/2019). Geograficamente o município é intersectado pelos rios Itapocu e Jaraguá, tendo seu perímetro urbano delimitado por uma cota máxima de 100m com uma topografia bastante irregular.

O sistema de distribuição de água atende 99% do perímetro urbano do município com duas ETAs (Estações de Tratamento de Água): a ETA Central (bairro Água Verde) com capacidade para tratamento de 1000 l/s concluída em 2018; e a ETA Sul (localidade Garibaldi), com capacidade de tratamento para 280 l/s, projetada para atender os bairros e área rural da região sul do município. A ETA Central e a ETA Sul captam sua água bruta do Rio Itapocu e do Rio Jaraguá, respectivamente. O sistema de distribuição até recentemente compreendia também os SIs (Sistemas Independentes) Molha, Boa Vista, Águas Claras, Krause e Santa Luzia, ETAs de baixa vazão e tratamento simplificado utilizados para atender bairros de cotas elevadas e demais regiões isoladas do município. No decorrer de 2020 estão sendo realizadas obras para desativar estes SIs através de ERATs (Estações de Recalque de Água Tratada) que terão como fonte a rede de distribuição proveniente da ETA Central, aproveitando sua capacidade elevada de tratamento e o tratamento mais avançado. O sistema utiliza seis reservatórios de distribuição principais: R1 (bairro Centro), R2 (bairro Centro), R3 (bairro Vila Baependi), R4 (bairro Estrada Nova), R5 (bairro Três Rios do Norte) e R6 (bairro Rau). Dezoito reservatórios auxiliares de baixa capacidade são utilizados em locais de topografia elevada, como o bairro Rio Molha, Boa Vista, Águas Claras, Krause, assim como regiões isoladas, como o bairro Santa Luzia. O sistema compreende 879 km de rede de água incluindo adutoras e redes de distribuição, 42.976 ligações de água ativas, 54 *boosters* distribuídos em ruas de cota elevada e 34 VRPs (Válvulas Redutoras de Pressão).

Figura 1 - Áreas do sistema de distribuição de água de Jaraguá do Sul.



Fonte: Samae Jaraguá do Sul (2020).

O sistema de coleta e tratamento de esgoto atende 80% do perímetro urbano do município, com previsão de ampliação de atendimento para 90% com a execução de rede nos bairros Jaraguá 84 e Jaraguá 99 até o final de 2020. O tratamento é realizado em quatro ETEs (Estações de Tratamento de Esgoto) distribuídas pelas bacias do município: ETE Água Verde (bairro Água Verde), ETE Figueira (bairro Ilha da Figueira), ETE Nereu Ramos (bairro Nereu Ramos) e ETE São Luís (bairro São Luís). O sistema compreende 585km de rede de esgoto, com 33.260 ligações ativas. Devido à topografia irregular do município e interseção com dois rios, o sistema projetado resultou num número elevado de EREs (Estações de Recalque de Esgoto). Atualmente são 115 EREs em operação.

Figura 2 - Área do sistema de coleta e tratamento de esgoto de Jaraguá do Sul.



Fonte: Samae Jaraguá do Sul (2020).

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A implantação de um sistema SIG para cadastro técnico no SAMAE de Jaraguá do Sul iniciou em 2014 com a mudança do sistema comercial utilizado anteriormente para o sistema Sansys, desenvolvido pela empresa JTech. Previamente à implantação o Samae possuía cadastro desenvolvido em CAD com nível adequado de detalhamento, mas, devido às limitações deste sistema, era somente utilizado para visualização e impressão de mapas, sem procedimentos para análise e extração de dados.

