

**AUMENTO DA EFICIÊNCIA NA GESTÃO DOS SISTEMAS DE  
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE  
COLATINA-ES, POR MEIO DA IMPLANTAÇÃO DE SOLUÇÃO DE  
GEOPROCESSAMENTO DESENVOLVIDA EM PLATAFORMA LIVRE**

**Flávia Duarte de Oliveira<sup>(1)</sup>**

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (2016). Possui habilidades nas áreas de Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas. Gerente de Portifólio de Projetos na Monitora Tecnologia e Informação, onde tem atuado na gestão de projetos de implantação de sistemas de informações geográficas para as Áreas de Saneamento, Meio ambiente e Gestão de Recursos Hídricos.

**Rosemara Augusto Pereira<sup>(2)</sup>**

Engenheira Civil, Atua como diretora da Monitora Tecnologia e Informação Ltda. MBA em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), Mestranda em Recursos Hídricos e Energéticos pela Universidade de Campinas (Unicamp), Especialista com pós-graduação *latu-sensu* em Engenharia de Saneamento Básico pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (USP) e pós-graduação *latu-sensu* em Geoprocessamento pelo Instituto de Computação da Unicamp.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Avenida Trindade, 216, Apartamento 618 – Bethaville I - Barueri - SP - CEP: 06404-326 - Brasil  
- Tel: +55 (11) 99907-9805 - e-mail: [fduarte@monitora.info](mailto:fduarte@monitora.info)

## RESUMO

Os Sistemas de Informações Geográficas, são uma forma moderna e eficaz de interligar informações alfanuméricas a uma base geográfica espacial (informação cartográfica), permitindo as mais distintas análises conjuntas. Esse trabalho realizou a implantação do cadastro técnico georreferenciado do município de Colatina-ES, por meio da conversão da base cartográfica e das respectivas bases cadastrais de infraestrutura de água e esgoto para o formato digital padronizado, a partir do acervo existente, com implementação em SIG (Sistema de Informação Geográfica) integrado ao cadastro de consumidores, para apoiar a gestão dos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, operados pela companhia prestadora dos serviços de saneamento do município, o SANEAR, também foi realizada a atualização do cadastro de consumidores atendidos por esta autarquia a partir de serviços de levantamento de campo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão de Sistemas de abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário, SIG, GIS, Cadastro Técnico.

## INTRODUÇÃO

A gestão integrada de sistemas de abastecimento de água e sistemas de esgotamento sanitário envolve o manuseio de grande quantidade de informações provenientes de fontes distintas. Uma gestão que se orienta com a utilização de Sistema de Informação Geográfica (SIG) consegue transformar em ações eficazes, as decisões tomadas a partir do conjunto de informações de que se dispõe acerca de uma dada proposição.

De acordo com Montanha (2011) um Sistema de Informação Geográfica (SIG) é um conjunto de componentes (Hardware, Software e Recursos Humanos) inter-relacionados que coletam, manipulam e disseminam informações e dados para proporcionar um mecanismo de realimentação para atingir objetivos específicos. Implementados nas companhias de saneamento assumem o principal objetivo de fazer com que a empresa diminua as suas perdas, aumente a receita e alcance bons resultados.

Dentro do gerenciamento global de atividades de saneamento, encontram-se áreas de atividades específicas que manejam diferentes informações de bases georreferenciadas e alfanuméricas, tais como:

- Sistema de informação de clientes;
- Projetos e planejamento;
- Operação e manutenção do sistema hidráulico ( redes e dispositivos);
- Gerência de infraestrutura;
- Gerência de perdas e;
- Gerência administrativa.

O conjunto geral destas informações disponibilizadas aos gestores permitem as ações locais e globais de gestão do sistema. As possibilidades de armazenamento e gestão da informação são praticamente ilimitadas. Dentre os benefícios que são viabilizados com a utilização de SIG podemos destacar os seguintes;

- Visualização de todos elementos da rede e de suas características;
- Geração de estatísticas (ex.: número de válvulas de um determinado modelo e diâmetro);
- Gestão de consumidores e do parque de hidrômetros;
- Monitoramento de perdas reais e perdas aparentes;
- Monitoramento do estado de funcionamento do sistema; dentre outros.

A informação é no mundo moderno o “motor” das atividades humanas. Nas empresas de saneamento, depois do bem mais precioso que é a água, a informação é a matéria prima com que trabalham a maioria de seus empregados, este fato decorre naturalmente de suas obrigações de rotina que envolvem questões como, a prevenção de riscos de emergências, manutenção dos serviços prestados, administração de recursos econômicos e humanos, atividades de planejamento de obras de expansão, atualização de padrão de usuários, redes e informações importantes acerca da conservação das instalações e equipamentos. Para atender a estas obrigações é que foram desenvolvidos os Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Um conjunto de dados para se tornar uma informação deve estar ordenado, classificado e referenciado, para facilmente permitir identificar situações extremas, suas causas e ser oportuno para tomar medidas preventivas, corretivas e apoiar a tomada de outras decisões.

O SIG é uma ferramenta de gestão desejável a todos os sistemas de saneamento, sua implantação efetiva requer que haja antes de tudo preparação para sua utilização.

## ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO TRABALHO

Colatina é um município brasileiro do interior do estado do Espírito Santo, Região Sudeste do país, a localização exata e limites do município pode ser observado na figura 1. Conforme dados do IBGE, sua população estimada em 2018 era de 123.598 habitantes, sendo assim o oitavo município mais populoso do estado. É uma das principais cidades do interior capixaba e sua influência abrange também municípios do leste mineiro.

Conforme pode ser observado na figura 2, além do perímetro urbano, Colatina se subdivide em regiões rurais, o Sanear por sua vez possui a responsabilidade da prestação dos serviços de saneamento ambiental em 11 das 78 comunidades rurais do município.

