

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRARIAS
ENGENHARIA DE AGRIMENSURA

JAEISSON DO ESPÍRITO SANTO SILVA

**A UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO
GEOGRÁFICO (SIG) COMO FERRAMENTA DE GESTÃO NA
DISTRIBUIÇÃO DA REDE DE ESGOTO NO CONJUNTO JOÃO
SAMPAIO II.**

Rio Largo

2023

JAEISSON DO ESPÍRITO SANTO SILVA

**A UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO
GEOGRÁFICO (SIG) COMO FERRAMENTA DE GESTÃO NA
DISTRIBUIÇÃO DA REDE DE ESGOTO NO CONJUNTO JOÃO
SAMPAIO II.**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia de Agrimensura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Agrimensura.

Orientador(a): Prof^ª. Dr.(a) Rafaela Faciola

Rio Largo

2023

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

S586u Silva, Jaelisson do Espírito Santo.

A utilização do sistema de informação geográfico (SIG) como ferramenta de gestão na distribuição da rede de esgoto no conjunto João Sampaio II / Jaelisson do Espírito Santo Silva. – 2023.

65f.: il.

Orientador(a): Rafaela Faciola.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Agrimensura) – Graduação em Engenharia de Agrimensura, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2023.

Inclui bibliografia

1. Sistema de informação geográfica. 2. Saneamento. 3. Esgoto. I. Título.

CDU: 528.8

JAEISSON DO ESPÍRITO SANTO SILVA

**A UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO
GEOGRÁFICO (SIG) COMO FERRAMENTA DE GESTÃO NA
DISTRIBUIÇÃO DA REDE DE ESGOTO NO CONJUNTO JOÃO
SAMPAIO II**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia de Agrimensura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Agrimensura.

Aprovado em: 02/06/2023

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 RAFAELA FACIOLA COELHO DE SOUZA FEF
Data: 12/06/2023 13:52:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Rafaela Faciola Coelho de Souza Ferreira
(Orientadora)

Documento assinado digitalmente
 MICHELLE ADELINO CERQUEIRA
Data: 12/06/2023 13:30:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Ma. Michele Adelino Cerqueira
(Membro Avaliador Interno)

Documento assinado digitalmente
 JUCIELA CRISTINA DOS SANTOS
Data: 12/06/2023 13:35:19-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a JUCIELA CRISTINA DOS SANTOS
(Membro Avaliador Interno)

Porque dele e por ele, e para ele, são todas as coisas;
glória, pois, a Ele eternamente. Amém.

Romanos 11:36.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, desejo expressar minha gratidão a Deus por ter me presenteado com força, saúde e coragem durante toda minha vida e também durante a graduação.

Em segundo lugar, sou extremamente grato à minha família por todo o suporte, ajuda e dedicação que sempre me ofereceram, mas quero destacar minha imensa gratidão à minha mãe Cláudia, que sempre acreditou em mim e me apoiou em todas as dificuldades que enfrentamos juntos.

Meu pai Josuel também merece ser reconhecido por sempre me incentivar em minha jornada.

Além disso, quero agradecer a meus irmãos Jaemerson e Claudiane por estarem sempre presentes em minha vida - tenho plena consciência de que sem vocês, eu não seria quem sou hoje.

Ao meu querido filho, Miguel Lucca, que chegou em minha vida e desde então tem sido minha fonte de inspiração e motivação, me encorajando a nunca desistir dos meus objetivos, independentemente dos desafios que possam surgir. Miguel é uma criança com autismo, que transborda amor e nos ensina valiosas lições diariamente.

Sou imensamente grato aos meus amigos de graduação e a todos os professores que contribuíram para o meu crescimento pessoal e acadêmico. Em particular, gostaria de expressar minha gratidão à minha orientadora, Rafaela Faciola, que não mediu esforços para me auxiliar na conclusão deste curso.

Agradeço eternamente a todos que participaram, contribuíram e apoiaram de alguma forma a minha jornada.

RESUMO

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) desempenham um papel crucial no planejamento e nas decisões das concessionárias de saneamento, permitindo uma gestão mais eficiente dos recursos e serviços. Este estudo investigou o uso do SIG no contexto do conjunto habitacional João Sampaio II localizado no bairro Benedito Bentes na cidade de Maceió - AL, destacando seu potencial como uma ferramenta para auxiliar as empresas de saneamento básico. A metodologia empregada envolveu a coleta, tratamento e correlação dos dados comerciais relacionados às caixas domiciliares de esgoto, utilizando o software QGIS. Também foram considerados os dados das redes de esgoto e suas estruturas. A partir dos atributos contidos no banco de dados construído, os dados foram categorizados por cores, e criaram-se mapas temáticos. Os resultados revelaram que 88,57% dos imóveis possuem hidrômetro, enquanto 11,43% ainda não possuem. Além disso, constatou-se que 93,21% dos imóveis possuem ligações de esgoto ativas, enquanto 6,79% estão inativas. Observou-se também que o conjunto habitacional é predominantemente residencial. Esta pesquisa permitiu gerar mapas, gráficos e análises que podem subsidiar futuras tomadas de decisão por parte da concessionária de saneamento, além de facilitar a execução de obras por empresas interessadas na região. Uma vez que terão conhecimento da localização das tubulações, evitando assim danos indesejados. Essas informações espaciais fornecem dados valiosos para o planejamento e aprimoramento dos serviços de saneamento, atendendo às necessidades específicas desse conjunto habitacional e contribuindo para uma gestão mais eficiente.

Palavras-chave: Sistema de informação geográfica; Saneamento; Esgoto.

ABSTRACT

Geographic Information Systems (GIS) play a crucial role in the planning and decision-making processes of sanitation utilities, enabling more efficient management of resources and services. This study investigated the use of GIS in the context of the residential complex João Sampaio II located in the Benedito Bentes neighborhood in the city of Maceió, Alagoas, highlighting its potential as a tool to assist basic sanitation companies. The methodology employed involved the collection, processing, and correlation of commercial data related to domestic sewage boxes, using the QGIS software. The data from the sewage networks and their structures were also considered. Based on the attributes contained in the constructed database, the data were categorized by colors, and thematic maps were created. The results revealed that 88.57% of the properties have water meters, while 11.43% do not yet have them. Furthermore, it was found that 93.21% of the properties have active sewage connections, while 6.79% are inactive. It was also observed that the residential complex is predominantly residential. This research generated maps, graphs, and analyses that can support future decision-making by the sanitation utility, as well as facilitate the execution of works by companies interested in the region, as they will have knowledge of the location of the pipelines, thus avoiding undesired damages. These spatial information provide valuable data for the planning and improvement of sanitation services, meeting the specific needs of this residential complex and contributing to more efficient management.

Keywords: Geographic information system; Sanitation; Sewage.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de abastecimento de água.....	25
Figura 2: Funcionamento do Saneamento Básico.	27
Figura 3: Estrutura interna de um SIG.	29
Figura 4 Modelo Geral de Sistemas de Geoprocessamento.	30
Figura 5: Área de estudos: localização do Conjunto João Sampaio II.....	37
Figura 6: Mapa de localização da área de estudos	38
Figura 07: Fluxograma das Etapas do Projeto.....	39
Figura 08: Concepção do Esgotamento Sanitário	40
Figura 09: Projeto do Conjunto João Sampaio II	41
Figura 10: Planilha com Dados Comerciais	42
Figura 11: Desenho de Quadra	42
Figura 12: Exportando as camadas.	43
Figura 13: Importando as camadas.	44
Figura 14: Adicionando o Geocódigo no software QGis.	45
Figura 15:Geocódigo	45
Figura 16: Desenho de quadra.	46
Figura 17: Geocódigo.	47
Figura 18: Tabela com dados das estruturas do saneamento	48
Figura 19: Geocódigo	49
Figura 20: Hidrômetro.....	50
Figura 21: Mapa do Tipo de Ligação	54
Figura 22: Mapa da Situação da Ligação.	56
Figura 23: Mapa da Situação das Categorias.....	58
Figura 24: Análise das Ligações Domiciliar	59
Figura 25: Análise das Redes de Esgotamento.....	60
Figura 26: Análise das Estruturas do Esgoto.....	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Estruturas de saneamento.....	38
Quadro 02: Tipo de ligação.....	50
Quadro 03: Classificação das categorias.....	51

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Tipo de Ligação.....	53
Gráfico 02: Situação da ligação.....	55
Gráfico 03: Situação das categorias.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CECA - Campus de Engenharias e Ciências Agrárias

CTM Cadastro Territorial Multifinalitário

SIG - Sistema de Informações Geográficas

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

OMS - Organização Mundial da Saúde

PV – Poço de Visita

PI – Poço de Inspeção

TL – Terminal de Limpeza

CASAL – Companhia de Saneamento de Alagoas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	17
2.1	OBJETIVO GERAL	17
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	17
3	REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1	O SANEAMENTO BÁSICO.....	18
3.1.1	Estruturação do Saneamento	22
3.1.1.1	<i>Tipos de sistemas de esgoto</i>	23
3.1.2	Sistema de abastecimento de água	24
3.1.3	Esgotamento sanitário	25
3.1.3.1	<i>Rede Coletora</i>	26
3.2	SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICO.....	28
3.2.1	Sistema de Informação Geográfico no Saneamento	33
3.3	CADASTRO TERRITORIAL.....	34
3.4	LOTEAMENTO	35
4	ÁREA DE ESTUDOS	37
5	METODOLOGIA	39
5.1	ESTRUTURA DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	39
5.2	AQUISIÇÃO DE DADOS	40
5.3	ORGANIZAÇÃO DOS DADOS	43
5.4	ESTRUTURAÇÃO DO SIG.....	44
5.4.1	Estruturação das Caixas Coletora de Esgoto	44
5.4.2	Sistematização das Estruturas do Saneamento	47
5.4.3	Estruturação das Redes Coletora de Esgoto	48
5.4.4	Estruturação dos dados para a criação de mapas temáticos	49
5.4.4.1	<i>Análise sobre o tipo de ligação.</i>	49
5.4.4.2	<i>Análise sobre a situação das ligações</i>	50
5.4.4.3	<i>Análise sobre as categorias</i>	51
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
6.1	TIPO DE LIGAÇÃO.....	52
6.2	SITUAÇÃO DA LIGAÇÃO.....	55
6.3	SITUAÇÃO DAS CATEGORIAS	57

6.4	ANÁLISE SOBRE AS LIGAÇÕES DE ESGOTO	59
6.5	ANÁLISE SOBRE AS REDES DE ESGOTO	60
6.6	ANÁLISE SOBRE AS ESTRUTURAS DO ESGOTO.....	61
7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	63
8	REFERÊNCIAS	64

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), o saneamento básico é o controle de fatores do meio físico do homem e que garantem a proteção a agentes nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social de determinada comunidade. Esse controle evidencia uma melhor qualidade de vida, eliminando riscos à saúde da população e conseqüentemente, aumenta as condições ambientais favoráveis a uma boa qualidade de vida. E quando se fala de saneamento se inclui o esgotamento sanitário, o abastecimento de água, coleta e o destino dos resíduos sólidos.

A Constituição Federal estabelece que é de competência comum a todos os entes da administração pública promover programas de construção de moradias e também a melhoria das condições habitacionais referentes ao saneamento básico. Entretanto, tal competência é exercida sem a observância dos princípios da administração pública, sendo um deles a eficiência. A eficiência está ligada a sistemas que possibilitam o controle e também a gestão para tornar a operacionalização mais eficiente.

Haja vista tal ineficiência, surgem diversos sistemas que auxiliam dentro das gestões urbanas e ambientais. O Sistema de Informação Geográfica (SIG), por exemplo, é um sistema computadorizado que se tornou rapidamente uma das ferramentas mais utilizadas para esse feito. Segundo Burrough (1986), o termo SIG é o “Conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real” logo, sua relevância se torna a primeira opção para planejamento e tomada de decisão se concessionárias de saneamento.

No Brasil, a aplicação do SIG's, aconteceu por volta de 1980, quando surgiu a primeira geração de SIG's, programas específicos para geoprocessamento, um trabalho com dados geográficos em um ambiente espacial e que impõe distorção pelo sistema de coordenadas terrestres. Tal sistema de informações geográficas tem a capacidade de armazenar, manipular e visualizar essas informações. A primeira vez utilizado foi em programas para a produção de mapeamento básico, dada a carência de informações sobre todos os tipos de dados, seja no nicho ambiental como urbanos e rurais.

Atualmente, é necessário para a implementação do SIG, a procedência de Geoprocessamento e/ou Sensoriamento Remoto, os softwares mais utilizados e

consolidados no Brasil são: Arc GIS® 11. ESRI; SPRING 5.2.6 -INPE; Quantun Gis 3.-OS GEO; IDRISE® -Clark Labs; ERDAS ®-Exagon Geospatial, MAP INFO ®-Pitney Bowes e o Gv SIG-Conselleria d'Infraestructure i Transports (CIT -Valencia), entre outros (BEZERRA, 2020).

Seguindo a linha do uso de softwares, os modelos de dados, especificamente, como os voltados ao Geoprocessamento e suas ferramentas podem ser classificados como matriciais e vetoriais de representação de dados geográficos/geoespaciais, diante de sua precisão em processamento e análise de dados. Segundo Miranda (2014), no universo de implementação, se usa como dados vetoriais: pontos, linhas, polígonos e *multipatches* (em variados formatos de arquivos digitais cad; shp.) e dados matriciais, também chamados de dados *raster's* (se encontram nos formatos tiff, geo-tiff, jpg) (BEZERRA, 2020).

Na parte de gestão, pode-se promover a integração e equidade do acesso à informação, uma vez que tanto os dados vetoriais como os matriciais produzidos podem ser amplamente divulgados para visualização e análise através de arquivos digitais e que promove a democratização e inclusão geotecnológica dos gestores municipais. Logo, se denota que a união de novos modelos tecnológicos mais uma boa gestão tende a tornar menos burocrático e prático, seja para autoridades ou para a população beneficiária a fiscalização no saneamento.

É neste sentido que os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) assumem um papel muito importante na sociedade atual, caracterizada pela valorização da informação produzida pelo processamento e análise de dados geográficos. Câmara & Medeiros (1998) afirmam que as características dos dados espaciais permitem sua utilização como ferramentas para a produção de mapas, como suporte para a análise espacial de fenômenos, ou como banco de dados espaciais, com armazenamento e recuperação funções da informação espacial. A utilização desses sistemas acompanha a evolução da coleta de dados e das ferramentas de computação.