Por iniciativa da Coordenadoria de Tecnologia da Informação (TI), no momento da elaboração do edital para contratação do novo sistema comercial foi incluída a previsão de um módulo SIG integrado ao sistema comercial, voltado ao cadastro técnico das redes de água, compreendendo também o serviço de importação e adequação para o novo formato do banco de dados. Um módulo integrado ao sistema comercial tem a vantagem de permitir a alimentação de dados por gatilhos automáticos, pois as informações do SIG fazem parte do mesmo banco de dados com todas as informações comerciais do Samae, como cadastro de unidades comerciais, informações de leitura e faturamento, endereços, ordens de serviço, entre outros. Desta forma, qualquer alteração nas informações de cadastro no sistema comercial representam uma alteração nos dados do sistema GIS, eliminando possibilidade de inconsistências, informação divergente e trabalho em duplicidade.

A coordenadoria de TI já possuía dados de localização das unidades consumidoras prontos para inclusão no sistema, obtidos a partir de dados GPS do momento da realização das leituras dos hidrômetros. Para desenvolvimento do módulo GIS do novo sistema comercial, a empresa JTech contratou a empresa especializada Gisbase.

O banco de dados adotado para o sistema Sansys foi o PostgreSQL, que é um banco de dados de código aberto amplamente utilizado. Este banco possui uma extensão denominada *postgis*, que foi especificamente desenvolvida para permitir o armazenamento e manipulação de dados geográficos. Esta extensão é amplamente desenvolvida e possui milhares de funções para manipulação de dados georreferenciados, assim como uma estrutura robusta de armazenamento das informações.

Após o período de adequação do novo sistema e desenvolvimento do módulo GIS, convertendo os desenhos e anotações em CAD para estrutura SIG de tabelas e atributos no banco de dados, em fevereiro de 2015 foi iniciado o processo de importação do cadastro técnico em CAD existente.

### 2.1 Análise e adequação inicial

O primeiro passo pós conversão dos dados existentes foi uma análise geral dos dados existentes para definição de um padrão de desenho e nomenclatura que permitisse e/ou facilitasse o uso para processamento avançado no futuro.

Por definição da empresa contratada, as camadas geradas foram divididas em duas categorias: as camadas de contexto, que são puramente visuais não editáveis para utilização na interface; e as camadas de negócio, que são os dados modificados em camadas editáveis para uso e alimentação no sistema, que podem ser utilizadas para integração no sistema comercial.

O esquema inicial de camadas de negócio do banco de dados SIG definido pela empresa contratada definiu as camadas apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Camadas de negócio do banco de dados SIG

- Mananciais (pontos): camada de dados dos pontos de captação de água bruta em mananciais;
- ETAs (pontos): camada de dados das Estações de Tratamento de Água do município;
- Reservatórios (pontos): camada de dados dos reservatórios do município;
- Unidades comerciais (pontos): camada de dados de unidades comerciais obtidos a partir de GPS no momento da leitura de hidrômetros;
- Trechos de rede de água (linhas): camada de trechos de rede de água obtidos a partir da importação de dados do CAD;
- Ligações de água (pontos): camada de pontos gerada para cada unidade comercial que representa a ligação de água desta; ramais de água (linhas): camada gerada que representa o ramal de conexão entre a ligação de água (padrão de hidrômetro) e o trecho de rede de água mais próximo; e conexões de rede de água (pontos): camada que representa as conexões da rede de água (curvas, registros, cruzetas, entre outros) obtidas a partir da importação de dados do CAD;
- Trecho da rede de esgoto (linhas): camada de trechos de rede esgoto obtidos a partir da importação de dados do CAD; ligações de esgoto (pontos): camada de pontos gerada para cada unidade comercial que representa a ligação de água desta; ramais de esgoto (linhas): camada gerada que representa o ramal de conexão entre a ligação de esgoto (espera) e o trecho de rede de esgoto mais próximo; e conexões de rede de esgoto (pontos): camada que representa as conexões da rede de esgoto (TILs, TLs, PVs, curvas, entre outros) obtidas a partir da importação de dados do CAD;
- Lotes (polígonos): camada de lotes do perímetro urbano do município obtidos a partir da importação de dados do CAD;
- Logradouros (linhas): camada de linhas representado os logradouros do município obtidas a partir da importação de dados do CAD.