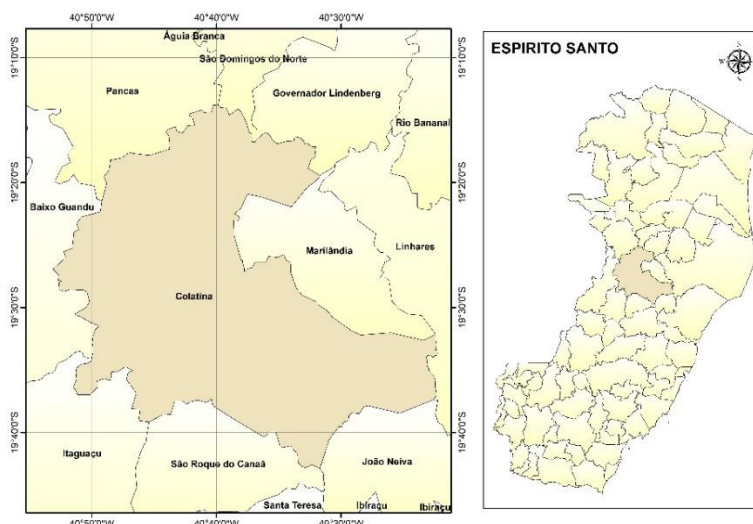
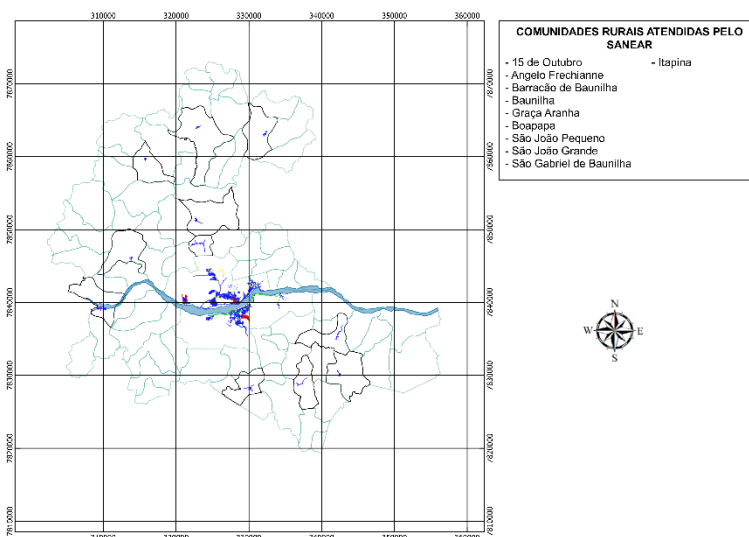


Figura 1: Localização de Colatina-ES



**Figura 2: Comunidades rurais atendidas pelo SANEAR.**

Colatina possui como principal manancial de captação o Rio Doce, que em 2015 sofreu um dos maiores desastres ambientais sem precedentes ocorrido no Brasil. O rompimento da barragem de Mariana-MG que ocorreu no subdistrito de Bento Rodrigues, colocou em vulnerabilidade todos os sistemas de abastecimento de água dos municípios que dependiam do Rio Doce como principal manancial de captação, dentre esses municípios, Colatina. Esse evento colocou Colatina em um cenário de calamidade pública, a falta de informações consistentes em momentos como esse, fez com que o município vivenciasse um desafio sem precedentes com as questões relacionadas ao saneamento ambiental. Mediante esse evento que foram iniciados os trabalhos para o desenvolvimento de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) que viabilizasse as atividades que envolve a gestão de infraestrutura de redes do município, pois até meados de 2016 a autarquia possuía o seu acervo cadastral em diversos formatos e armazenados em diversas fontes, o que dificultava o acesso e a rápida tomada de decisões pelos gestores, prolongando dessa forma o tempo de espera por ações emergenciais.

## OBJETIVO

Em âmbito específico o objetivo deste projeto foi desenvolver uma solução GIS de forma a ampliar a eficiência da gestão dos sistemas de infraestrutura geridos pela autarquia de saneamento do município de Colatina - ES, visando maximizar os recursos da concessionária a partir da atualização do cadastro de clientes e a assegurar que os trabalhos de conversão e digitalização de dados fossem padronizados e adequados para utilização em SIG ou em qualquer outros softwares que requeiram interações geográficas, de forma a subsidiar o planejamento e a proposição de intervenções de otimização dos sistemas.

## METODOLOGIA UTILIZADA

### CUSTOMIZAÇÃO DO MÓDULO DE EDIÇÃO CADASTRAL

Nessa fase inicial foi necessário entender precisamente os objetivos da autarquia com a aquisição do software, nesse processo foram executadas as atividades que envolve a análise de requisitos, definição do modelo conceitual estabelecendo as relações entre as diversas áreas e usuários do sistema, definição do modelo lógico, especificação de objetos e de funcionalidades. Todas essas atividades que são pertinentes a área de gestão de dados, foram realizadas para que o sistema fosse capaz de suprir as necessidades da autarquia.

Como Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) do cadastro técnico, foi utilizado o PostgreSQL e sua componente espacial PostGIS que é um sistema gerenciador de banco de dados livre, nele todas as funções são realizadas por meio da Linguagem de Consulta Estruturada ou Structured Query Language do acrônimo SQL.

Para as atividades de visualização, edição e análise dos dados georreferenciado foi utilizado o software livre com código-fonte aberto, multiplataforma de sistema de informação geográfica (SIG) QGIS.

### CONVERSÃO DA BASE CADASTRAL DA CARTOGRAFIA E DAS RESPECTIVAS BASES CADASTRAIS DE ÁGUA E ESGOTO

Os dados referentes a cartografia digital urbana, correspondente as quadras, lotes, eixos de logradouros e vias, foram adquiridos da prefeitura municipal de Colatina, os dados adquiridos eram referentes ao cadastro imobiliário, tendo desta forma apenas os limites inseridos dentro do perímetro urbano, para as regiões rurais

do município, não existia a delimitação desses limites, entretanto no cadastro técnico dos sistemas de abastecimento de água dessas regiões, que são operadas pelo Sanear, existiam algumas delimitações de quadras e descrição de eixos de logradouros.

Para a execução da complementação da cartografia, foi realizado o levantamento topográfico para verificação da precisão dos dados existentes e georreferenciamento da imagem aérea, após essa etapa foram vetorizados esses limites diretamente no SIG, com auxílio de imagem de satélite da região.

- Para a conversão da base cadastral do Sistema de Abastecimento de Água e Sistema de Esgotamento Sanitário, foi realizada a padronização do acervo existente para que as tarefas de indexação fossem devidamente executadas, mediante essa tarefa foram realizados os cadastros, por meio de vetorização da infraestrutura de rede, diretamente no software SIG customizado.