Segundo Câmara & Medeiros (2003), "As ferramentas computacionais de geoprocessamento, denominadas Sistema de Informação Geográfica (SIG), permitem operações analíticas complexas, combinando dados de diferentes fontes e criando bases de dados georreferenciadas.

Segundo Silveira (2006), a utilização de técnicas de geoprocessamento, por meio da utilização de Sistemas de Informações Geográficas, em sistemas de tratamento de esgoto permite maior eficiência na operação dos sistemas de operação

e manutenção.

Assim, o SIG é um dos instrumentos mais aplicáveis para melhor compreender as variáveis contidas no comportamento das redes de coleta de esgoto. Entretanto, não há rede de coleta de esgoto presente na parte alta de Maceió, até então em 2014, aberto pela CASAL (Companhia Abastecimento de Água e Esgoto de Alagoas), uma licitação pública para a construção e operação de sistemas de saneamento, que contemplaria bairros da Cidade Universitária, Santos Dumont, Clima Bom, Tabuleiro dos Martins, Antares, Santa Lúcia e Benedito Bentes.

Em 2016, se inicia a implantação e a operação dos serviços de esgotamento sanitário para atender mais de 350 mil moradores, com o objetivo de trazer mais saúde e assim diminuir impacto ao meio ambiente. De acordo com a Organização Mundial da Saúde, a cada 1 real investido em saneamento, há uma redução de 4 reais em gastos com a saúde, e tendo assim uma redução nos casos de dengue, cólera, hepatite, leptospirose, virose, febre tifoide, disenteria, parasitoses e demais.

A proposta deste trabalho envolve a elaboração um Sistema de Informação Geográfico, no conjunto João Sampaio, que fica situado no bairro do Benedito Bentes, na cidade de Maceió, capital de Alagoas. Este SIG deve apresentar todas as informações georreferenciada sobre redes de esgoto e cadastros dos clientes. Com este estudo, a concessionária de saneamento poderá ter diversas informações para as equipes de planejamento, como por exemplo: mapas temáticos sobre ligação ativa e inativa, ligação comercial e residencial, com hidrômetro e sem hidrômetro, cortada e ligada, e as questões de viabilidade de grandes empreendimentos.

Portanto, é necessário que haja uma eficiente gestão de dados coletados, mais a disponibilização de informações de forma unificada, haja vista que os setores comercial, operacional e de planejamento tenham sempre acesso aos dados e consiga assim manipular, para que logo após, utilize a plataforma em formato SIG para solucionar tais pendências. Quanto mais sistemático for o saneamento básico, melhor será para as autoridades locais e também em prol da população e ambiente.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Criar um SIG voltado ao saneamento, mais especificamente ao sistema de abastecimento de esgoto, com informações sobre todas as redes coletoras de esgoto e que vise auxiliar a gestão da empresa, além de disseminar informação com os entes públicos de forma unificada, precisa e sempre disponível a empresa.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- UNIFICAR as informações referentes ao operacional e comercial;
- GERAR mapas temáticos sobre a situação da ligação, tipo de ligação, entre outros.
- TRANSFORMAR o SIG como principal plataforma de gerenciamento e análise, para proporcionar uma tomada de decisão mais assertiva.
- ELABORAR uma plataforma de consulta a partir da criação do SIG
- ORGANIZAR os dados apresentados no SIG para facilitar o compartilhamento em outros setores da empresa e para os agentes públicos e população.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O saneamento básico

Segundo Cavinatto (1992), alguns povos antigos desenvolveram técnicas avançadas da época, captando, processando, armazenando e utilizando a água. Os egípcios dominavam técnicas de irrigação agrícola e métodos de armazenamento de água, pois dependiam das cheias do rio Nilo. No Egito, era costume armazenar água durante todo o ano para que a sujeira se depositasse no fundo do recipiente. Embora ainda não se percebesse que muitas doenças eram transmitidas por microorganismos patogênicos, os processos de filtração e armazenamento eliminaram a maioria dessas doenças. Assim, uma pessoa que bebe água "suja" ou não processada pode estar em maior risco de doença.

O autor também diz que tais processos de purificação da água foram descobertos por meio de expedições arqueológicas por meio de inscrições e pinturas em túmulos. Com base no processo de capilaridade, utilizado pelos egípcios, japoneses e chineses, a água passava de vasilha para vasilha por meio de fios de tecido, que removiam as impurezas. Eigenheer (2003) explica que até o final do século XIV, muitas leis relativas à higiene pública se espalharam pela Europa.

Nessas decisões, segundo Holsen (*apud* EIGENHEER, 2003), pode-se observar o seguinte: Uma mudança na situação desastrosa que então existia em termos de higiene nas cidades da Idade Média (...) em geral cidades européias da Idade Média, estradas, calçadas, encanamentos de água, distribuição central de água, iluminação pública e coleta regular de lixo. Durante a Idade Média, a falta de práticas sanitárias agravou-se com a industrialização no final do século XVIII. Os agricultores foram transferidos em grande número para cidades sem infraestrutura, causando muitos problemas de saúde pública e ambientais.

Cavinatto (1992) também diz que na Inglaterra, França, Bélgica e Alemanha, as condições de vida nas cidades eram péssimas. As casas estavam superlotadas e insalubres. O lixo, como entulho e esgoto, era acumulado em contêineres, onde era encaminhado mensalmente para lagoas públicas e, às vezes, jogado nas ruas. Com o rápido crescimento das áreas industriais, os serviços de saneamento básico, como abastecimento de água e limpeza de ruas, não acompanharam essa expansão e, por isso, esse período foi marcado por graves epidemias, como a cólera e a febre tifóide,

disseminadas por água contaminada. e isso causou milhares de vítimas e a Peste Negra, disseminada pela pulga, animal que é atraído pela sujeira.

Ainda segundo Cavinatto (1992), o Brasil do século XX. No século XVI, os jesuítas foram surpreendidos pelas excelentes condições de vida dos nativos. No entanto, quando os colonos e os negros chegaram, várias doenças se espalharam rapidamente, os nativos não tinham defesas naturais em seus corpos. Doenças como varíola, tuberculose e sarampo causaram epidemias que muitas vezes matavam índios. Junto com os colonos, suas doenças e culturas, veio a preocupação com a higiene com a limpeza de ruas e quintais, e a construção de poços em logradouros para distribuição de água ao povo, transportada em embarcações pelos escravos. Com a chegada da família real em 1808, houve um desenvolvimento significativo dos serviços de saneamento, conforme descrito por Cavinatto (1992):

Foram estabelecidos regulamentos para regulamentar os portos e impedir a entrada de navios com pessoas doentes. O Brasil foi um dos primeiros países do mundo a utilizar redes de captação de água da chuva. Porém, o sistema foi instalado apenas no Rio de Janeiro e atendia a área da cidade onde vivia a aristocracia. Arcos da Lapa foi o primeiro aqueduto construído no Brasil em 1723. Segundo a cultura europeia presente no Brasil no século XVII. No século 19, até as casas mais sofisticadas eram construídas sem banheiros.

Os escravos, chamados de tigres, carregavam os potes e barris cheios de esgoto para os rios, onde eram lavados para que pudessem ser usados novamente. As condições de saúde nas cidades eram piores do que no campo e continuavam piorando. Segundo Cavinatto (1992), entre 1830 e 1840 reapareceram epidemias de cólera e tifo. Porém, após o fim da escravidão em 1888, não havia mais pessoas para transportar o lixo e outras soluções tiveram que ser encontradas para o saneamento no Brasil. A partir das descobertas de Pasteur, foi possível compreender certos mecanismos de transmissão de doenças e, diante da necessidade, os governos passaram a investir em atividades e pesquisas médicas e científicas.

Segundo Cavinatto (1992), inicialmente a Inglaterra e outros países europeus fizeram grandes mudanças na saúde. Para retirar os esgotos e resíduos que se acumulavam nos prédios, foi utilizado o esgoto líquido, semelhante ao de hoje, transportando os dejetos até as calhas pluviais. Porém, o esgoto era lançado em tal quantidade, assim como o lixo e os resíduos das indústrias que aumentavam em

quantidade, que os rios ficavam cada vez mais poluídos e espalhavam mau cheiro e doenças pela cidade.

Segundo Cavinatto (1992), no início dos anos 20, o higienista Oswaldo Cruz¹, diretor-geral de saúde pública do governo federal, iniciou uma luta no Rio de Janeiro tentando eliminar as doenças epidêmicas. Para eliminar criadouros de insetos e infestações de roedores, sua equipe usou todos os métodos disponíveis para limpar mansões, estradas e terrenos. A campanha teve sucesso, porém, enfrentou polêmica, pois a maioria das pessoas não acredita que os animais possam transmitir doenças. Outro destaque é o Eng. Saturnino de Brito², considerado o Gerente de Engenharia Sanitária e Ambiental do país. Até 1930, as capitais contavam com diversos projetos de saneamento idealizados por Saturnino de Brito, como sistemas de distribuição de água e coleta de esgoto.

É possível destacar os canais de drenagem de Santos (1907), que foram construídos para evitar a proliferação de insetos em áreas alagadas e ainda hoje são utilizados. Os problemas de saúde pública e a poluição ambiental obrigaram a humanidade a encontrar soluções de saneamento para coleta e tratamento de esgoto, para fornecer água potável para consumo humano, coleta e tratamento de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais.

Com o avanço da ciência e da tecnologia, atualmente existem diversas estratégias para solucionar os problemas de saúde. Mas o crescimento da população, suas necessidades e seu consumo, também aumenta a poluição do meio ambiente. Por exemplo, a água de boa qualidade para consumo humano está se tornando cada vez mais escassa, e os problemas de saneamento estão se tornando mais difíceis de resolver, pois é mais caro implementar e manter a infraestrutura.

A água potável é a água própria para consumo humano. Para ser considerado como tal, ele deve atender aos padrões de portabilidade. Se contiver material que não respeite estas normas, é considerado impróprio para consumo humano. Indicadores dessa poluição orgânica são compostos nitrogenados, oxigênio gasto e cloretos. Segundo Barros et al. (1995), o Sistema de Abastecimento de Água representa “um conjunto de atividades, equipamentos e serviços destinados a fornecer água potável à comunidade para uso doméstico, serviços públicos, uso industrial e outros usos”. A água é uma parte essencial da vida.

O homem necessita de água em quantidade e quantidade suficiente para atender às suas necessidades, proteger sua saúde e promover o desenvolvimento

econômico. Para a água, a melhor solução é uma solução coletiva, exceto nas comunidades rurais mais remotas. Os componentes de um Sistema Público de Água são: o reservatório; promoção (transporte); tratamento; reserva (armazenamento) e distribuição (LEAL, 2008).

O sistema de esgotos sanitários é o conjunto de obras e instalações que propicia coleta, transporte e afastamento, tratamento, e disposição final das águas residuárias, de uma forma adequada do ponto de vista sanitário e ambiental. O sistema de esgotos existe para afastar a possibilidade de contato de dejetos humanos com a população, com as águas de abastecimento, com vetores de doenças e alimentos.

Com a construção de um sistema de esgotos sanitários em uma comunidade procura-se atingir os seguintes objetivos: afastamento rápido e seguro dos esgotos; coleta dos esgotos individual ou coletiva (fossas ou rede coletora); tratamento e disposição adequada dos esgotos tratados, visando atingir benefícios como conservação dos recursos naturais; melhoria das condições sanitárias locais; eliminação de focos de contaminação e poluição; eliminação de problemas estéticos desagradáveis; redução dos recursos aplicados no tratamento de doenças; diminuição dos custos no tratamento de água para abastecimento (LEAL, 2008).

Segundo Cavinatto (1992), desde a antiguidade o homem aprendeu intuitivamente que a água poluída por dejetos e resíduos podia transmitir doenças. Há exemplo de civilizações, como a grega e a romana, que desenvolveram técnicas avançadas para a época, de tratamento e distribuição da água. A descoberta de que seres microscópicos eram responsáveis pelas moléstias só ocorreu séculos mais tarde por volta de 1850, com as pesquisas realizadas por Pasteur e outros cientistas. A partir de então descobriu-se que mesmo solos e águas aparentemente limpos podiam conter organismos patogênicos introduzidos por material contaminado ou fezes de pessoas doentes. Como explica Cavinatto (1992): Evitar a disseminação de doenças veiculadas por detritos na forma de esgotos e lixo é uma das principais funções do saneamento básico.

Consumo, produção de resíduos sólidos e danos ambientais Segundo Zacarias (2000), a sociedade atual é uma grande sociedade onde domina a produção e a distribuição em massa de produtos e serviços. O consumo desnecessário, o aumento da produção e o descarte de resíduos contribuem para um dos mais graves problemas ambientais do mundo atual: o esgotamento e a poluição dos recursos

naturais. Os resíduos domésticos, fruto de uma sociedade de consumo, são hoje uma das maiores preocupações ambientais e um problema nas cidades de todo o mundo.

Porém, segundo Zacarias (2000), no Brasil convivemos com muitos resíduos que produzimos. Segundo informações do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT (2007), 140.911 toneladas de resíduos são produzidas diariamente no país. Deste montante, estima-se que cerca de 40 por cento não são recolhidos. A maior parte da parte acumulada tem localização inadequada, como sua descarga em córregos, rios, praias, encostas e canais, além de lixões a céu aberto. O problema é complicado pelo aumento de produtos descartáveis – plástico, alumínio, vidro – e pela presença cada vez maior de materiais tóxicos como solventes, tintas, baterias, etc.

3.1.1 Estruturação do Saneamento

A Constituição brasileira, por meio da Lei nº 14.026/2020, assegura o direito ao saneamento básico no país. Essa lei estabelece os princípios fundamentais para a prestação dos serviços públicos de saneamento básico, que incluem abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo dos resíduos sólidos e, nas áreas urbanas, os serviços de drenagem e manejo das águas pluviais. Esses serviços são executados com ênfase na adequação à saúde pública, conservação dos recursos naturais e proteção do meio ambiente.

Segundo a Lei nº 14.026/2020, saneamento básico é o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais relacionados a:

- I. Abastecimento de água potável: compreende as operações e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e seus instrumentos de medição.
- II. Esgotamento sanitário: instalações operacionais necessárias à coleta, ao transporte, ao tratamento e à disposição final adequados dos esgotos sanitários. Isso engloba desde as ligações prediais até a destinação final dos esgotos, seja para produção de água de reúso ou para o lançamento adequado no meio ambiente.
- III. Resíduos sólidos: englobam as atividades, infraestruturas e instalações operacionais necessárias para a coleta, varrição manual e mecanizada,

asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana.