Por natureza da forma de desenho no formato CAD, o formato ou padronização do desenho não impacta no resultado final e no uso pretendido para o cadastro técnico existente nesse sistema. Em caminho contrário, em um ambiente SIG em banco de dados onde estão disponíveis diversas funções de manipulação de dados georreferenciados, os dados são passíveis de análise, quantificação, qualificação e manipulação. Nesta situação é de extrema importância que o formato dos dados esteja definido de maneira totalmente consistente com um padrão pré-definido, pois de outra forma não será viável a realização de um processamento de forma automática sem a ocorrência de erros ou resultados inconsistentes.

Durante a análise foram identificadas variadas inconsistências no método de desenho do cadastro em CAD que dificultariam a aplicação de processamentos automatizados no sistema GIS, detalhadas a seguir.

As informações existentes em forma de anotação no cadastro em CAD (rótulos de trechos de rede com diâmetro e material) que não foram passíveis de processamento por análise sintática (parsing) para conversão automática em atributos SIG foram importadas como um texto contínuo em um atributo denominado “Observações”, considerando a distância entre a anotação e o elemento mais próximo. Desta forma não há perda de informações no momento da importação CAD para SIG e é possível analisar esse texto e posteriormente alimentar os dados nos atributos do elemento através de trabalho manual.

Na localização georreferenciada das unidades comerciais, como o levantamento dos pontos inicial foi feita através de GPS no momento da leitura do hidrômetro, estas não estavam localizadas dentro de seus respectivos lotes e sim, de maneira geral, localizadas em frente ao alinhamento predial da edificação respectiva. Esta inconsistência pode ser corrigida através de um processamento automático que reposiciona as unidades comerciais no centro do lote mais próximo a estas, utilizando funções de distância e centroide do postgis. Este processamento foi realizado pela empresa contratada como parte da importação.

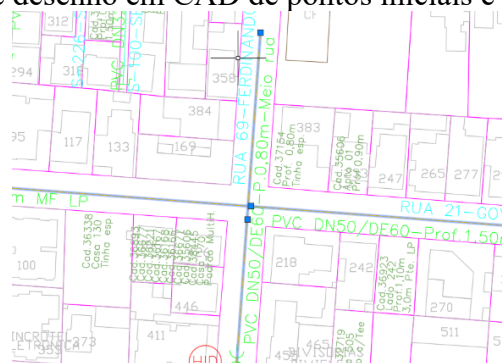
Adicionalmente, o GPS do equipamento utilizado para leitura não possui uma alta precisão, o que resulta em leituras de posicionamento incorreto, assim como uma fração das

leituras não foi realizada diretamente em frente à edificação, mas em outro ponto distante do local após a leitura presencial, por hábito de trabalho do leiturista em questão. Infelizmente não há maneira automatizada para resolver essas inconsistências por processamento, sendo necessário um trabalho extenso de verificação ponto a ponto dos endereços e confirmação manual do local correto. Nesta situação o SIG pode ser utilizado para gerar relatórios e camadas de comparação para auxiliar o processo, mas a correção não deixa de ser manual.

No desenho dos trechos de rede de água e esgoto, devido à inexistência de impacto no resultado final relativa ao método de desenho das linhas no CAD, os variados desenhistas adotaram padrões diferentes de alimentação, como por exemplo: alguns optaram por segmentar os trechos em cada conexão, enquanto outros criavam uma linha continua passando através das conexões. A primeira situação pode dificultar a identificação de trechos conectados um ao outro, pois de maneira geral opta-se por interromper a linha do trecho no perímetro do bloco das conexões, e não no centroide dos mesmos, o que significa que o ponto inicial e final dos trechos sequenciais não possuíam uma coordenada coincidente. A segunda situação resulta em trechos demasiadamente extensos e não permite identificar a união de três ou mais trechos por coincidência dos pontos iniciais e finais destes, já que um trecho perpendicular a outro não interrompido não possui um ponto em comum com o mesmo.