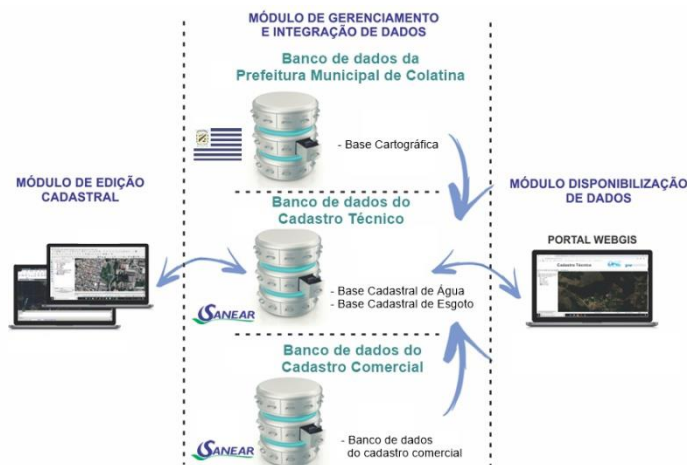
## MÓDULO DE DISPONIBILIZAÇÃO DE DADOS

No desenvolvimento do ambiente WEB da solução foram utilizadas duas plataformas, o Leaflet que é uma biblioteca JavaScript e o Mapguide, ambas de código aberto para mapas interativos com diversos recursos de mapeamento. O módulo de disponibilização foi projetado com foco em simplicidade, desempenho e usabilidade. Ele funciona de forma eficiente em todas as principais plataformas de desktop e mobile e poderá ser estendido futuramente.

## RESULTADOS OBTIDOS

O Sistema implantado resultou em uma solução baseada na utilização de geotecnologias livres, ou seja, o conjunto de tecnologias *Open Source* que são responsáveis pelas atividades de coleta, processamento, análise e disponibilização das informações geográficas, dos consumidores e de todos os objetos pertencentes ao Sistema de Abastecimento de Água e Sistema de Esgotamento Sanitário, que estão sob responsabilidade do Sanear.

Possui bom desempenho com o sistema operacional Windows, utilizado na autarquia e pode operar com o servidor local, remoto ou na nuvem. Devido a flexibilidade de integração que o sistema possui com outros sistemas corporativos, os dados georreferenciados viabilizam atividades pertinentes as análises dinâmicas, tanto dos dados do cadastro técnico como dos dados referente aos cadastros imobiliários e de consumidores, com as informações de (área construídas, informações do proprietário do imóvel dentre outras) a arquitetura simplificada do sistema, pode ser observada na figura 3 a seguir.

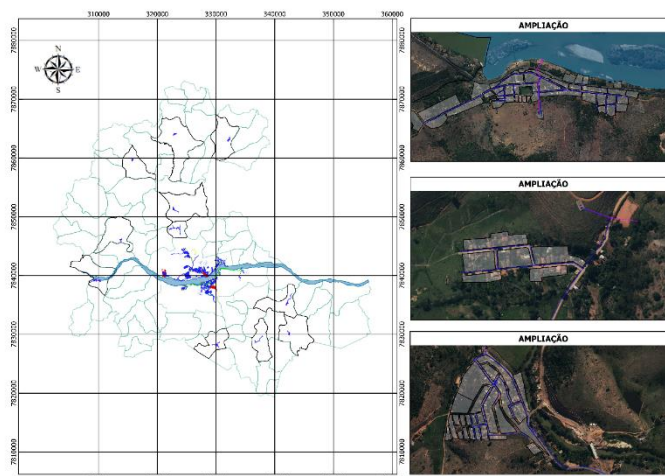


**Figura 3: Arquitetura do Sistema.**

## MÓDULO DE EDIÇÃO CADASTRAL

É o ambiente para realização das atividades rotineiras de vetorização e edição de cadastros e singularidades dos sistemas de água e esgoto. Consiste na utilização do software livre Quantum GIS (QGIS), conectado a um banco de dados geográfico (banco de dados do cadastro técnico), que passou por etapas de modelagens e desenvolvimento de funções, de modo a viabilizar condições mais céleres a equipe de engenharia operacional, em suas atividades habituais para a realização do cadastro técnico dos ativos de redes e instalações.

Com a utilização desta solução desenvolvida, foi realizado a complementação da cartografia existente. Na figura 4, é possível visualizar as regiões em que ocorreu a complementação da cartografia.



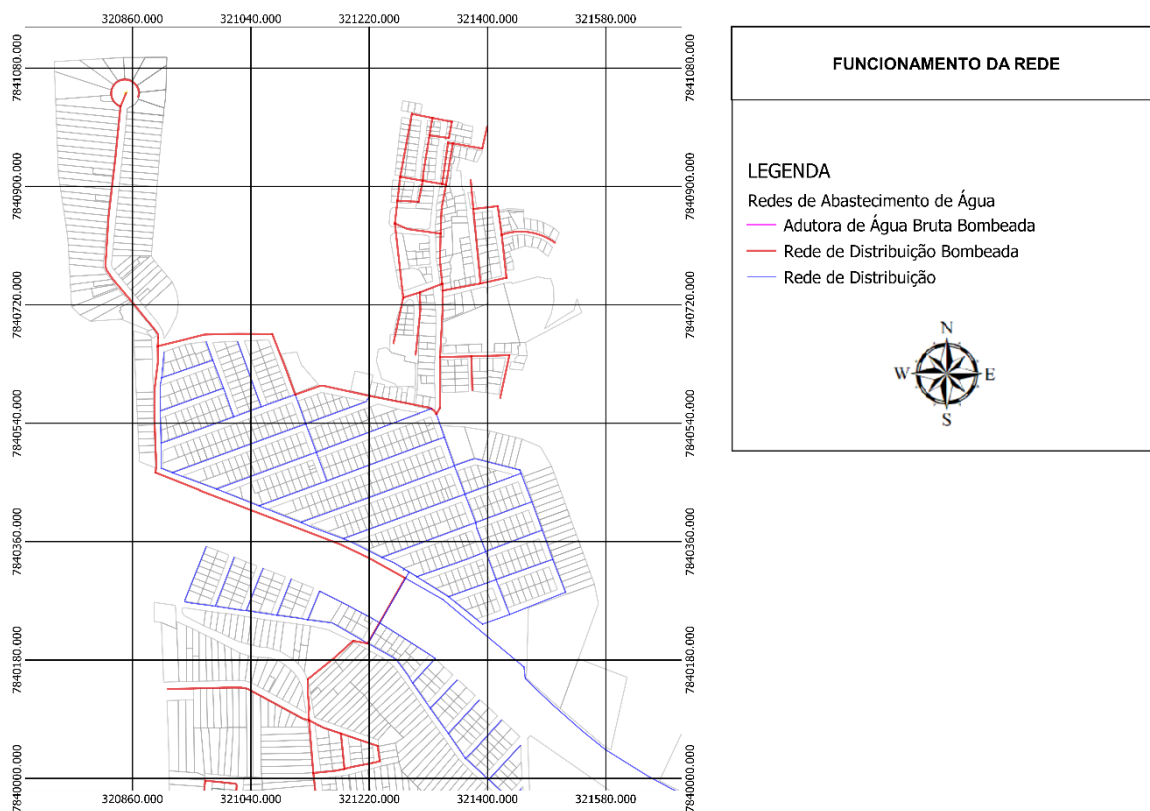
**Figura 4: Áreas com complementação de cartografia**