- IV. Águas pluviais: compostas pelas atividades, infraestrutura e instalações operacionais relacionadas à drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para controlar o fluxo de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas. Essas atividades incluem a limpeza e a fiscalização preventiva das redes.

3.1.1.1 *Tipos de sistemas de esgoto*

De acordo com Tsutiya e Sobrinho (2011), existem três tipos de sistemas de esgoto, são eles:

- I. Sistema de esgotamento unitário: caracterizado pelo transporte conjunto das águas residuárias (domésticas e industriais), águas de infiltração (água subterrânea que penetra no sistema por meio de tubulações e acessórios) e águas pluviais por um único sistema.
- II. Sistema de esgotamento separador parcial: caracterizado pelo encaminhamento conjunto de uma parte das águas pluviais, provenientes de telhados e pátios das residências, juntamente com as águas residuárias e águas de infiltração do subsolo, para um único sistema de coleta e transporte dos esgotos.
- III. Sistema separador absoluto: caracterizado pela segregação total das águas residuárias (domésticas e industriais) e das águas de infiltração (água subterrânea que penetra por meio de tubulações e componentes acessórios), que constituem o esgoto sanitário, em um sistema independente denominado sistema de esgoto sanitário. As águas pluviais são coletadas e transportadas por um sistema de drenagem pluvial completamente distinto e independente.

No Brasil, o sistema separador absoluto é amplamente utilizado, pois promove a separação completa entre o esgoto e as águas pluviais. Essa separação traz

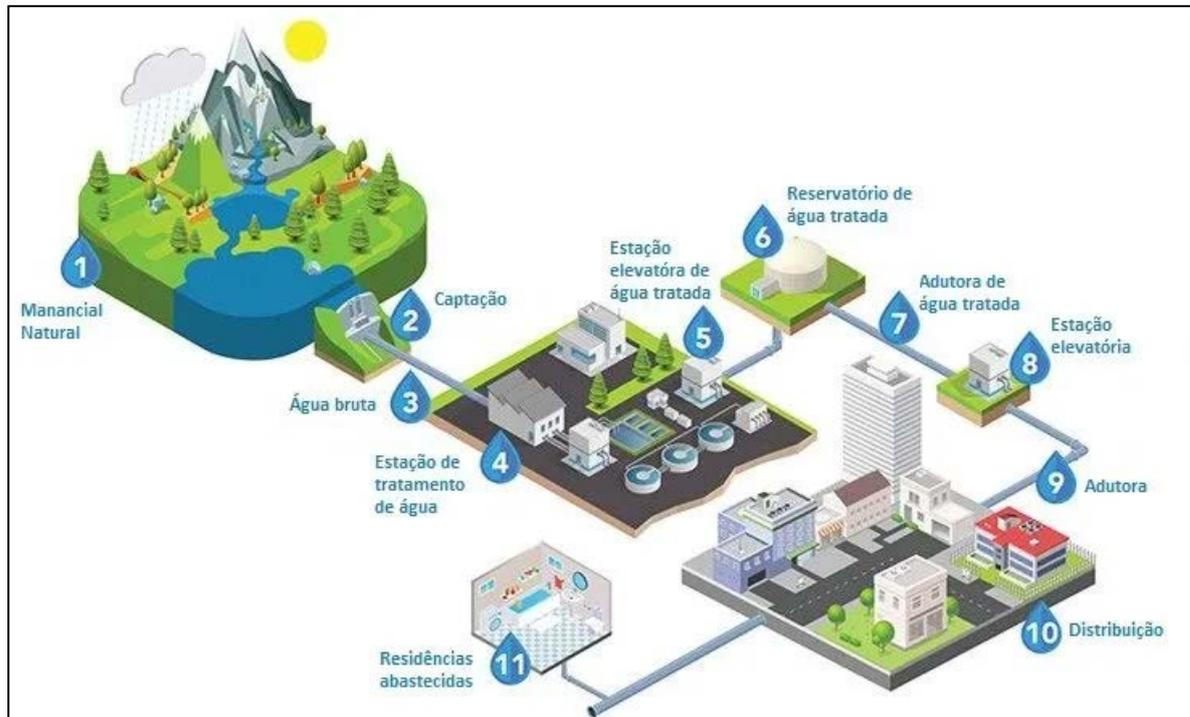
vantagens significativas, como a redução de custos devido à diminuição da quantidade de resíduos a serem tratados.

3.1.2 Sistema de abastecimento de água

Um sistema de abastecimento de água engloba um conjunto de infraestruturas, equipamentos e serviços projetados para fornecer água potável para uso doméstico, industrial, público e outros fins. Segundo Eos 2017, esse sistema passa por sete fases até chegar ao consumidor final. São estas:

- I. **Manancial:** é a fonte de onde a água é retirada.
- II. **Captação:** essa fase engloba os equipamentos e instalações responsáveis por retirar a água do manancial e direcioná-la para o sistema de abastecimento.
- III. **Adução:** é a tubulação que conecta a captação ao tratamento e/ou à rede de distribuição. Pode operar por gravidade ou recalque.
- IV. **Tratamento:** o processo de tratamento dentro de uma estação de tratamento de água (ETA) varia de acordo com a qualidade da água captada. No entanto, todos os sistemas têm pelo menos tratamento com cloro e flúor.
- V. **Reservatório:** armazena água para atender demandas de emergência, manter pressão constante na rede e lidar com variações de consumo de acordo com os hábitos da comunidade, clima e qualidade da água.
- VI. **Rede de distribuição:** transporta água do reservatório para os consumidores.
- VII. **Ramal domiciliar:** é a conexão da rua para a residência.

Figura 1: Sistema de abastecimento de água.



Fonte: ALFACOMP (<https://alfacomp.net/2019/04/18/abastecimento-de-agua>).

Segundo Vieira (2011), O uso de sistemas de informação geográfica (SIG) permite uma melhor gestão dos sistemas de abastecimento de água. Os SIG são ferramentas que armazenam, integram e analisam informações espaciais, possibilitando soluções para desafios enfrentados pelas entidades gestoras. Isso inclui a localização de novos ramais, condutas distribuidoras, identificação de clientes afetados durante intervenções na rede, entre outros. No entanto, é necessário que as entidades gestoras possuam ou estejam dispostas a criar o cadastro das redes de abastecimento e compreendam o funcionamento dos sistemas para que os SIG possam ser efetivamente utilizados.

3.1.3 Esgotamento sanitário

A utilização da água para o abastecimento resulta na produção de esgoto, o qual requer uma coleta e tratamento adequados para evitar a contaminação das águas superficiais, do solo e das águas subterrâneas. O correto tratamento do esgoto é de extrema importância para preservar a saúde pública e proteger o meio ambiente. No contexto brasileiro, o manejo eficiente do esgoto é um dos principais desafios enfrentados pelo setor de saneamento básico.

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), apenas 55% da população possui esgotamento sanitário adequado. Destes 43% são coletados e tratados e 12% da população utilizam-se de fossas sépticas. São equivalentes a 94 milhões de pessoas sem coleta e esgoto tratado.

Segundo Nuvolari (2011), a implantação de um sistema de esgotamento sanitário em uma cidade pode ser justificada por quatro aspectos fundamentais: a promoção de condições higiênicas, melhoria das condições sociais, benefícios econômicos e a preservação ambiental.

Segundo Costa (2012) na perspectiva higiênica do saneamento básico visa prevenir, controlar e erradicar doenças transmitidas pela água, que são responsáveis pelos altos índices de mortalidade infantil. Na parte social, o saneamento tem por objetivo melhorar a qualidade de vida da população Costa (2012).

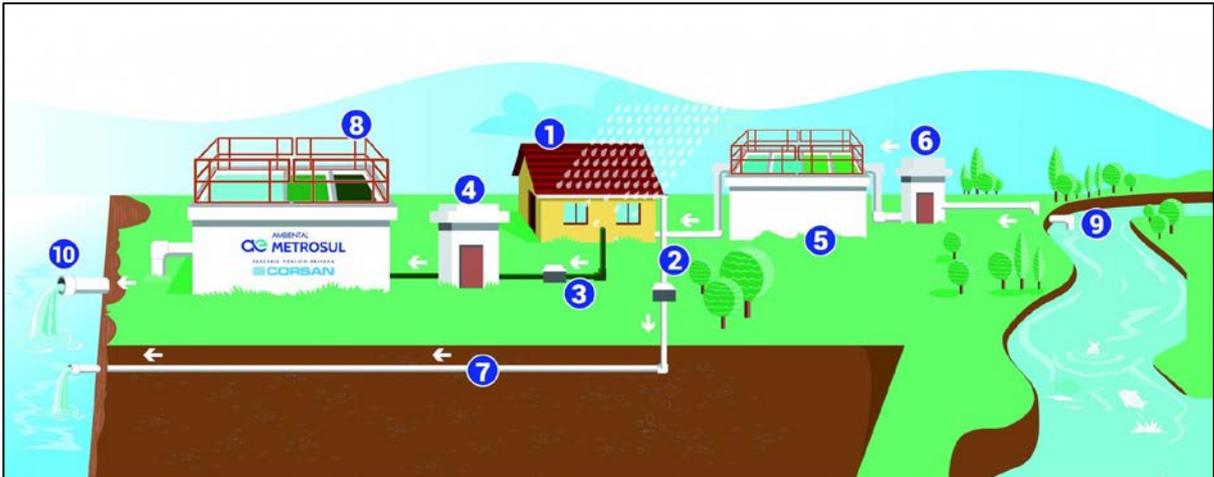
No contexto econômico, a implantação de um sistema de esgotamento sanitário pode trazer benefícios como o aumento da produtividade e a melhoria do meio ambiente. Esse impacto positivo é especialmente importante para os recursos hídricos, já que a água é utilizada em atividades como irrigação, pesca e abastecimento, e sua preservação pode impulsionar o desenvolvimento econômico de uma região Costa (2012).

Uma das principais vantagens da implantação de sistemas de esgotamento sanitário é a preservação ambiental, incluindo a proteção de mananciais, da fauna e da flora, tanto terrestres quanto aquáticos, bem como a prevenção da poluição e da degradação do solo. Essa preservação é fundamental para manter a saúde do ecossistema e garantir um equilíbrio sustentável no ambiente Costa (2012).

3.1.3.1 *Rede Coletora*

A rede coletora de esgoto é composta por um sistema de tubulações que tem como objetivo receber e transportar os efluentes provenientes de setores comerciais, públicos e edifícios.

Figura 2: Funcionamento do Saneamento Básico.



Fonte: JORNALNH (<https://www.jornalnh.com.br/noticias/regiao/2021/06/16/como-funciona-o-sistema-de-tratamento-de-esgoto.html>).

Descrito por Tsutiya e Sobrinho (2011), a rede coletora de esgoto é composta por diferentes partes que têm funções específicas. Essas partes são definidas da seguinte forma:

- Ramal: é o trecho do coletor que se estende desde o limite do terreno até o coletor de esgoto.
- Coletor de esgoto: é a tubulação responsável por receber o esgoto proveniente dos coletores prediais em qualquer ponto ao longo de sua extensão.
- Órgãos acessórios são componentes importantes da rede coletora de esgotamento sanitário, pois ajudam a evitar ou minimizar entupimentos e obstruções nas tubulações, que podem ocorrer devido à presença de sólidos no esgoto e à baixa declividade das canalizações. Esses dispositivos são instalados nos pontos singulares das tubulações, como início de coletores, mudanças de direção, declividade, diâmetro, material e junção de tubulações, e permitem o acesso de pessoas ou equipamentos para manutenção. São estes:
 - a) Terminal de Limpeza (TL): é um tipo de tubo que pode ser usado para permitir a introdução de equipamentos de limpeza, ao mesmo tempo em que substitui o poço de visita e marca o início dos coletores.

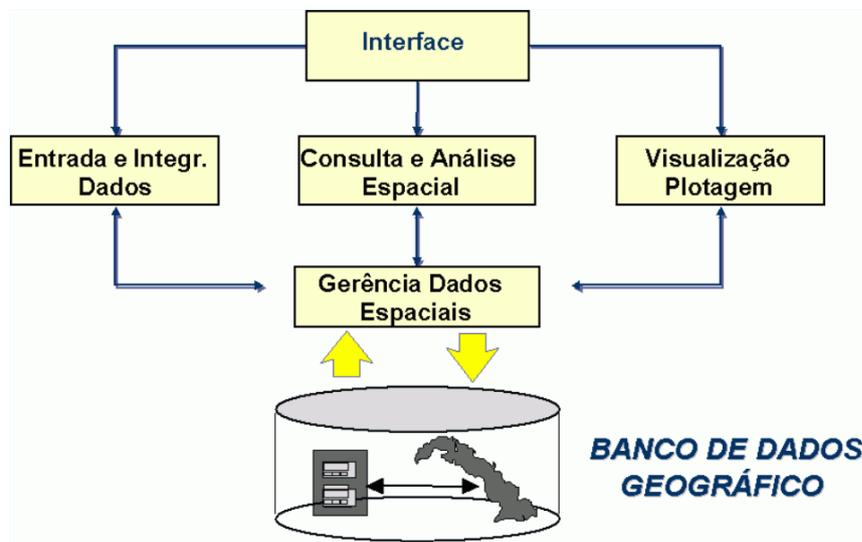
- b) Poço de Visita (PV): é um dispositivo fixo com uma câmara visitável através de uma abertura em sua parte superior, utilizado para manutenção e inspeção de tubulações subterrâneas.
- c) Poço de Inspeção (PI): é um dispositivo fixo utilizado para inspeção e introdução de equipamentos de desobstrução e limpeza dos coletores. Podendo substituir o poço de visita.
- Emissário: se refere a uma tubulação que tem como finalidade transportar esgotos para um local adequado, como uma estação de tratamento ou um ponto de lançamento, sem receber outras entradas ao longo do caminho. Esses emissários podem ser compostos por tubulações de descarga de estações elevatórias (emissário de recalque ou Linha de Recalque), interligações de coletores de esgoto e interceptores ou ainda a própria tubulação de descarga de uma estação de tratamento.
 - Estação Elevatória de Esgoto (EEE): é um conjunto de instalações projetado para transferir os esgotos de uma cota mais baixa para outra mais alta.
 - Estação de Tratamento de Esgoto (ETE): é um conjunto de instalações destinadas a purificar os esgotos antes de serem lançados.