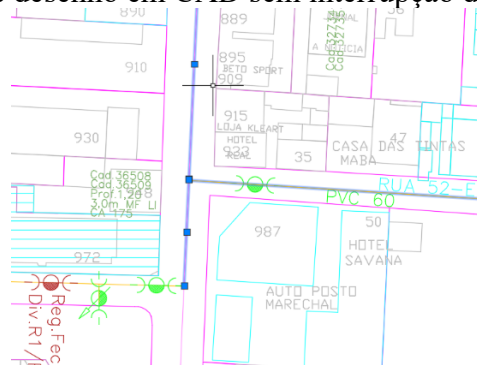
Ilustra-se a seguir alguns dos exemplos de desenho em cadastro CAD que carecem de adequação para utilização em processamento dentro de um ambiente SIG em banco de dados.

Figura 3 - Exemplo de desenho em CAD de pontos iniciais e finais não coincidentes.



Fonte: Samae Jaraguá do Sul (2020).

Figura 4 - Exemplo de desenho em CAD sem interrupção de trechos em conexões.



Fonte: Samae Jaraguá do Sul (2020).

Figura 5 - Exemplo de desenho em CAD com interrupção no perímetro de blocos.



- Foram adicionadas às camadas respectivas os dados não importados referentes a mananciais, ETAs, reservatórios, boosters, VRPs, ETEs, EEES/EREs;
- O padrão definido para trechos de rede de água e esgoto foi em que cada trecho de rede (segmento) é iniciado e terminado por uma conexão, ou seja, uma conexão é necessária e segmenta todo trecho de rede, agindo como um divisor. Desta forma uma conexão sempre é um ponto coincidente com o ponto final ou inicial de um ou mais trechos. Este formato permite um processamento onde é possível identificar exatamente através de código simplificado a quais outros trechos um trecho está conectado;
- Foram atualizadas manualmente as informações de material e diâmetro de cada trecho de rede de água e esgoto a partir do atributo importado “Observações” que contém o texto das anotações existentes no CAD mas não passíveis de processamento por falta de padrão;
- Após correção da rede de esgoto seguindo novo padrão de desenho foi necessário corrigir manualmente o atributo de sentido de fluxo de cada trecho, comparando com o cadastro em CAD.

## 2.2 Processamento avançado

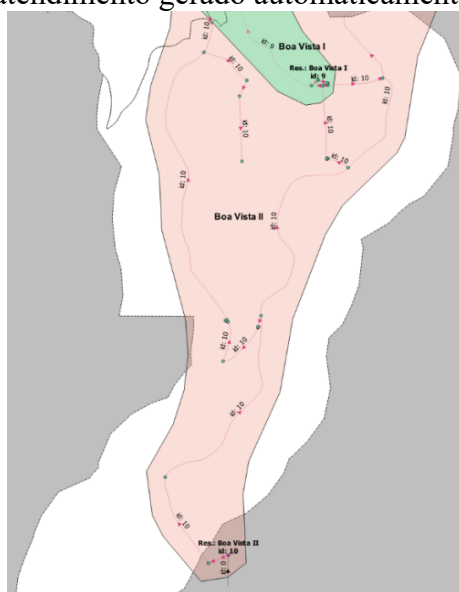
Após a conclusão da parte mais extensa das correções necessárias para uma aplicação correta de levantamento, processamento e extração de dados, foi iniciado o desenvolvimento de análises e aplicações mais avançadas. Como estas aplicações fogem do escopo inicial do edital desenvolvido para contratação do sistema comercial, estas foram desenvolvidas internamente no Samae, com um espelhamento diário do banco de dados georreferenciados, permitindo o desenvolvimento em ambiente de teste.

O banco de dados PostgreSQL possui uma linguagem própria para desenvolvimento de scripts denominada *PL/pgSQL*. Esta linguagem permite a utilização de variáveis e estruturas de programação “se... então”, “enquanto... faça” e “para... faça” utilizando dados de fonte de pesquisas (queries) realizadas diretamente no banco de dados. Desta forma é possível desenvolver scripts avançados, iterativos, que buscam informação e realizam alterações dentro do próprio banco de dados, eliminando a necessidade de um código de programação ou ferramenta externa a este.