Mediante essa etapa, foi possível realizar a conversão das respectivas bases cadastrais de infraestrutura de água e esgoto, para o formato digital, de forma sistematicamente padronizada a partir do acervo existente, bem como pelo levantamento dos dados do cadastro técnico por meio das O'S de manutenção, sendo esses indexados no sistema para análises e conferências de quaisquer natureza. Os quantitativos realizados encontram-se descritos na tabela 1.

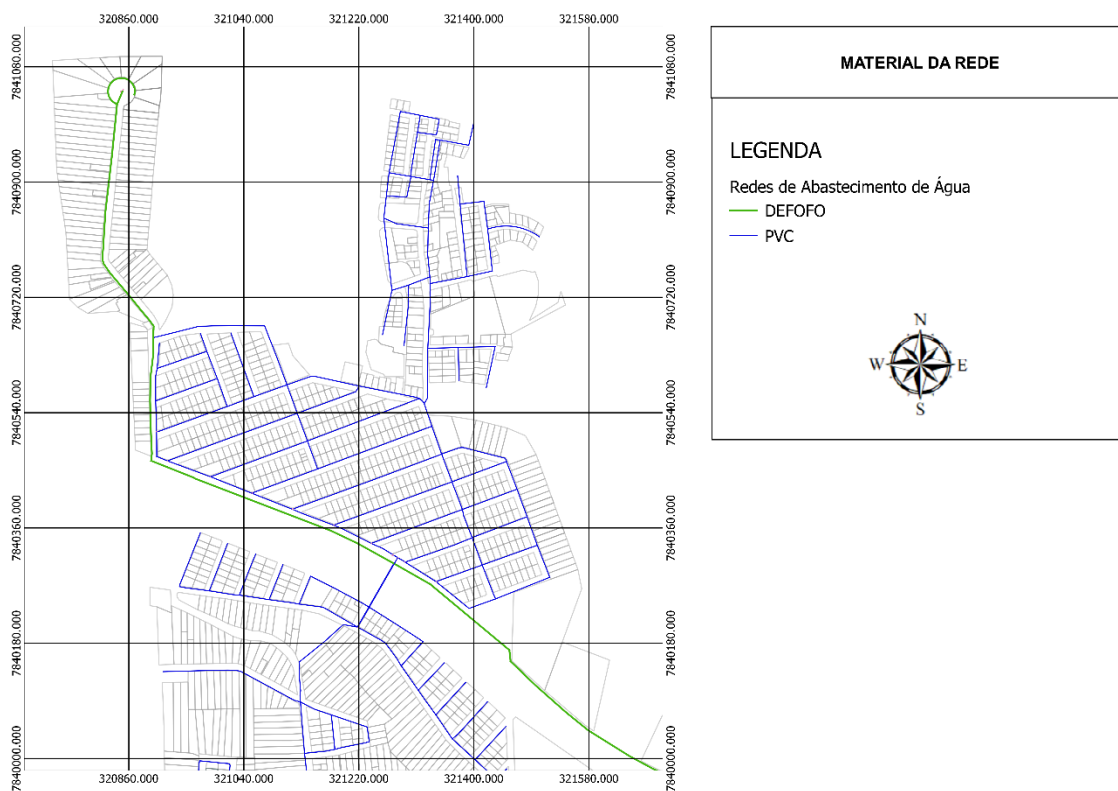
**Tabela 1: Quantitativos vetorizados no SIG**

| ÁREA DE ABRANGENCIA | NOME DA COMUNIDADE      | KM DE REDES VETORIZADOS |
|---------------------|-------------------------|-------------------------|
| Perímetro Urbano    | Área urbana de Colatina | 379,64 km               |
| Perímetro Rural     | 15 de Outubro           | 1,46 km                 |
| Perímetro Rural     | Barracão de Baunilha    | 2,24 km                 |
| Perímetro Rural     | Baunilha                | 3,40 km                 |
| Perímetro Rural     | Graça Aranha            | 2,26 km                 |
| Perímetro Rural     | Boapaba                 | 3,50 km                 |
| Perímetro Rural     | São João Pequeno        | 1,70km                  |
| Perímetro Rural     | São João Grande         | 1,46 km                 |
| Perímetro Rural     | São Gabriel de Baunilha | 1,48 km                 |
| Perímetro Rural     | Ponte do Pancas         | 2,90 km                 |
| Perímetro Rural     | Itapina                 | 4,90 km                 |