3.2 Sistema de Informação Geográfico

As geotecnologias, são ferramentas cada vez mais utilizadas, não somente por grandes instituições e prefeituras, mas também por empresas que buscam o seu apoio para auxiliar nas tomadas de decisões que vão desde a localização estratégica para a sua implantação, até a criação de um banco de dados que aponta o perfil e a localização de seus clientes em potencial.

Um Sistema de Informação Geográfica (SIG) é um conjunto de ferramentas que permite a manipulação, análise e gerenciamento de dados geográficos, como topografia, clima, vegetação, entre outros. A estrutura interna desse tipo de sistema é composta por diversas funcionalidades que permitem a inserção e edição de dados, visualização de informações e produção de mapas. Esses dados são armazenados em um banco de dados e gerenciados por uma unidade específica. Além disso, o SIG possui uma interface de comunicação direta com o usuário, permitindo que ele interaja com as informações de maneira fácil e intuitiva.

Figura 3: Estrutura interna de um SIG.



Fonte: INPE (http://www.dpi.inpe.br/~carlos/Academicos/Cursos/Pdi/pdi_spring.html)

Assim os SIG, são ferramentas que podem ser encontradas de diversas formas de acordo com a necessidade de gestão, por exemplo, ademais, as SIG podem ser encontradas:

1) SIG é “qualquer conjunto de procedimentos manuais ou baseado sem computador, destinados a armazenar e manipular dados referenciados geograficamente”. (ARONOFF, 1989);

2) SIG é “um sistema de informações baseado em computador, que permite a captura, modelagem, manipulação, recuperação, análise e apresentação de dados georreferenciados”. (WORBOYS, 1995);

3) SIG's constituem "um conjunto de ferramentas para coleta, armazenamento, recuperação, transformação e exibição de dados espaciais do mundo real para um conjunto particular de propósitos". (BURROUGH, 1998).

A utilização da tecnologia de SIG é relativamente nova. Nos últimos anos, o SIG se tornou, especialmente, a regra para muitos usuários no uso de gestão territorial e ambiental. Os SIG's podem trabalhar dados extremamente complexos e grandes, que pode processar em segundos e fornecer informação sofisticada relacionada à informação espacial (BEZERRA, 2020).

Na aquisição de um SIG se deve observar as seguintes questões: garantir o poder de trabalhar e processar uma quantidade extremamente grande de dados e ser compatível com a maioria dos outros sistemas computacionais. Se deve sempre

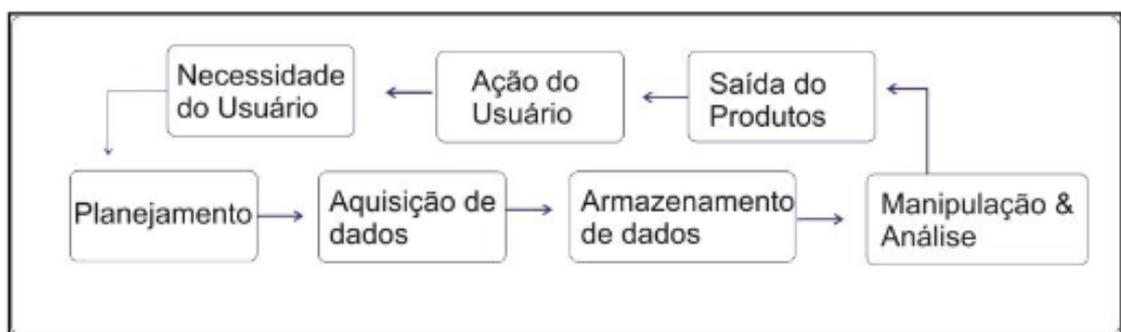
destacar que um SIG é concebido para trabalhar com dados referenciados dado por coordenadas geográficas ou espaciais (MIRANDA, 2015).

Em breves palavras, um SIG é um sistema de bases de dados com capacidade suficiente e específicas para lidar com dados espacialmente referenciados, como um sistema de saneamento, bem como unido a conjunto de operações para trabalhar com a informação espacial, utilizando o mapa do local. Destarte, um SIG pode ser pensado como um mapa de ordem superior, por exemplo.

Contudo, perceber e administrar esta organização espacial é um grande desafio. Os SIG's devem auxiliar de maneira prática, pois a sua utilização no campo do saneamento deve se basear no domínio interativo da informação espacial daquela região. Se caracteriza como um instrumento útil para o planejamento e gestão do território, onde será adicionado a atividade de saneamento básico, como também voltada a promoção e exploração de determinado destino. A utilidade desta ferramenta no planejamento deriva tanto do processo de produção e gestão, quanto de informação da área escolhida (BEZERRA, 2020).

Assim, se implementa uma cartografia temática diversificada, fácil de consultar e também de atualizar, que responda a uma variada de gamas de fins operativos de como pode ser o planejamento de um espaço de tratamento, permitindo trabalhar com uma enorme quantidade de dados, facilita o domínio da informação e sua capacidade de divulgação. O SIG assim passa a ter um modelo geral de processamento “padrão” que pode ser utilizado para então análise de acordo com cada gestão e o que se vai trabalhar. Como a presente pesquisa trata de saneamento, é necessário se analisar o modelo de SIG e o adequar de acordo com os problemas que se encontram no conjunto do João Sampaio II, mais as soluções e configurações para tal (MIRANDA, 2015).

Figura 4 Modelo Geral de Sistemas de Geoprocessamento.



Fonte: BEZERRA, J. P. P., Leal, A. C., & Nunes, R. S. (2020).

O potencial da aplicação do SIG nesses campos reside na quantidade de informação geográfica que pode ser colocada ao alcance do usuário a uma distância remota, mediante a utilização de redes de comunicação entre computadores, conhecida como web e que permite utilizar o SIG de qualquer parte do mundo.

Deste modo, uma grande quantidade de informação sobre um destino ou região que tenha o saneamento de redes de esgoto pode ser encontrada desde um computador ligado à internet, a sistemas integrados de órgãos públicos sobre determinada região.

O benefício ainda pode ser maior, como por exemplo se o SIG é oferecido em um portal de rede, como é o caso de uma página da web, em que o usuário/população pode selecionar a rede de saneamento desejada e obter uma informação relativa a condições, vistorias, fiscalizações e contribuições, além de monitoração (MIRANDA, 2015).

A possibilidade de dispor de uma informação considerável e importante a qualquer hora, a um clique de uma resposta, deixando os usuários cada vez mais bem informados, por isso, novas tecnologias a serviço de monitoramento e exploração da informação geográfica propiciam novas fórmulas de análise, que se ajusta aos perfis de demanda, um aspecto que exige um esforço profissional dentro da gestão (DOS SANTOS, 2019).

Se pode afirmar que os recursos de multimídia e hipermídia, relacionados com o SIG, podem ser o incentivo para a uma boa gestão, pois a informação em tempo real de cunho geográfico pode ser oferecida de forma mais volátil e ser levada a qualquer lugar.

A aplicação da cartografia digital e dos SIG's em temas de ordenamento e planejamento territorial é uma das linhas mais usuais e onde se observa um grande número de estudos realizados. As grandes bases de dados georreferenciados se constituem no instrumento mais apropriado para as tarefas de análise territorial, planejamento de uso do solo, gestão de recursos, prevenção de riscos, localização de equipamentos, entre outros aspectos de conteúdo espacial (BEZERRA, 2020).

Os SIG's podem atender a necessidade de elaborar planos integrados para os processos de ordenamento e reordenamento de saneamento no território. Com esta operacionalidade dos SIG's, é possível dispor de um sistema de cartas digitais de informações geográficas, relativas a cada um dos níveis de trabalho indicados. Com

a possibilidade de estabelecer relações entre elas, mediante a superposição gráfica e topológica, além dos seus vínculos com uma extensa série de tabelas de dados alfa numéricos associados, com um *software* avançado e preciso (MIRANDA, 2015).

Deste modo, é possível obter a informação requerida em formato cartográfico ou como informe estatístico, com a vantagem de considerar a produção de uma nova informação gráfica e alfanumérica, a partir dos níveis básicos dos dados de que dispõe o sistema. Por exemplo, a relação da informação da região do litoral do estado de Santa Catarina com a localização dos pontos de coleta de água para obtenção das condições de balneabilidade, cruzada com a da carta da dinâmica das correntes marinhas, irá mostrar o deslocamento dos poluentes (BURROUGH, 1998).

Segundo SHAMSI (2005), o SIG aumenta a produtividade e a eficiência, economizando tempo e dinheiro. Melhora a qualidade de vida ao simplificar tarefas rotineiras, como registros de manutenção e reclamações de clientes. As ferramentas do SIG estão mais amigáveis e acessíveis. Governos e serviços públicos utilizam o SIG para análise e solução de problemas de forma mais rápida.

O SIG otimiza a gestão de ativos e clientes em empresas de água e esgoto. Melhora o planejamento, operação e manutenção das instalações, proporcionando maior eficiência. Os dados são recuperados, analisados e mantidos de forma mais eficiente, permitindo decisões mais informadas e rotinas aprimoradas SHAMSI (2005).

Ao longo do tempo, as entidades responsáveis pela gestão acumulam uma vasta quantidade de informações e enfrentam desafios na sua administração. Torna-se essencial disponibilizar esses dados aos diversos setores, uma vez que cada um possui necessidades específicas. Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) permitem armazenar todas as informações em um banco de dados e disponibilizá-las de maneiras variadas, como mapas, relatórios e gráficos, atendendo às demandas de cada setor. A comunicação entre os bancos de dados de clientes, medidores e redes de distribuição torna-se crucial, pois é necessário obter informações diversas associadas à localização geográfica VIEIRA (2011).

Um benefício adicional dos SIG é a redução do uso de informações em papel armazenadas pelas organizações devido à necessidade contínua de cartografia e outros dados relevantes para a gestão das redes de distribuição. Os SIG permitem o armazenamento e acesso facilitado a essas informações. Além disso, devido à sua abrangência, os SIG auxiliam os tomadores de decisão ao fornecerem acesso às

informações necessárias, com a vantagem adicional de uniformizá-las SHAMSI (2005).

Portanto, passa a ser necessário a aliança da SIG junto ao saneamento básico adequado, não só para questões de gestão, como também para utilizar medidas preventivas que afetem no controle dos fatores de risco ambientais, para que possa cada vez mais contribuir com a qualidade de vida da população do conjunto João Sampaio II.

3.2.1 Sistema de Informação Geográfico no Saneamento

De acordo com Dorca et al. (2006), sistema de informação geográfica (SIG) são:

“uma forma eficaz de interligar estas informações a uma base espacial. tais sistemas permite não somente relacionar dados de caráter geográfico (ou espacial), a dados alfanuméricos, como também atualizar estes dados de uma maneira simples através de uma interface gráfica amigável (na maior parte das vezes).”

O SIG pode ser utilizado para fazer previsões e simulações, trazendo uma tomada de decisão mais assertiva por parte dos gestores. Segundo Costa (2007), o SIG possui diversas aplicações na administração de áreas urbanas, incluindo a habilidade de apresentar informações georreferenciadas que facilitam a análise da rede de distribuição de água. Isso é de extrema importância para a qualidade do serviço prestado pela empresa de saneamento, pois permite a identificação de problemas e pontos críticos na rede, possibilitando uma tomada de decisão mais precisa e efetiva para a manutenção da rede de distribuição de água.

Ao utilizar as funcionalidades presentes no Sistema de Informação Geográfica (SIG), é possível aprimorar a prestação dos serviços fornecidos pela empresa de saneamento, gerando reduções de custos tanto para os consumidores quanto para a própria empresa. O SIG facilita a atualização do cadastro de clientes de forma mais eficiente, ajuda na análise de possíveis mudanças para conservação e expansão do sistema, contribui para a redução das perdas nas tubulações e permite a diminuição de mão de obra. Adicionalmente, o SIG é capaz de identificar com precisão e confiabilidade elementos que possam gerar distúrbios ou prejudicar o processo de distribuição de água (Albuquerque, 2020).

Considerando o Sistema de Informações Geográficas (SIG) aplicado ao setor de saneamento, há um exemplo relevante referente à distribuição da rede de água na região de Farol, em Maceió/AL (Albuquerque, 2020). O autor enfatizou a relevância desse SIG para a Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL), demonstrando ainda a integração dos dados com o cadastro da prefeitura municipal de Maceió.

Já o autor Silva (2021), apresentou em seu estudo um sistema de informações geográficas que serviu como suporte para o ordenamento territorial no âmbito dos sistemas de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário no município de Fernando, situado no estado do Rio Grande do Norte. O autor enfatizou, por meio desse sistema, que a análise qualitativa proporcionou uma compreensão mais precisa em comparação à abordagem quantitativa. Isso se deve ao fato de que a simples existência de uma rede de distribuição de água não é suficiente, uma vez que o abastecimento pode ser interrompido ou até mesmo paralisado.

3.3 Cadastro Territorial

O Cadastro Territorial (CT) é uma ferramenta que permite integrar informações georreferenciadas de diversas fontes para auxiliar na gestão do território e do meio ambiente em diferentes escalas, desde a local até a nacional. Esse cadastro tem múltiplas finalidades, como no planejamento urbano, na gestão de ativos naturais, no monitoramento ambiental e em outras atividades relacionadas.

De acordo com o dicionário Aurélio (1986), o Cadastro consiste no "Registro público dos bens imóveis de um território". Ao longo da história, o cadastro evoluiu para atender às necessidades de registros fiscais no setor público e de registros jurídicos no setor privado, como também para o planejamento urbano. Segundo Antunes (2004) "O cadastro quando além das funções legal e fiscal ainda serve como base de dados ao planejamento é denominado de multifinalitário".

Segundo Pereira (2009), A principal característica de um Cadastro Técnico Multifinalitário – CTM é uma ferramenta que permite o conhecimento do território, através do uso de um software com banco de dados público sobre as propriedades municipais. Ele oferece uma visualização organizada e dinâmica, utilizando a cartografia de alta qualidade, possibilitando a otimização dos processos presentes na dinâmica urbana.

Conforme Antunes (2004) o Cadastro se divide em:

- Fiscal: onde o objetivo é identificar a propriedade, o seu valor e a quem pertence. Levando em consideração o seu valor a partir de sua localização, seu valor histórico, benfeitorias e sua geometria.

- Jurídico: relaciona-se ao registro da propriedade ou imóvel.

- Multifinalitário: refere-se fortemente ao planejamento urbano, pois tem objetivo de unificar diversas aplicações, servindo de base para tomada de decisões.