O primeiro processamento desenvolvido foi o roteamento com base na teoria dos grafos. O conceito básico é a de que cada trecho de rede de água ou esgoto está conectado a um ou mais trechos sequenciais através de um ponto em comum. Utilizando funções do postgis como *ST\_StartPoint* (ponto inicial de um elemento), *ST\_EndPoint* (ponto final de um elemento) e *ST\_DWithin* (verifica se dois elementos estão dentro de uma distância x um do outro), é possível gerar uma tabela relacionando a conexão entre todos os elementos de rede existentes. A partir disso, identifica-se um ponto de origem para roteamento, que pode ser uma ETA, um reservatório, uma ETE ou uma ERE, e utiliza-se o id desta para semear os primeiros trechos conectados. Iterativamente então, procura-se os demais trechos conectados a estes trechos iniciais com ids de origem conhecido, e semeia-se o id, repetindo até que não exista mais nenhum trecho sem id de origem conectado a um trecho com id conhecido. Concorrentemente, para a rede de água interrompe-se o processo ao encontrar um elemento válvula com atributo fechado, e, para rede de esgoto, observa-se o atributo de sentido de fluxo da rede para que o roteamento sempre obedeça ao sentido da gravidade.

Através deste algoritmo de roteamento iterativo é possível identificar automaticamente as regiões de atendimento dos diversos elementos de origem da rede, de acordo com o desenho real do cadastro técnico conforme inserido no sistema SIG. Um exemplo do roteamento relativo à área de atendimento por reservatório e o polígono respectivo gerado pode ser observado na Figura 7. Como os ramais e ligações das unidades comerciais estão fisicamente conectados no desenho aos trechos roteados, é possível identificar automaticamente também a fonte de água e destino de esgoto das unidades comerciais existentes.

Figura 7 - Atribuição de id de reservatório em trechos por roteamento e polígono de área de atendimento gerado automaticamente.



Fonte: Samae Jaraguá do Sul (2020).

Utilizando uma forma modificada do roteamento a partir da origem é possível também identificar regiões isoláveis da rede de água delimitadas por registros. Isto permite identificar quais registros devem ser fechados para isolar uma região, e quais unidades comerciais serão afetadas pelo fechamento.

### 2.3 Visualização dos dados processados

Para apresentação e visualização dos dados gerados pelos algoritmos desenvolvidos a nível de banco de dados foi utilizado a ferramenta de código aberto i3geo, disponibilizada no link <https://softwarepublico.gov.br/social/i3geo>. Esta ferramenta é um website pré-construído que permite com uma configuração básica exibir de maneira customizada os dados gerados pelos processamentos supracitados.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o cadastro técnico integrado ao sistema comercial Sansys em Jaraguá do Sul foi possível automatizar o processo de inclusão das novas unidades comerciais no sistema GIS a partir da própria solicitação de nova ligação no sistema comercial. Ao solicitar uma nova ligação o próprio município auxilia na localização de sua edificação em um mapa do próprio

SIG acessado pelo sistema comercial, que posteriormente é verificado e confirmado pelo setor de engenharia responsável pelo cadastro técnico. Este é só um dos exemplos das vantagens existentes das informações do cadastro técnico coexistirem com as informações do sistema comercial dentro do mesmo banco de dados. Em um sistema convencional, a integração de informações é bem mais complexa, geralmente resultando em banco de dados duplicados e divergentes.

Dentro do módulo SIG também é possível visualizar e extrair informações de maneira rápida e simples através de mapas temáticos desenvolvidos para qualquer situação. Utilizando ferramentas de análise de dados avançadas como cubos OLAP (*Online Analytical Processing*) e ferramentas específicas, é possível também extrair dados estratificados de todas as maneiras imagináveis instantaneamente, como extensão de rede por bairro, por reservatório, por booster, consumo de uma região específica, e muitos outros.