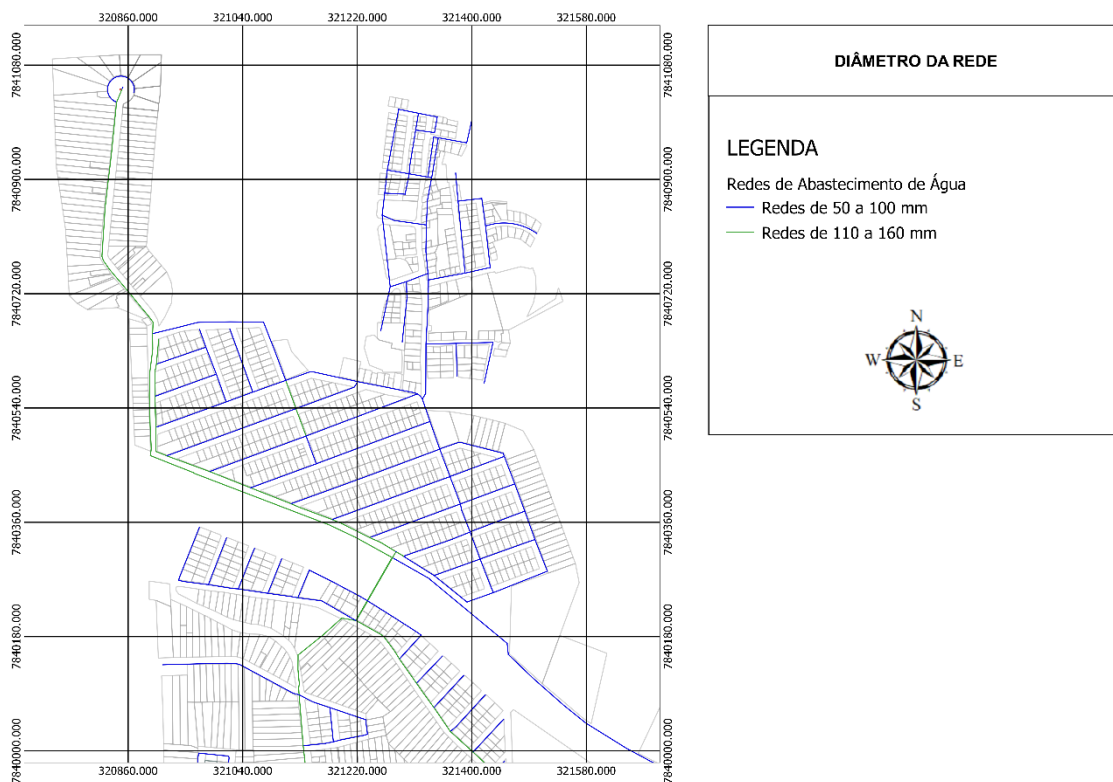
Com o cadastro devidamente realizado no software de SIG foi possível realizar as mais diversas tematizações, uma vez que o banco de dados é modelo orientado para responder perguntas rotineiras como, “Qual o sistema de funcionamento das redes de abastecimento de água ?” ou “Quais são os tipos de materiais das redes de abastecimento de água ?” e até mesmo “Qual é a idade das redes de abastecimento de água de uma determinada região “. O exemplo das respostas a essas perguntas pode ser verificado nas figuras de 5 a 8.



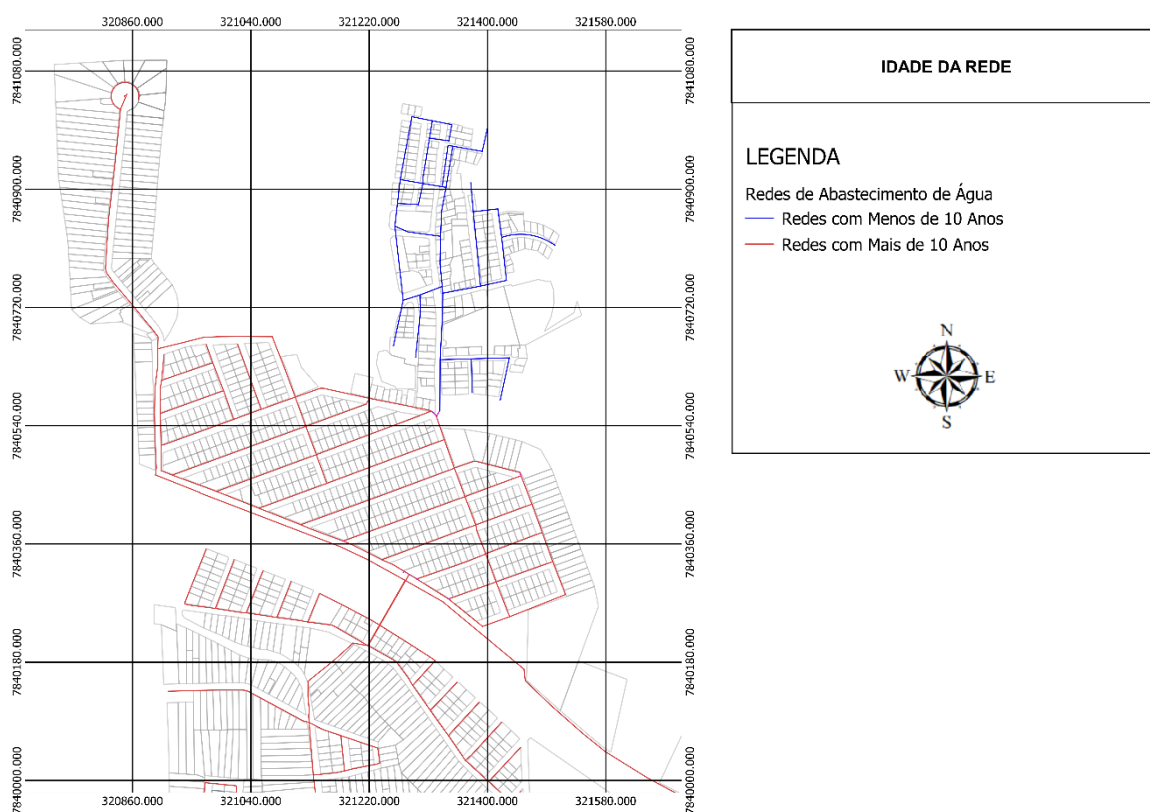
**Figura 5: Funcionamento da rede**



**Figura 6: Material da rede**



**Figura 7: Diâmetro da rede**



**Figura 8: Idade da rede**

Todas essas funções, e algumas mais, também podem ser realizadas para os sistemas de esgotamento sanitário, entretanto devido ao pouco acervo existente para os sistemas de esgotamento sanitário não foi possível

realizar o cadastro completo dessa infraestrutura no sistema durante a implantação da solução, porém a autarquia vem realizando paulatinamente o cadastro dessa infraestrutura no sistema.