O saneamento básico requer um cadastro técnico eficiente e atualizado para garantir a saúde e o bem-estar das comunidades. Esse cadastro contém informações detalhadas dos clientes, como nome, endereço, CPF, número do hidrômetro e localização. Ao ser registrado em um banco de dados dedicado, ele se torna uma ferramenta valiosa para a equipe responsável pelo planejamento e operação do saneamento básico.

Segundo Albuquerque (2020), o cadastro territorial desempenha um papel fundamental no auxílio e gerenciamento territorial de um município, pois é responsável por coletar e registrar dados que viabilizam o cadastramento de imóveis.

Esse cadastro é essencial para uma gestão eficiente dos serviços. Com essas informações, a equipe pode planejar ações com maior precisão, como dimensionar os recursos necessários para abastecimento de água e coleta de esgoto de acordo com a demanda de cada área. Além disso, o cadastro permite identificar problemas e necessidades específicas de cada cliente, facilitando o monitoramento e a manutenção dos hidrômetros.

Outra vantagem do cadastro técnico é a emissão de faturas de consumo de água de forma precisa, além de auxiliar na detecção de possíveis irregularidades, como ligações clandestinas. Portanto, um cadastro eficiente e atualizado é indispensável para a implementação adequada do saneamento básico, contribuindo para a eficiência e a qualidade dos serviços prestados à população

3.4 Loteamento

O loteamento é o processo de subdivisão de uma gleba em lotes destinados à construção, o qual envolve a abertura de novas vias de circulação, a criação de logradouros públicos ou a extensão, modificação ou ampliação das vias já existentes (BRASIL, 1979).

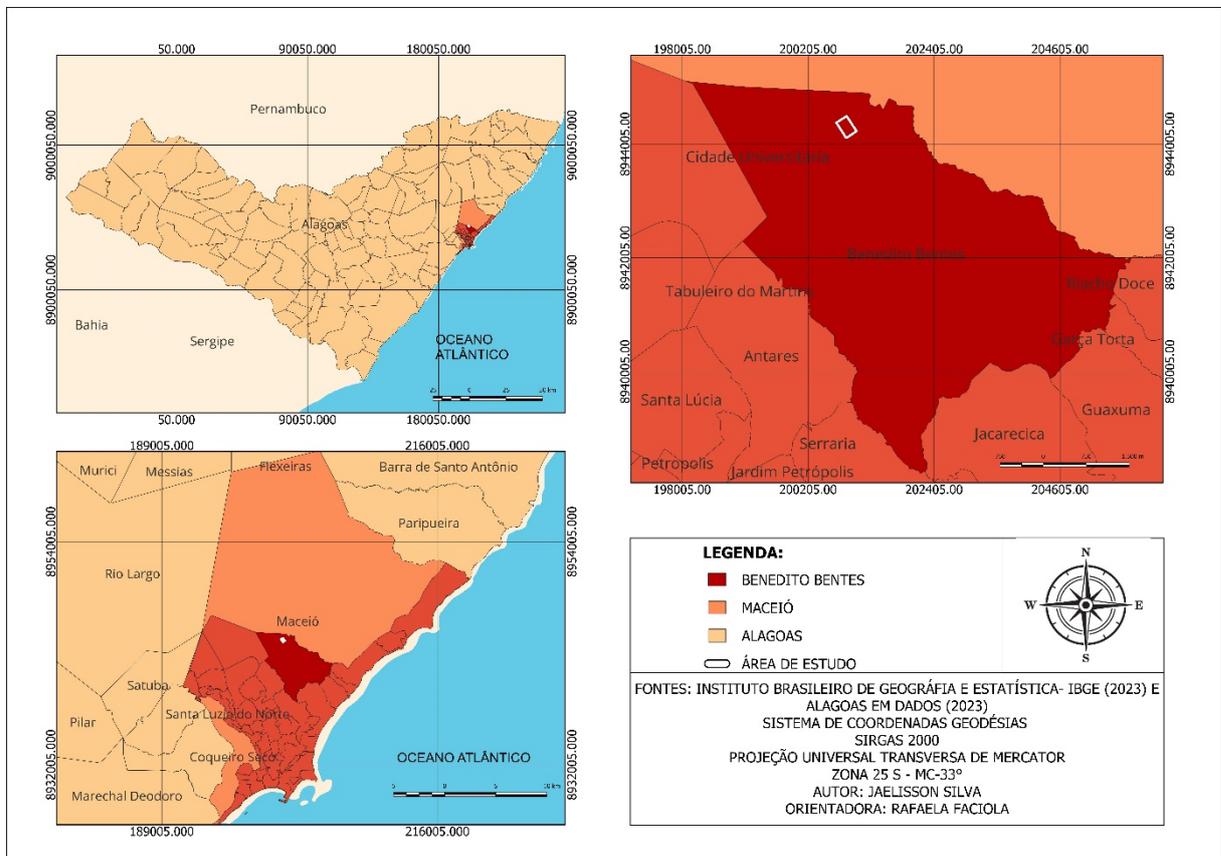
Segundo Gonçalves (2002), a classificação de um loteamento como rural ou urbano é determinada pela finalidade do empreendimento, independentemente de sua localização. No caso dos loteamentos urbanos, a realização desses parcelamentos de solo é regida pela Lei 6.766/79, juntamente com a legislação municipal aplicável.

Os loteamentos urbanos devem incluir elementos essenciais de infraestrutura, tais como sistemas de escoamento de águas pluviais, iluminação pública, fornecimento de energia elétrica, abastecimento de água, rede de esgoto sanitário e vias de circulação. Esses componentes são fundamentais para garantir a funcionalidade e o desenvolvimento adequado do loteamento urbano.

4 ÁREA DE ESTUDOS

O conjunto João Sampaio II fica localizado no bairro do Benedito Bentes, em Maceió/AL, como mostra a Figura 5. De acordo com dados do IBGE de 2010, a população do Benedito Bentes era de 88.084 habitantes, tornando-o o bairro mais populoso de Maceió, com uma área total de 24,6 km². Cercado por outros sete bairros, sendo eles: Cidade Universitária, Antares, Serraria, Jacarecica, Guaxuma, Garça Torta e Riacho Doce.

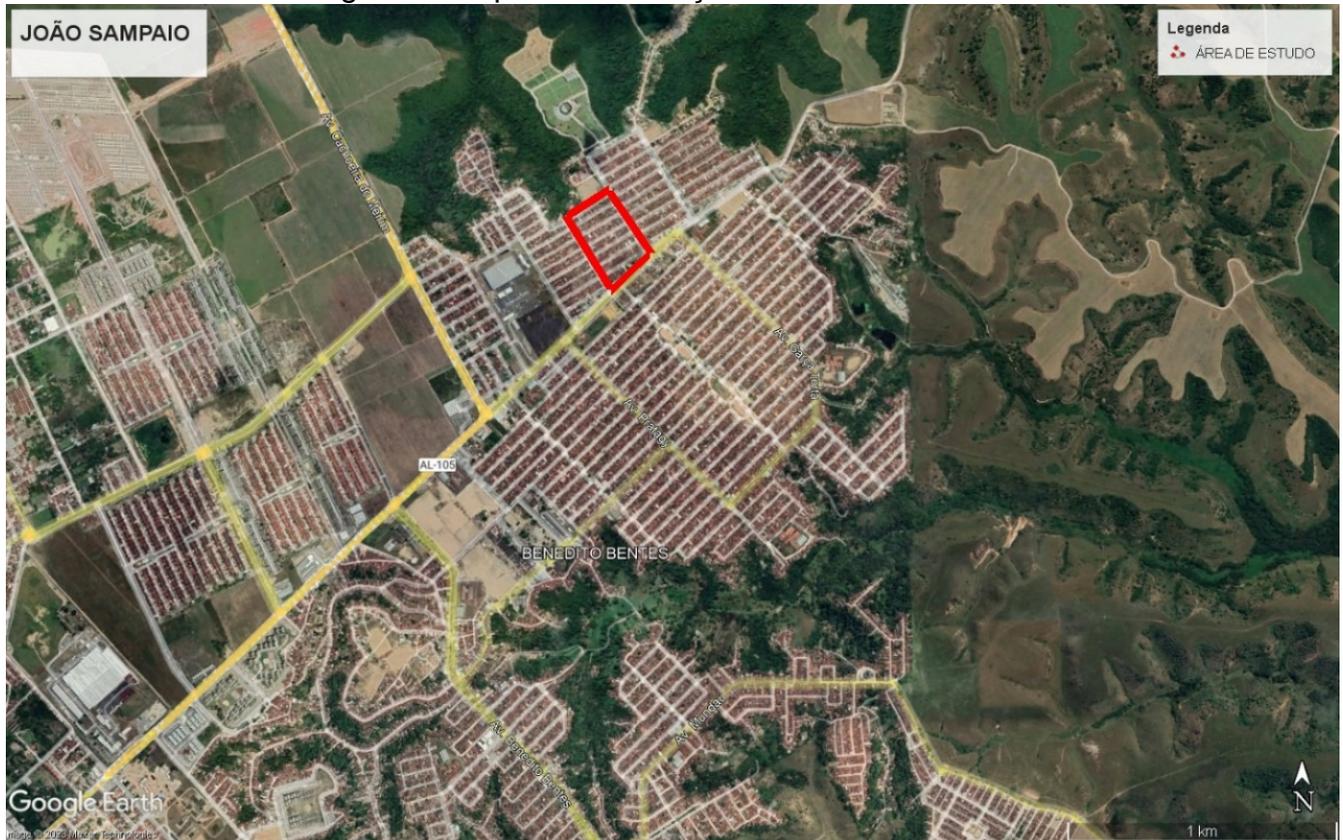
Figura 5: Área de estudos: localização do Conjunto João Sampaio II



Fonte: Autor, 2023.

As quadras do conjunto João Sampaio são caracterizadas por terem imóveis residenciais com perfil urbano e uma população predominantemente de baixa renda. É importante ressaltar que essas áreas contam com serviços básicos de infraestrutura, como abastecimento de água tratada, coleta de lixo, drenagem e saneamento sanitário. A Figura 6 apresenta a localização do lote considerado para a elaboração do SIG.

Figura 6: Mapa de localização da área de estudos.



Fonte: Autor, 2023.

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) elaborado neste trabalho deve atender à sete quadras da rede de esgoto já implantada, sendo composto pelas estruturas contidas no quadro 01.

Quadro 01: Estruturas de saneamento.

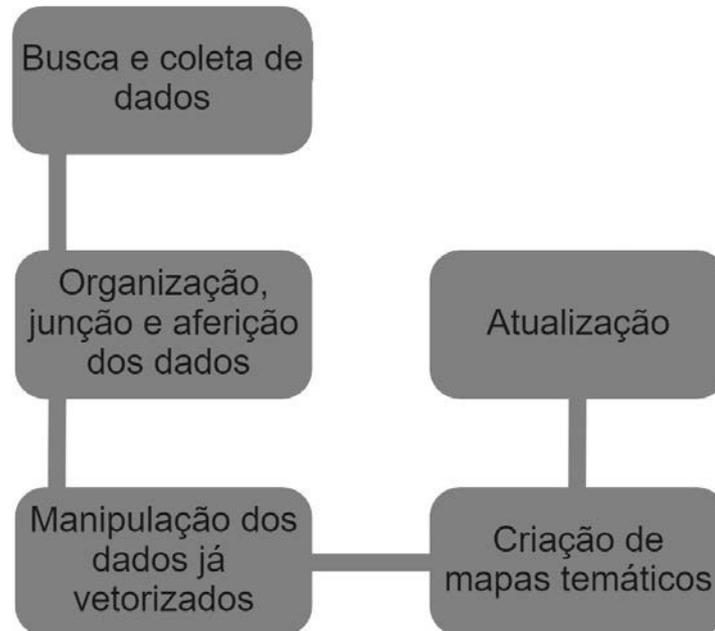
ESTRUTURAS	QUANTIDADES
REDE DE ESGOTO	1817 metros
POÇO DE VISITA	16 unidades
POÇOS DE INSPEÇÃO	12 unidades
TERMINAIS DE LIMPEZA	10 unidades
CAIXA DE ESGOTO	280 unidades
RAMAL	2563 metros
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA	1 unidades

Fonte: Autor, 2023.

5 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a construção do sistema de informação geográfica do esgotamento sanitário do conjunto João Sampaio II é apresentada no fluxograma da Figura 07.

Figura 07: Fluxograma das Etapas do Projeto.

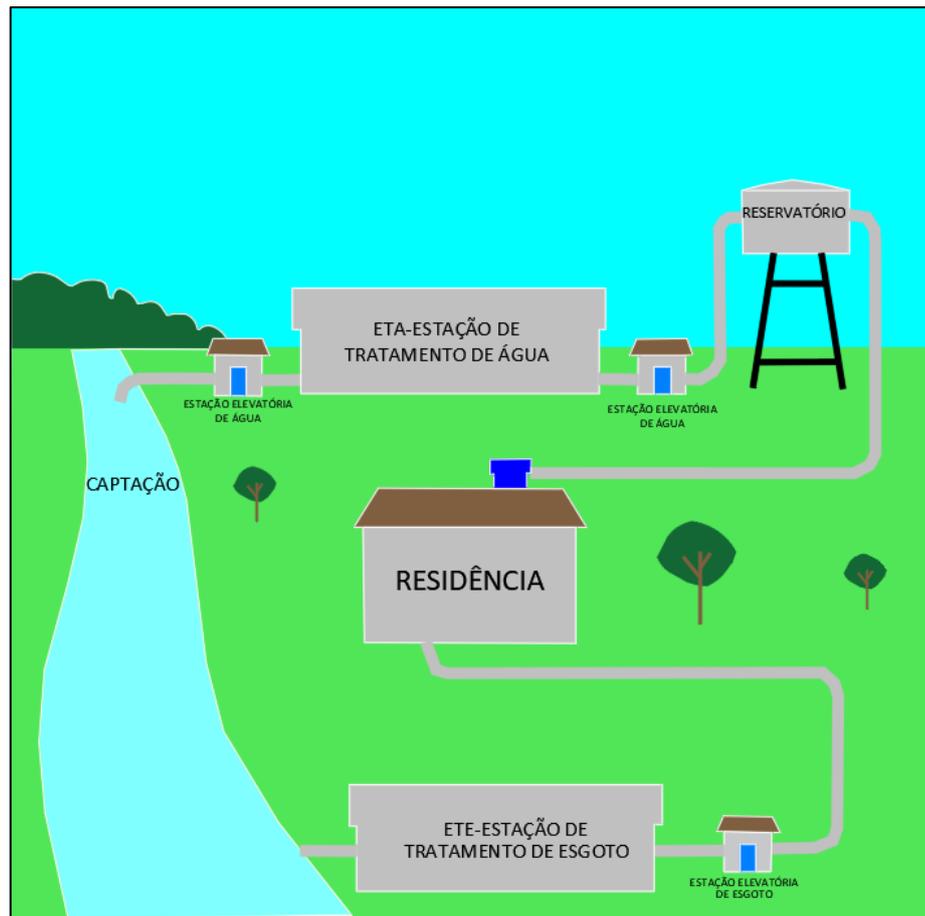


Fonte: Autor, 2023.