Para a área operacional torna-se possível realizar estudos quantitativos e qualitativos como número de ordens de serviço por região, servindo como ferramenta para direcionar e identificar áreas problemáticas que devem ser foco de demais estudos. Para a área comercial, é possível realizar levantamento dos mais variados dados como o faturamento por diversas categorias de regiões, número de unidades e economias, estudando as correlações entre estas. Em ambas as situações o sistema *GIS* é uma ferramenta inestimável de análise para embasamento de tomada de decisões.

Utilizando os processamentos de roteamento supracitados para identificação de regiões de atendimento, o cadastro deixa de ser um elemento passivo para a alimentação, e se torna uma ferramenta ativa, como um cadastro “vivo”, que reage às alterações e inclusões de informações de maneira clara e indicativa. Por experiência interna no SAMAE de Jaraguá do Sul, ao utilizar o roteamento o cadastro se tornou numa ferramenta de auxílio direto para sua correção, identificando visualmente entrada de informações incorretas ou não procedentes. Por exemplo, ao modificar a situação de abertura ou fechamento de registros para identificação da região de atendimento de reservatórios, após processamento o cadastro indica se o resultado das alterações foi o esperado ou não, como regiões que ficaram sem abastecimento, ou se houve contato entre duas fontes de água distintas sem a existência de um registro fechado. Para o responsável pela alimentação e adequação do cadastro, esse nível de feedback do sistema não tem valor, e leva ao desenvolvimento de um cadastro técnico cada vez mais preciso e mais condizente com a realidade.

Considerando as informações supracitadas, um cadastro técnico desenvolvido com base em um sistema SIG armazenado em banco de dados com ferramentas para processamento e manipulação de dados georreferenciados representa um nível completamente diferenciado de cadastro. Com utilização das ferramentas, o tipo e nível de complexidade das aplicações são praticamente ilimitados.

#### 4. CONCLUSÃO

O desenvolvimento de um cadastro técnico com base em um sistema SIG é um processo de desenvolvimento contínuo cujo foco deve ser a melhoria constante das informações existentes. É um processo ativo, de aplicações infinitas, limitada somente pela qualidade de suas informações. Para uma empresa concessionária da área do saneamento, representa uma evolução inestimável em relação a um cadastro tradicional.

A aplicação do SIG nos cadastros técnicos de saneamento permite agregar diversas informações de forma pormenorizada e integrada, fornece subsídios técnicos de apoio à gestão dos serviços, pois permite extrair informações, gerar mapas, instruir estudos qualitativos e quantitativos, contribuindo, assim, para que as tomadas de decisão sejam mais ágeis e precisas.

Destaca-se, ainda, a importância dessa experiência para comparação com outros casos futuros de aplicação de SIG em cadastros de saneamento, visto que a escala do sistema do município de Jaraguá do Sul abrange cadastros de saneamento com componentes operacionais dispersos em extensa área territorial e com um número significativo de informações comerciais de usuários cadastrados.

Por fim, reafirma-se que o SIG pode ser considerado uma ferramenta que traz resultados alinhados às diretrizes de estímulo à tecnologia apropriada trazidas pelo novo marco legal do saneamento.

## Referências

BRASIL. **Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm). Acesso em: 13 ago de 2020.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal n. 11.445 de 05 de janeiro de 2007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/\\_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm)>. Acesso em: 12 mai. 2012.

DACOL, Kelli Cristina. **O Desenvolvimento do Sistema de Esgotamento Sanitário em Balneário Camboriú – SC à Luz das Políticas Públicas.** 102 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental) - Centro de Ciências Humanas e da Educação, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2013. Disponível em: [http://www.faed.udesc.br/arquivos/id\\_submenu/872/kelli\\_cristina\\_dacol.pdf](http://www.faed.udesc.br/arquivos/id_submenu/872/kelli_cristina_dacol.pdf). Acesso em: 29 mai. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama dos Municípios.** 2013. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/jaragua-do-sul/panorama>. Acesso em: 13 ago. 2020

INPE. **Tutorial de Geoprocessamento.** Disponível em: [http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao\\_geo.html](http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_geo.html). Acesso em: 13 ago. de 2020.