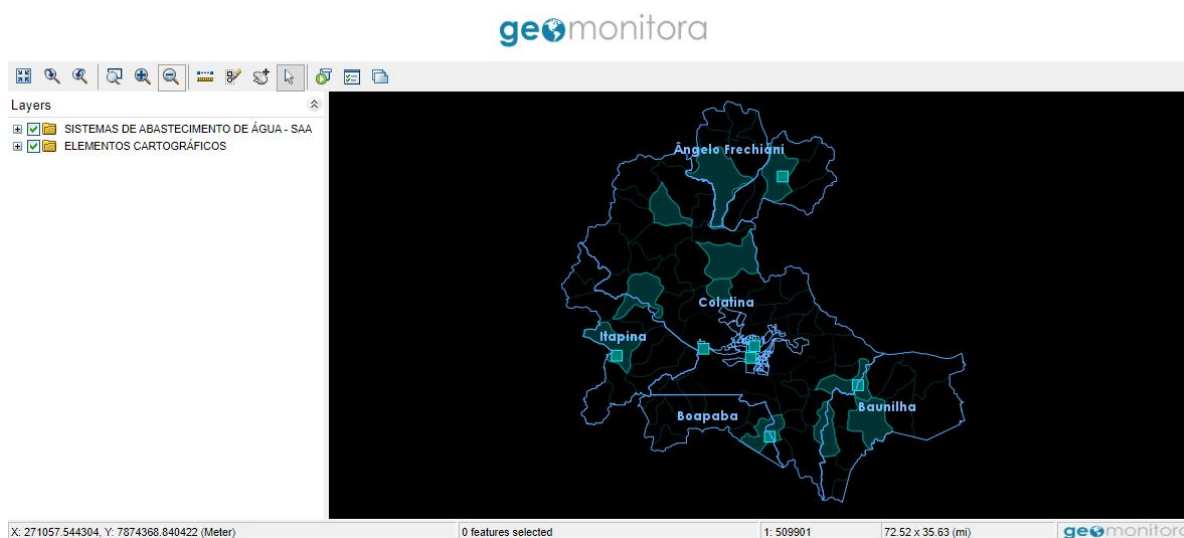
Com a execução dos serviços de campo, referente a atualização e georreferenciamento dos consumidores, o ambiente de cadastro técnico também possui a funcionalidade de cadastro de novas ligações no sistema. Por meio da integração dos bancos de dados, ao cadastrar uma nova ligação, o usuário ao inserir o número de matrícula, consegue obter todos os dados do respectivo consumidor de forma dinâmica. A figura 9 ilustra a espacialização das ligações que foram levantadas em campo no ambiente de cadastro técnico.



**Figura 9: Espacialização das ligações**

## MÓDULO DE DISPONIBILIZAÇÃO DE DADOS

O sistema WEB-GIS representa o meio pelo qual o setor de engenharia operacional expõe e dissemina as informações para o maior número possível de interessados, além de ser um ambiente de visualização geográfica global dos sistemas administrados pela companhia, o sistema WEB foi modelado e desenvolvido com a implementação de funções específicas que permitem o usuário realizar análises e consultas, como também, realizar a indexação de documentos em diversos formatos em objetos específicos, o que significa que, a informação que antes era restrita a apenas um setor, pode estar disponível para os demais usuários do sistema de forma simples, com a execução de um simples “duplo clique” no objeto. Na figura 10 podemos visualizar a tela principal da plataforma web.



**Figura 10: Tela Principal da plataforma WEB.**

A barra de ferramentas presente no ambiente WEB disponibiliza um conjunto de ferramentas indispensáveis para a realização de consultas e análises, bem como proporciona a navegação geral no ambiente do mapa.





## FUNÇÃO DE PESQUISA POR ENDEREÇO OU MATRÍCULA

Uma das funcionalidades que o sistema possui, é a função de pesquisa por endereço ou matrícula, que permite ao usuário realizar pesquisas pelo número de matrícula ou pelo endereço do cliente, na figura 11 podemos visualizar o painel de pesquisa por endereço ou matrícula.

**SANEAR** Serviço Colatinense de Saneamento Ambiental Cadastro On-line

Pesquisar no mapa:  
 Endereço  Matrícula

Endereço:  Nº:

Endereços Encontrados:

- AV. PINHEIRO\_00285 - (Matrícula: 28928)
- AV. PINHEIRO\_00295 - (Matrícula: 32418)
- AV. PINHEIRO\_00305 - (Matrícula: 25639)
- AV. PINHEIRO\_00315 - (Matrícula: 20412)
- AV. PINHEIRO\_00431 - (Matrícula: 29197)
- AV. PINHEIRO\_00463 - (Matrícula: 20203)
- AV. PINHEIRO\_00581 - (Matrícula: 28293)
- AV. PINHEIRO\_00591 - (Matrícula: 29061)
- AV. PINHEIRO\_00601 - (Matrícula: 28294)

Figura 11: Tela de realização de pesquisa por endereço ou matrícula.

## FUNÇÃO DE EXTRAÇÃO DE RELATÓRIO DE ATRIBUTOS DE OBJETOS

Essa função é utilizada para habilitar o formulário que contém as informações dos objetos cadastrados, na figura 12 podemos visualizar o ambiente de extração de relatório de atributos de objetos, que possuem funcionalidades de visualizar documentos indexados e o de vincular documentos.

**SANEAR** Serviço Colatinense de Saneamento Ambiental Cadastro On-line

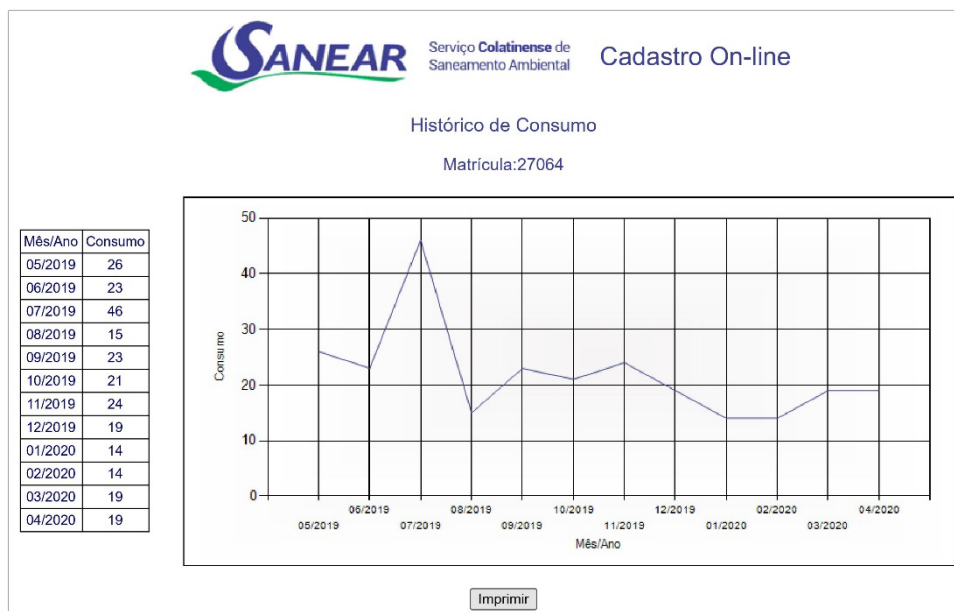
Informações de: Rede de Abastecimento de Água - SAA