5.1 Estrutura do Sistema de Esgotamento Sanitário

Cada imóvel possui uma caixa de coleta de esgoto, esses dejetos passam pelo ramal e chegam à rede coletora, e são destinados a uma estação elevatória. Esse esgoto percorre toda tubulação através da força da gravidade até a elevatória e depois são bombeados através de uma linha de recalque até a estação de tratamento. Depois do tratamento, o esgoto tratado é lançado na natureza. A figura 08 demonstra a concepção geral do sistema de esgotamento sanitário.

Figura 08: Concepção do Esgotamento Sanitário.

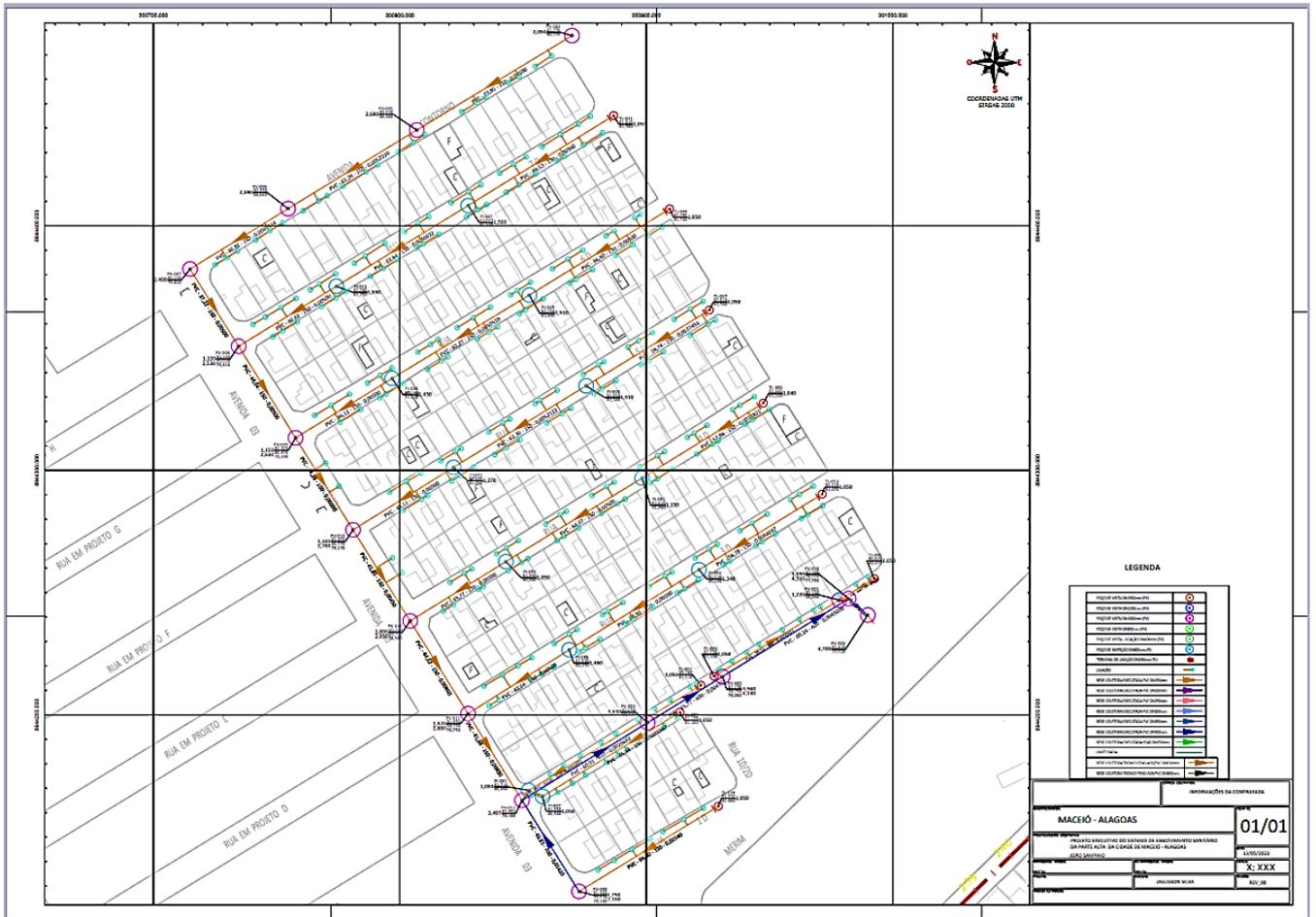


Fonte: Autor, 2023.

5.2 Aquisição de Dados

Os dados necessários para a elaboração deste trabalho foram fornecidos por uma empresa do 2º setor, que presta serviço à concessionária do sistema de esgotamento sanitário da parte alta de Maceió, incluindo o projeto final, no formato *DWG* com a base cartográfica (Figura 09). Além disso, disponibilizaram um banco de dados alfanumérico em formato de planilha através do *software Excel* (Figura 10), contendo informações comerciais dos clientes e as plantas de quadras com os respectivos lotes em *PDF* (Figura 11).

Figura 09: Projeto do Conjunto João Sampaio II.



Fonte: Concessionária de Saneamento, 2023.

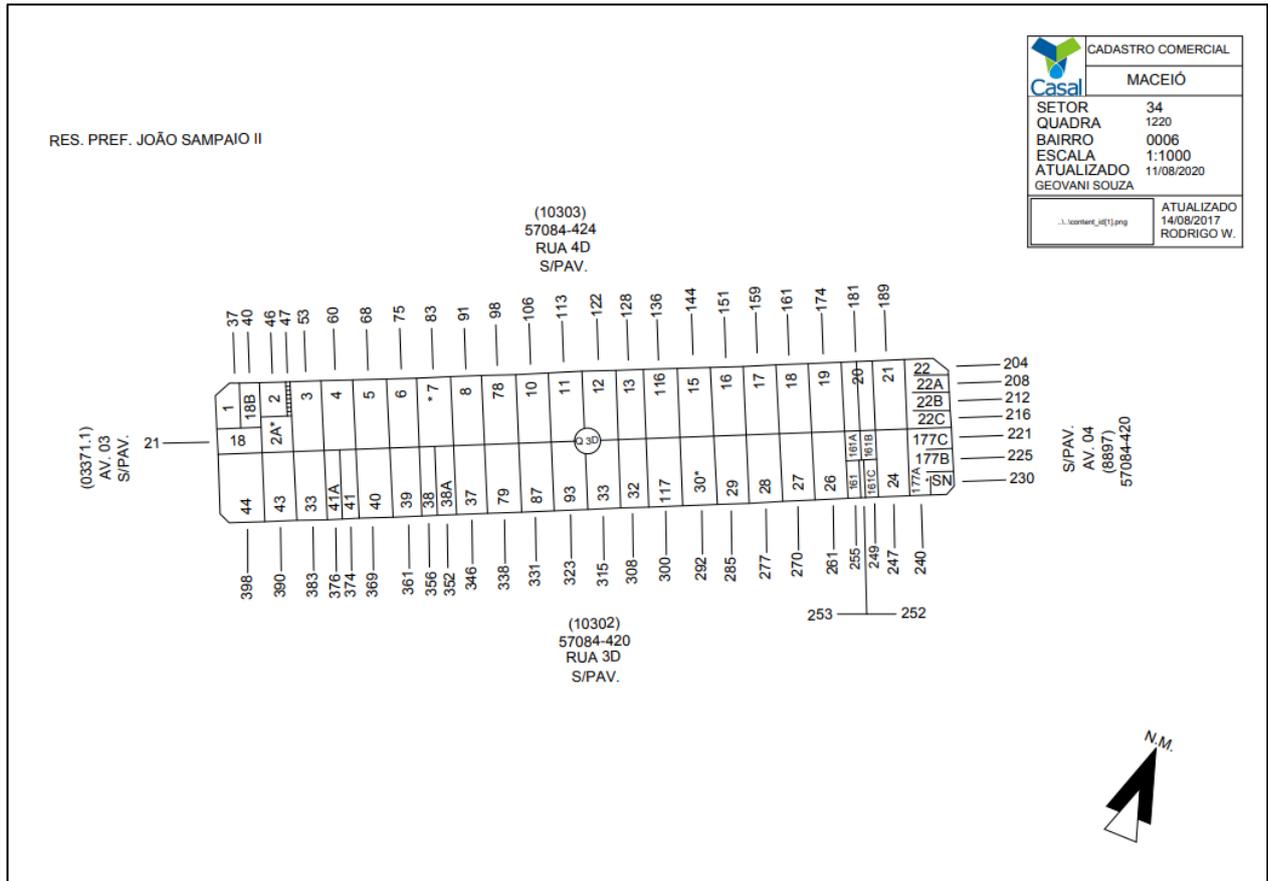
Os dados foram disponibilizados para a pesquisa em plataformas distintas, o que impossibilitou a integração das informações. O projeto em *AutoCad Civil 3D* (Figura 09) não apresentava informações dos clientes. Por outro lado, os desenhos de quadra (Figura 11) e o banco de dados (Figura 10) não continham informações sobre as redes de saneamento. Portanto, a integração desses dados tornou-se objetivo essencial para a tomada de decisões, transformando o sistema em uma ferramenta que abrange todas essas informações em um único local, garantindo eficiência na obtenção de respostas rápidas e medidas eficazes.

Figura 10: Planilha com Dados Comerciais.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
1	INSCRICAO	LOGRADOURO/IMOVEL	NRIMOVEL	COMPLEM	BAIRRO/IMOVEL	CIDADE/IMOVEL	CEP/IMOVEL	NOME/PROPRIETARIO	LOGRADO	NRIMOVEL	COMPLEM	BAIRRO/PR	CIDADE/PR
2	475.034.012.400.111.000	RUA 6-D CJ R JOAO SAMPAIO II	32	1	ANDAR / BENEDITO BENTES	MACEIO	57084426	ANDREIA DA SILVA	RUA 6-D C	10	1	ANDAR / BENEDITO MACEIO	
3	475.034.012.300.191.000	RUA 5D CJ R JOAO SAMPAIO II	160	QD	4D BENEDITO BENTES	MACEIO	57084420	JORGE LUIZ ROCHA	RUA 5D CJ	21	QD	4D BENEDITO MACEIO	
4	475.034.012.000.206.000	RUA 1D CJ R JOAO SAMPAIO II	17		BENEDITO BENTES	MACEIO	57084420	LAELSON DA SILVA	RUA A 18 I	135		BENEDITO MACEIO	
5	475.034.012.300.042.000	RUA 5D CJ R JOAO SAMPAIO II	18	QD	4D BENEDITO BENTES	MACEIO	57084420	MARIA EVA BARROS	RUA 5D CJ	18	QD	4D BENEDITO MACEIO	
6	475.034.012.500.108.000	RUA 7D CJ R JOAO SAMPAIO II	10		BENEDITO BENTES	MACEIO	57084427	ERONIDES MEDEIROS	RUA 7D CJ	10		BENEDITO MACEIO	
7	475.034.012.000.175.000	RUA 1D CJ R JOAO SAMPAIO II	57	QD	1D BENEDITO BENTES	MACEIO	57084420	JOSE IZIDIO MAXIMO	RUA 1D CJ	57	QD	1D BENEDITO MACEIO	
8	475.034.012.200.136.000	RUA 4D CJ JOAO SAMPAIO II	116	QD	3D BENEDITO BENTES	MACEIO	57084-424	JOSE JOAO DE MOURA	RUA 4D CJ	116		BENEDITO MACEIO	
9	475.034.012.200.159.000	RUA 4D CJ JOAO SAMPAIO II	17	QD	3D BENEDITO BENTES	MACEIO	57084424	JOSENILDO DA SILVA	RUA 4D CJ	17	QD	3D BENEDITO MACEIO	
10	475.034.012.400.379.000	RUA 5D CJ R JOAO SAMPAIO II	41		BENEDITO BENTES	MACEIO	57084420	RAQUELINA DE SOUZA	RUA 5D CJ	41		BENEDITO MACEIO	
11	475.034.012.200.305.000	RUA 7D CJ R JOAO SAMPAIO II	19	QD	7D BENEDITO BENTES	MACEIO	57084427	RENI SILVA MARQUES	RUA 7D CJ	19	QD	7D BENEDITO MACEIO	
12	475.034.012.200.046.000	RUA 4D CJ JOAO SAMPAIO II	2	QD	3D BENEDITO BENTES	MACEIO	57084-424	SOISANGE DOS SANTOS	RUA 4D CJ	2	QD	3D BENEDITO MACEIO	
13	475.034.012.100.085.000	RUA 3D CJ R JOAO SAMPAIO II	7		BENEDITO BENTES	MACEIO	57084420	CLEIDE CUNHA SEIXAS	RUA 3D CJ	7		BENEDITO MACEIO	
14	475.034.012.400.279.000	RUA 5D CJ R JOAO SAMPAIO II	139	5D	BENEDITO BENTES	MACEIO	57084420	GREGORIO P DA COSTA	RUA 5D CJ	139	5D	BENEDITO MACEIO	
15	475.034.012.200.315.000	RUA 3D CJ R JOAO SAMPAIO II	33		BENEDITO BENTES	MACEIO	57084420	MARIA CLEUDA VIEIRA	RUA 3D CJ	33		BENEDITO MACEIO	
16	475.034.012.500.145.000	RUA 7D CJ R JOAO SAMPAIO II	15		BENEDITO BENTES	MACEIO	57084427	MAURO SILVA BARRETO	RUA 7D CJ	15		BENEDITO MACEIO	
17	475.034.012.100.304.000	RUA 2D CJ R JOAO SAMPAIO II	31		BENEDITO BENTES	MACEIO	57084420	NUNCIA SOUTO SANTOS	RUA 2D CJ	31	Q	A31 A BENEDITO MACEIO	
18	475.034.012.300.145.000	RUA 5D CJ R JOAO SAMPAIO II	15		BENEDITO BENTES	MACEIO	57084-420	SANDRA MARIA SANTOS	RUA 5D CJ	15		BENEDITO MACEIO	
19	475.034.012.000.162.000	RUA 1D CJ R JOAO SAMPAIO II	11		BENEDITO BENTES	MACEIO	57084420	VERA LUCIA DA SILVA	RUA 1D CJ	11		BENEDITO MACEIO	
20	475.034.012.300.266.000	RUA 4D CJ JOAO SAMPAIO II	26	QD	4D BENEDITO BENTES	MACEIO	57084424	EDILEUZA DE OLIVEIRA	RUA 4D CJ	26	QD	4D BENEDITO MACEIO	
21	475.034.012.300.350.000	RUA 4D CJ JOAO SAMPAIO II	71	QD	4D BENEDITO BENTES	MACEIO	57084420	GERCINO AMARO BOMFIM	RUA 4D CJ	37	QD	4D BENEDITO MACEIO	
22	475.034.012.600.433.000	RUA 7D CJ R JOAO SAMPAIO II	2	QD	7D BENEDITO BENTES	MACEIO	57084427	JEREMIAS GOMES SILVA	RUA SENA	101	FUNDOS B	CENTRO MACEIO	
23	475.034.012.600.043.000	AVENIDA CONTORNO	26		BENEDITO BENTES	MACEIO	57084320	JEREMIAS GOMES SILVA	RUA SENA	101	FUNDOS B	CENTRO MACEIO	
24	475.034.012.600.038.000	AVENIDA CONTORNO	26	QD	7D A BENEDITO BENTES	MACEIO	57084-320	JEREMIAS GOMES SILVA	RUA SENA	101	FUNDOS B	CENTRO MACEIO	
25	475.034.012.100.174.000	RUA 3D CJ R JOAO SAMPAIO II	154		BENEDITO BENTES	MACEIO	57084-420	MARIA DALVA DOS SANTOS AZEVEDO	RUA 17 CJ	40	QD	BF BENEDITO MACEIO	
26	475.034.012.400.200.000	RUA 6-D CJ R JOAO SAMPAIO II	22		BENEDITO BENTES	MACEIO	57084426	JOEL XAVIER DA SILVA	RUA DONJ	70		CHA DE BE MACEIO	
27	475.034.012.300.183.000	RUA 5D CJ R JOAO SAMPAIO II	162		BENEDITO BENTES	MACEIO	57084-420	LINDIANA SILVA ROCHA	RUA 5D CJ	162		BENEDITO MACEIO	