|   |  |
|---|--|
| Inserido por:                               | monitora   |
| Data de inserção:                           | 12/04/2019   |
| Modificado por:                             | monitora   |
| Data de modificação:                        | 12/04/2019   |
| Implantado por:                             | SAAE   |
| Material:                                   | Poliuretano de Vinil Tipo Ponta e Bolsa com Junta Elástica |
| Diâmetro (mm):                              | 80 mm  |
| DN (mm):                                    |  |
| DE (mm):                                    |  |
| Profundidade média (m):                     | 1  |
| Distância média do alinhamento predial (m): |  |
| Extensão gráfica (m):                       | 68,9738931028850000  |
| Tipo de rede:                               | Rede de Distribuição (Gravidade)                           |
| Situação da rede:                           | Existente  |
| Posição da rede:                            | Outros   |
| Classe de pressão:                          | Classe 12  |
| Sistema de funcionamento da rede:           | Gravidade  |
| Nº de manutenções realizadas:               |  |
| Fonte:                                      | Cadastro Analógico   |
| Observação:                                 |  |
| Nº do documento de origem:                  | 5021   |
| Data de implantação:                        | 01/11/1995   |

Figura 12: Tela de realização de extração de relatórios de atributos de objetos.

## MÓDULO DE ANÁLISES DE VOLUMES MICROMEDIDOS

Nos objetos que representam as ligações é possível executar o duplo clique para conferir todos os dados pertinentes ao cliente, esses dados são processados e originados do sistema comercial, fornece ao usuário as informações em forma de gráfico e tabela, com a indicação do consumo dos últimos 13 meses do referido cliente, na figura 8 podemos visualizar a análise de consumo de uma ligação de água.

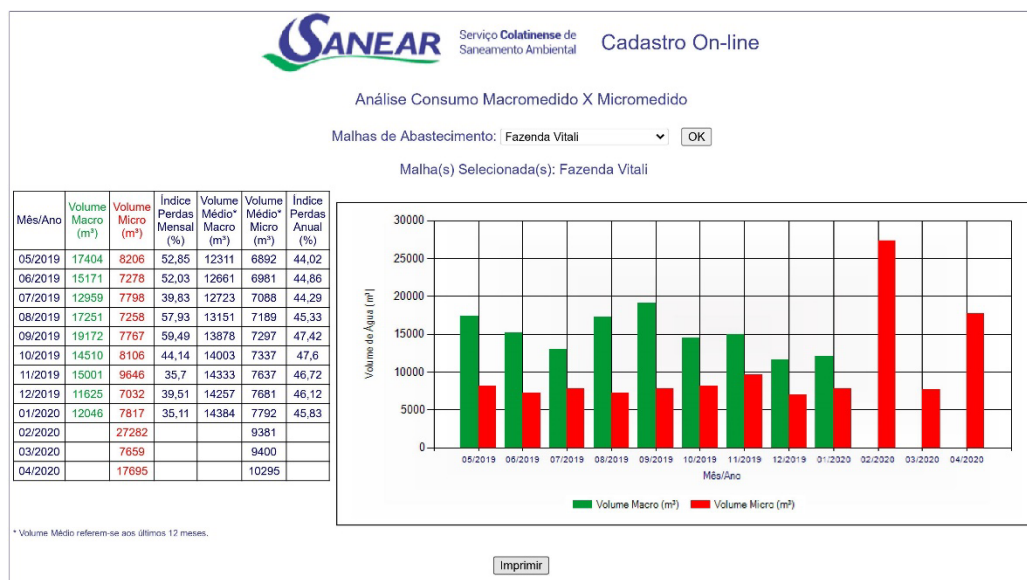


**Figura 13: Tela de realização análise de consumo micromedido.**

### MÓDULO DE ANÁLISES DE VOLUMES MACROMEDIDO X MICROMEDIDOS

Esse módulo de análise objetiva monitorar indicadores, para fins de controle e redução do índice de perdas de água tratada.

O sistema realiza a comparação dos volumes macromedidos com os volumes micromedidos da malha de abastecimento de influência por região, que podem ser visualizados em forma de tabela e gráfico, na figura 14 podemos visualizar o ambiente de análise de volumes (Macromedidos x Micromedidos).



**Figura 14: Tela de realização de análise de volumes (Macromedidos x Micromedidos).**

### MÓDULO DE MONITORAMENTO DE CONSUMO ENERGÉTICO DE UNIDADES LOCALIZADAS

A plataforma possui um ambiente para o usuário realizar o monitoramento do consumo energético de unidades localizadas que necessitam de fonte de energia elétrica para o seu devido funcionamento, na figura 15 podemos visualizar esse ambiente.

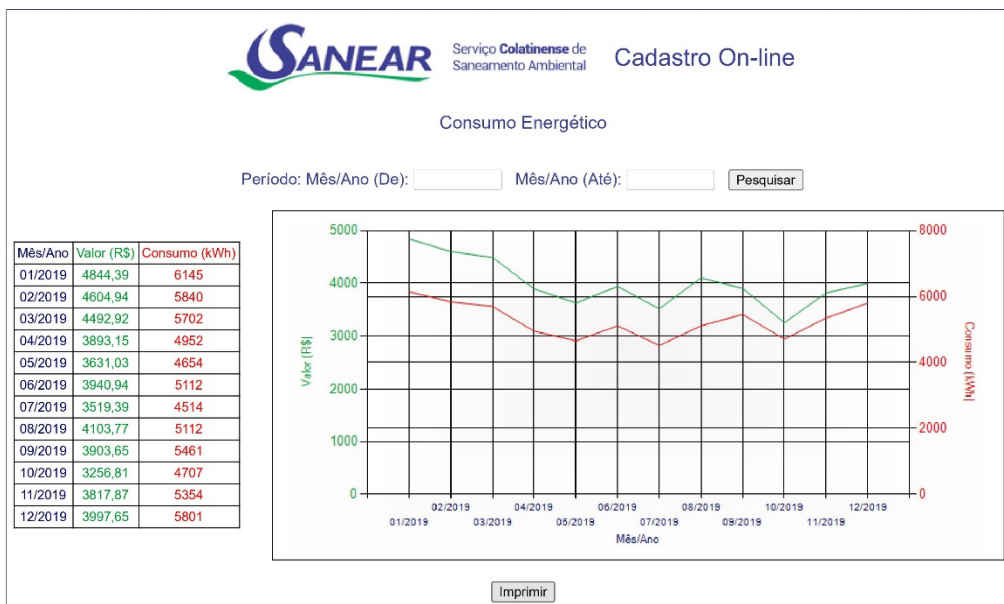


Figura 15: Tela de realização de monitoramento de consumo energético de unidades localizadas.

### MÓDULO DE ANÁLISE DE REDE

O módulo de análise de rede possui aplicações da ferramenta *tracer* e possibilidade de exportação do arquivo com uma extensão no formato *.inp\** que posteriormente poderá ser utilizado no simulador hidráulico EPANET, a figura 16 ilustra o ambiente de análise de rede.

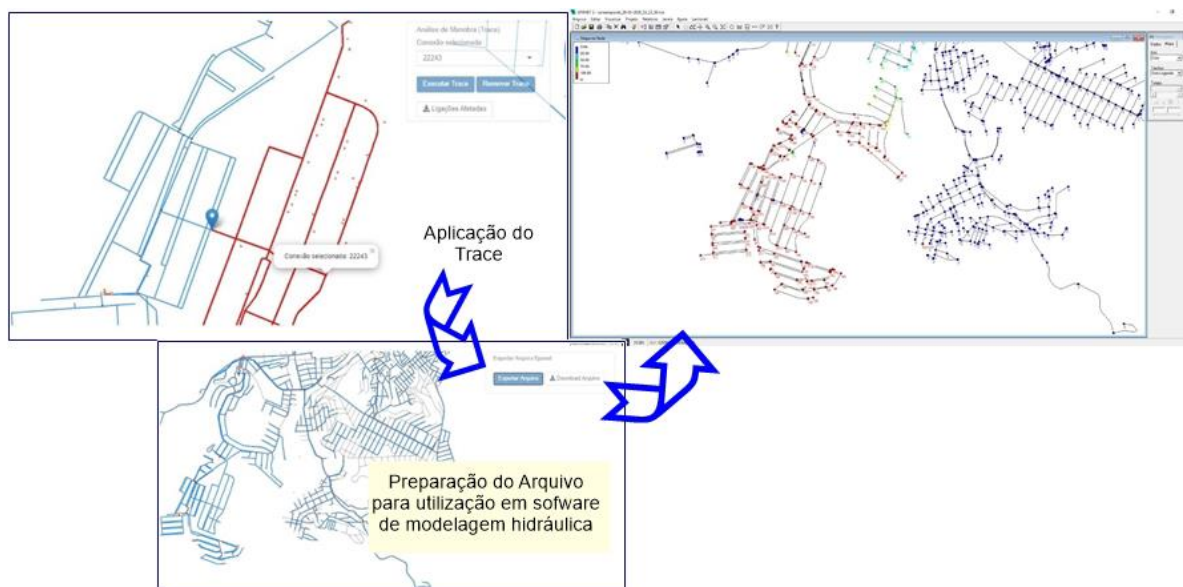


Figura 16: Tela de realização de análises de rede

### CONCLUSÕES

O atendimento por um sistema de abastecimento de água em condições sanitárias adequadas é uma prioridade imposta pela população, isso se deve a importância que assume ao suprir às necessidades que estão relacionadas com a saúde e ao desenvolvimento econômico. Nos últimos tempos, com a decorrente ocorrência de crises econômicas e ambientais, as empresas de saneamento estão cada vez mais em busca de um desenvolvimento sustentável, principalmente em termos de tecnologia e infraestrutura, assim sendo, os órgãos gestores do setor de saneamento estão procurando implementar as atividades de controle e gerenciamento dos sistemas de abastecimento de água com a utilização de Sistemas de

Informações Geográficas - Atualmente temos grandes exemplos a seguir, e um considerável número de casos, de órgãos gestores do país que já obtiveram resultados positivos com a utilização do SIG, demonstrando que o investimento nessa tecnologia traz vantagens, integrando dados de forma eficiente e de fácil manuseio.

Com a realização deste projeto de implantação de SIG, em Colatina – ES, desde a sua implantação, que ocorreu no final de 2018, pôde-se observar benefícios diretos e indiretos que a autarquia vem alcançando, hoje ela tem um maior controle dos sistemas de infraestrutura de redes e instalações que estão sob sua responsabilidade, consegue ter uma visão mais holística dos sistemas operados, além de possuir uma poderosa ferramenta que o auxilia em questões técnicas.

Atualmente a concessionária consegue disponibilizar a informação de forma estruturada, que antes estava restrita apenas a equipe de engenharia operacional, para os diversos setores, de forma simples e rápida, o que vem auxiliando os principais tomadores de decisão.

Como evidenciado neste trabalho, a gestão de um sistema de abastecimento de água se faz com base em informações. Para que o conjunto de informações recebidas pelo gestor possa se transformar em ação é necessário que a informação seja organizada, sintetizada e transmitida a ele de forma clara. A cobrança da qualidade dos serviços prestados e da preservação do meio é a tônica atual desta gestão. Estas metas têm sido motivadoras para a utilização e evolução contínua da solução de geoprocessamento implantada que tem se mostrado uma eficiente ferramenta de gestão.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- MONTANHA, Enaldo Pires, Jr. Diagnóstico da Utilização de Sistemas de Informação Geográficas na Gestão de Redes de Água e Esgoto por Órgãos Municipais nas Mesorregiões de Araçatuba/Bauru (SP). 2010. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, SP, 2011.
- SANEAR. Serviço Colatinense de Meio Ambiente e Saneamento Ambiental. Programa de Desenvolvimento Urbano e Saneamento Ambiental de Colatina. Colatina, ES, 2016.
- The PostgreSQL Global Development Group.