Fonte: Concessionaria de Saneamento, 2023.

Figura 11: Desenho de Quadra.



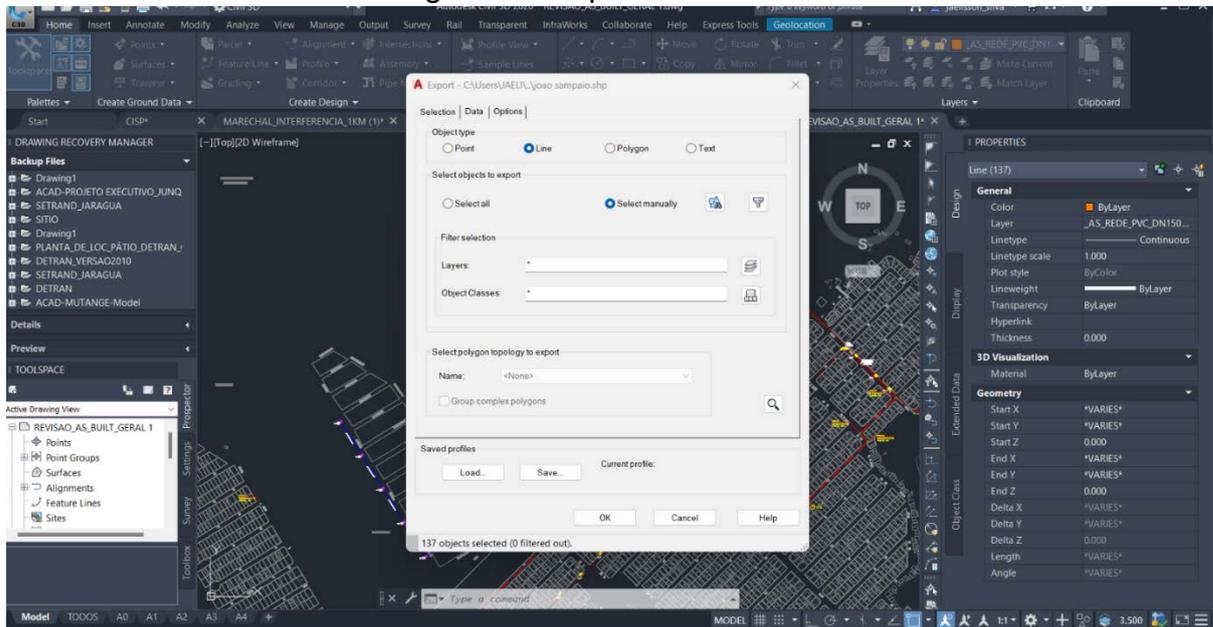
Fonte: Concessionaria de Saneamento, 2023.

Os dados referentes ao projeto de saneamento do conjunto João Sampaio II são desenhados em *AutoCad* (Figura 09) com informações voltadas a distância de rede, como o tipo de material utilizado, diâmetro do tubo e declividade, como também cotas dos poços de visitas, poços de inspeções e terminais de limpeza. Quanto as informações comerciais, como nome dos consumidores, CPF, logradouro, situação da ligação, número de hidrômetro, entre outros, estão em planilhas do Microsoft *Excel*. (Figura 10).

5.3 Organização dos Dados

Após o recebimento dos dados, delimitou-se a área de interesse, iniciou o processo de correções topológicas do desenho, removendo *layers* que não seriam utilizados e ajustando quadras e lotes, bem como organizando as redes coletoras de esgoto, ramais e caixas de coleta de esgoto residenciais.

Figura 12: Exportando as camadas.

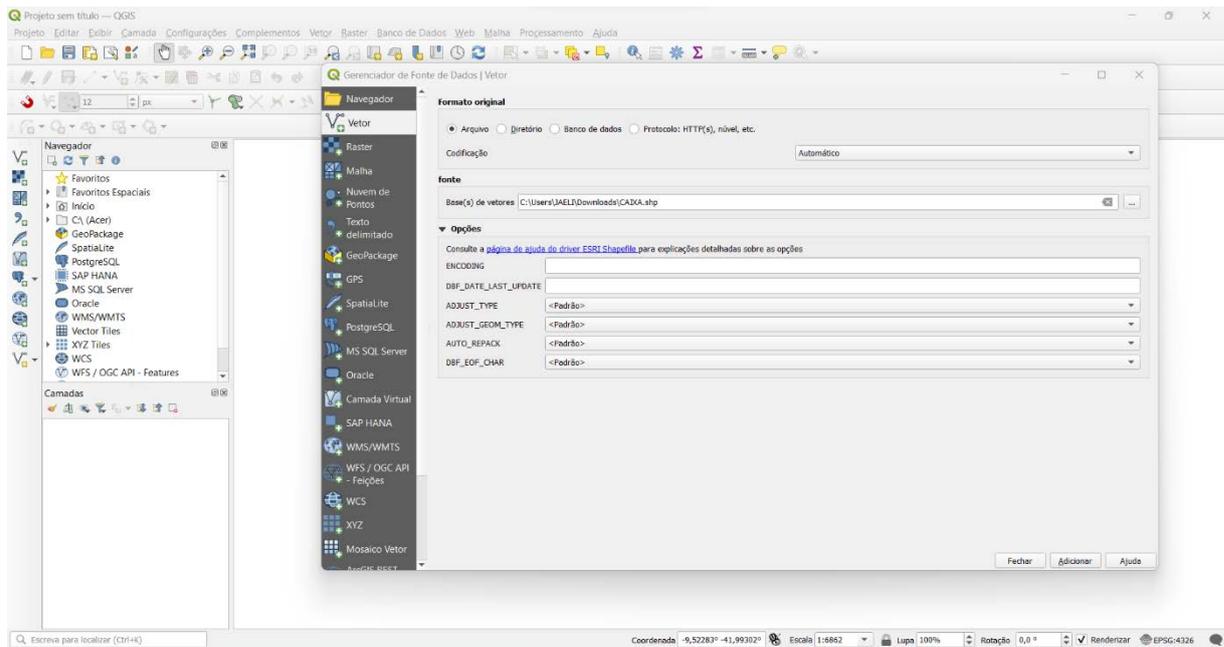


Fonte: Autor, 2023.

O software *AutoCAD Civil 3D*, na versão estudantil, foi utilizado para ajustar o desenho. Em seguida, o desenho foi exportado no formato Shapefile (Figura 12), juntamente com suas respectivas camadas. Esse arquivo foi adicionado ao software QGIS 3.28.3 (Figura 13). As caixas de esgotamento sanitário, os poços de visita (PV), os poços de inspeção (PI), os terminais de limpeza (TL), as redes coletoras e os lotes

foram importados para o QGIS como *Shapefile* (Figura 13). As tipologias dos vetores de cada camada importada foram identificadas e verificou-se que as camadas foram importadas como linhas. Para corrigir isso, foi realizada a conversão das linhas em polígonos.

Figura 13: Importando as camadas.



Fonte: Autor, 2023.

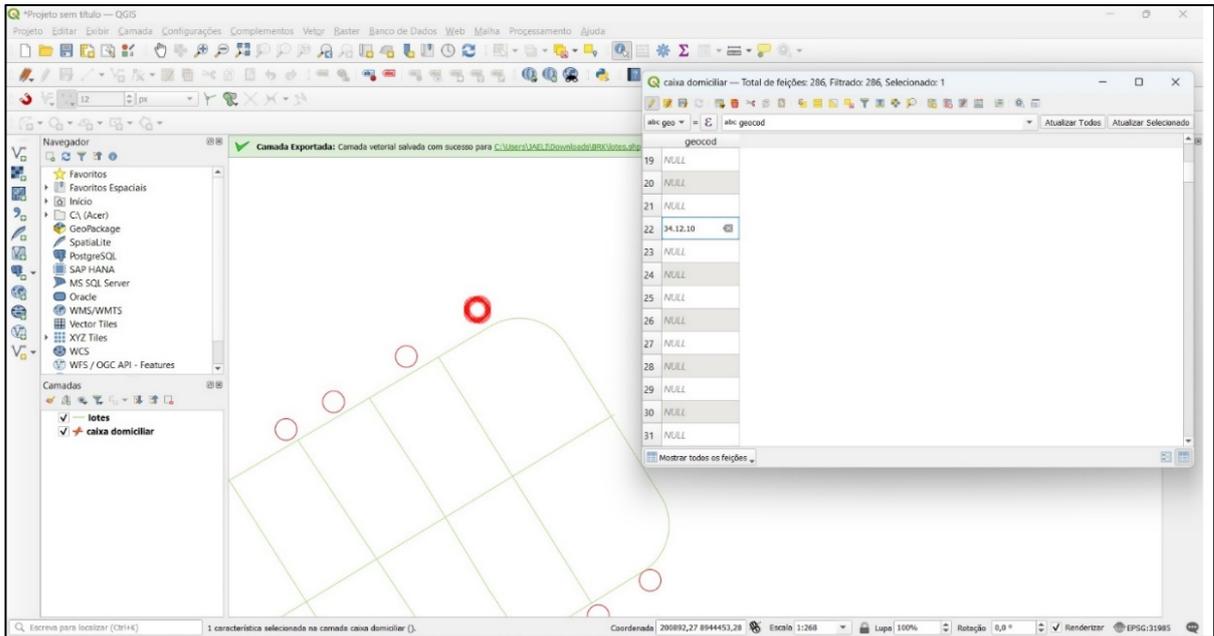
Foram removidas várias colunas do banco de dados que não eram relevantes para o objetivo do trabalho. As colunas que permaneceram foram as de matrícula, nome do cliente, logradouro, economias, número de moradores, situação da ligação, tipo de ligação, entre outras.

5.4 Estruturação do SIG

5.4.1 Estruturação das Caixas Coletora de Esgoto

Para associar os dados alfanuméricos à topologia caixa domiciliar, criou-se uma coluna na tabela de atributos com o nome “*geocod*”, logo em seguida adicionou-se o geocódigo (Figura 14) na caixa de esgoto pertencente para a sua vinculação.

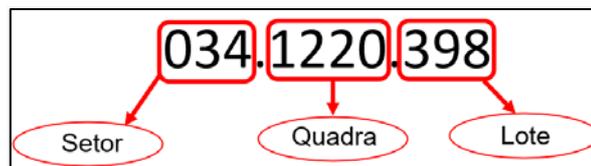
Figura 14: Adicionando o Geocódigo no software QGIS.



Fonte: Autor, 2023.

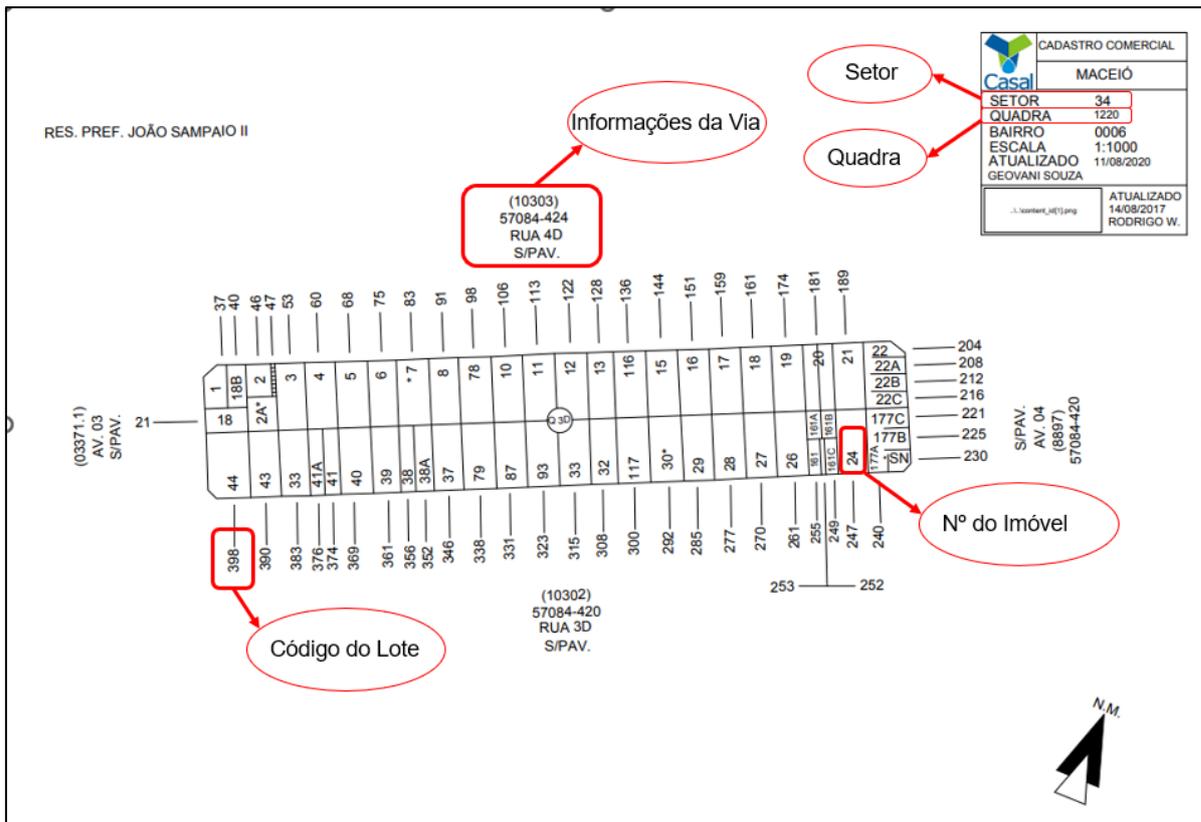
O geocódigo utilizado leva em consideração a junção dos códigos dos setores, quadras e lotes (Figura 15) presentes no banco de dados da concessionária. Vale ressaltar que é possível identificar um lote contido nos desenhos de quadra, através do seu geocódigo (Figura 16).

Figura 15: Geocódigo



Fonte: Autor, 2023.

Figura 16: Desenho de quadra.



Fonte: Concessionaria de Saneamento, 2023.

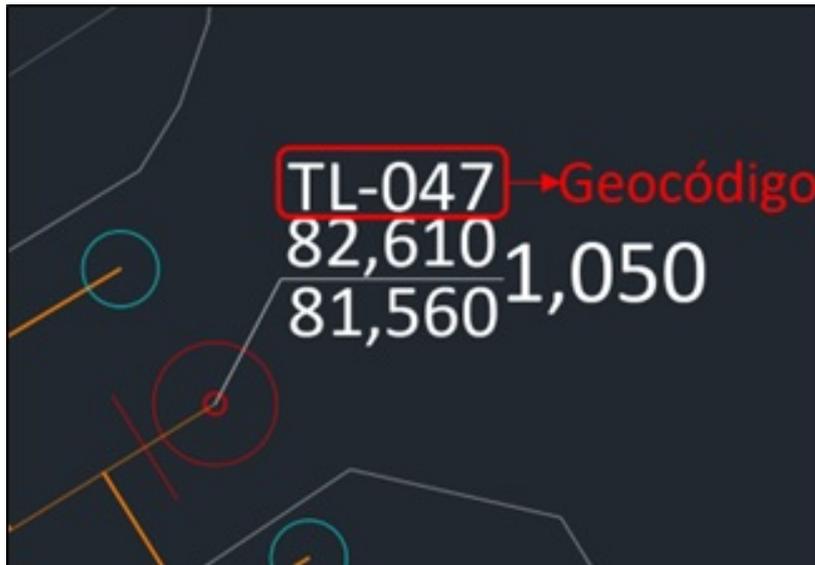
Depois de alguns processos, como: exportar em *Shapefile*, fazer às correções topológicas dos dados e a importação dos *Shapefile* no *Software QGIS*; realizou-se a importação da tabela com os dados e efetuado a sua vinculação entre o geocódigo contido na tabela de atributos das caixas de esgotamento com o presente nos dados alfanuméricos do banco de dados. Após todas as etapas, um banco de dados foi criado para armazenar todas as informações cadastrais.

Esse banco de dados contém diversas informações relevantes, tais como: a quantidade de economias, o logradouro, o bairro, o nome do cliente, o tipo de cobrança, se a ligação está ativa ou inativa, a quantidade de moradores no imóvel, entre outros.

5.4.2 Sistematização das Estruturas do Saneamento

Para as estruturas PV, PI e TL, foi adicionado uma coluna à tabela de atributos com o nome das estruturas, conforme identificado na Figura 17 e foi definido essa informação como nosso geocódigo.

Figura 17: Geocódigo.



Fonte: Autor, 2023.

Em seguida, foi importado uma tabela que continha as cotas de cada estrutura, incluindo as cotas de tampa e fundo, bem como as respectivas profundidades. Após importar a tabela para o *software QGIS*, realizou-se a associação dos dados utilizando o nome de cada estrutura, que estava presente tanto na tabela de atributos quanto na tabela importada (Figura 18).

Figura 18: Tabela com dados das estruturas do saneamento.

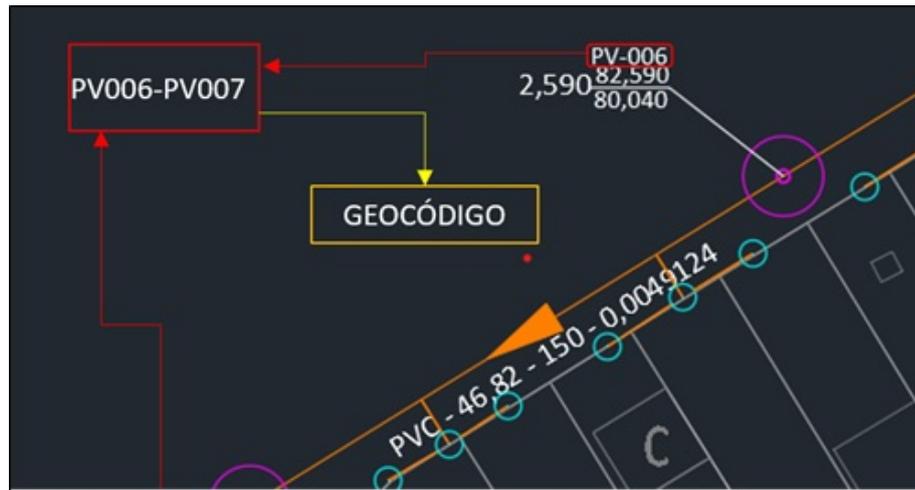
AS BUILT -	TIPO	NORTE (Y)	ESTE (X)	CT	CF	PROF	CF2	PROF2	CF3	PROF3	DN	OBS
PV-004	PV	8944477.782	200869.809	82.77	80.72	2.05	NULL	0	NULL	0	1000	NULL
PV-005	PV	8944439.164	200806.858	83.04	80.36	2.68	NULL	0	NULL	0	1000	NULL
PV-006	PV	8944407.008	200754.677	82.59	80.04	2.55	NULL	0	NULL	0	1000	NULL
PV-007	PV	8944382.313	200714.903	82.21	79.81	2.4	NULL	0	NULL	0	1000	NULL
PV-008	PV	8944350.739	200734.618	82.14	81.02	1.12	79.61	2.53	NULL	0	1000	NULL
PV-009	PV	8944313.252	200757.694	82.02	80.87	1.15	79.39	2.63	NULL	0	1000	NULL
PV-010	PV	8944275.632	200781.02	81.87	80.77	1.1	79.17	2.7	NULL	0	1000	NULL
PV-011	PV	8944238.403	200804.195	81.72	80.72	1	78.96	2.76	NULL	0	1000	NULL
PV-012	PV	8944200.464	200827.693	81.65	80.13	1.52	78.77	2.88	NULL	0	1000	NULL
PV-000	PV	8944246.909	200978.27	82.1	80.88	1.22	NULL	0	NULL	0	1000	NULL
PV-013	PV	8944165.038	200849.589	81.49	78.58	2.91	NULL	0	NULL	0	1000	NULL
PI-007	PI	8944166.637	200857.927	81.55	80.5	1.05	NULL	0	NULL	0	600	NULL
TL-041	TL	8944445.089	200886.77	82.81	81.76	1.05	NULL	0	NULL	0	150	NULL
PI-042	PI	8944408.275	200827.739	83.07	81.57	1.5	NULL	0	NULL	0	600	NULL
PI-043	PI	8944375.257	200774.27	82.78	81.25	1.53	NULL	0	NULL	0	600	NULL
TL-044	TL	8944406.899	200909.467	82.78	81.73	1.05	NULL	0	NULL	0	150	NULL
PI-045	PI	8944371.678	200852.539	82.95	81.44	1.51	NULL	0	NULL	0	600	NULL
PI-046	PI	8944337.579	200796.889	82.54	81.11	1.43	NULL	0	NULL	0	600	NULL
TL-047	TL	8944365.507	200925.527	82.61	81.56	1.05	NULL	0	NULL	0	150	NULL
PI-048	PI	8944334.547	200875.568	82.85	81.34	1.51	NULL	0	NULL	NULL	600	NULL
PI-049	PI	8944301.196	200821.772	82.28	81.01	1.27	NULL	0	NULL	0	600	NULL
TL-050	TL	8944327.452	200947.448	82.6	81.56	1.04	NULL	0	NULL	0	150	NULL
PI-051	PI	8944296.839	200898.271	82.61	81.48	1.13	NULL	0	NULL	0	600	NULL
PI-052	PI	8944262.641	200843.026	81.89	80.84	1.05	NULL	0	NULL	0	600	NULL

Fonte: Autor, 2023.

5.4.3 Estruturação das Redes Coletora de Esgoto

No que diz respeito às redes coletoras, foi adotado um geocódigo que resultou da junção do nome da estrutura inicial e final do respectivo trecho. Em seguida, importou-se uma tabela que continha informações como: diâmetro do tubo, declividade, cota inicial e final do trecho em questão (Figura 19). Adicionou-se uma coluna contendo o geocódigo na tabela de atributos, assim como na tabela de dados alfanuméricos. A partir daí, os dados alfanuméricos foram vinculados às redes de esgotamento sanitário.

Figura 19: Geocódigo.



Fonte: Autor, 2023.

Depois que todas as etapas foram concluídas, um Sistema de Informações Geográficas (SIG) foi criado para armazenar os dados cadastrais, bem como as informações técnicas relacionadas ao saneamento. Este SIG deverá ser utilizado para analisar todas as estruturas relacionadas ao esgoto, com ênfase na caixa coletora de esgoto domiciliar.

5.4.4 Estruturação dos dados para a criação de mapas temáticos

Para a elaboração dos mapas temáticos, foram levados em consideração os seguintes aspectos: tipo de ligação (com hidrômetro e sem hidrômetro); situação da ligação (ativa ou inativa) e, análise sobre a categoria (residencial, comercial, industrial ou público).

5.4.4.1 Análise sobre o tipo de ligação.

Segundo o regulamento da Companhia de Saneamento de Alagoas - CASAL (2015), define hidrômetro como: “aparelho destinado a medir e registrar, continuamente, o volume de água que flui através dele.”

A concessionária de saneamento básico classifica o tipo de ligação em duas categorias: com hidrômetro e sem hidrômetro. O hidrômetro, representado na Figura 20, é responsável por medir o consumo de água de cada cliente, permitindo o cálculo

do valor de sua fatura. A instalação desse aparelho possibilita incentivar os clientes a adotar um consumo mais consciente.

Figura 20: Hidrômetro.



Fonte: Hidraconex, 2023.

5.4.4.2 Análise sobre a situação das ligações

O Quadro 02 apresenta a terminologia utilizada pelo Art. 6º do regulamento da CASAL para diferenciar as duas situações de ligação de água: ativa e inativa, as quais são distintas pela empresa gestora do saneamento.

Quadro 02: Tipo de ligação.

SITUAÇÃO DA LIGAÇÃO	DEFINIÇÃO
ATIVA	Ligação em pleno funcionamento registrada no cadastro comercial da CASAL.
INATIVA	Ligação com registro no cadastro de clientes, porém como fornecimento de água ou coleta suspenso momentaneamente.

Fonte: Regulamento de serviço da CASAL, 2015.

A classificação em ativa e inativa é de grande importância, uma vez que permite separar os clientes que estão efetivamente consumindo água dos que estão

cadastrados, mas não estão consumindo. Essa diferenciação é fundamental para o planejamento e gestão dos recursos hídricos, bem como para a cobrança justa e eficiente dos serviços de abastecimento de água.

5.4.4.3 Análise sobre as categorias

De acordo com o regulamento da CASAL (2015), a categoria dos imóveis é definida como a “classificação dos imóveis para efeito de enquadramento na estrutura tarifária da Companhia, de acordo com a natureza do consumo”. Essa classificação é dividida em quatro categorias: residencial, comercial, industrial e público. O Quadro 03 apresenta as terminologias utilizadas pelo Art. 115º do regulamento da CASAL para diferenciar as categorias.

Quadro 03: Classificação das categorias.

CATEGORIA	DEFINIÇÃO
RESIDENCIAL	Água usada para fins domésticos em imóveis de uso para moradia ou lotes desocupados e associações civis sem fins lucrativos de utilidade pública comprovada.
COMERCIAL	Água usada em estabelecimentos comerciais, prestadoras de serviços e em imóveis onde seja exercida atividade com fins lucrativos; todo imóvel em construção é classifica provisoriamente na categoria industrial, sendo modificado a sua categoria após a comunicação formal do cliente à CASAL da conclusão da obra;
INDUSTRIAL	Água usada em estabelecimentos industriais como elemento essencial a natureza da indústria.
PÚBLICO	Água usada para repartições da administração pública federal, estadual ou municipal direta ou indireta.

Fonte: Regulamento de serviço da CASAL, 2015.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado tem-se a apresentação de uma plataforma, colaborativa e de fácil acesso aos gestores. Essa plataforma no formato de SIG dispõe de um mapa indicando o local de cada estrutura vinculada a rede de esgoto que foi instalada, utilizando as informações existente pela concessionária do saneamento. Nesse mapa, cada caixa de esgotamento sanitário representada contém informações sobre: nome do cliente, CPF, hidrômetro instalado, situação da ligação. Em relação as redes coletoras de esgoto, temos a identificação dos PV, PI e TL, profundidades, distâncias dos tubos, tipo de material, diâmetro do tubo, posição geográfica e a declividades de cada trecho.

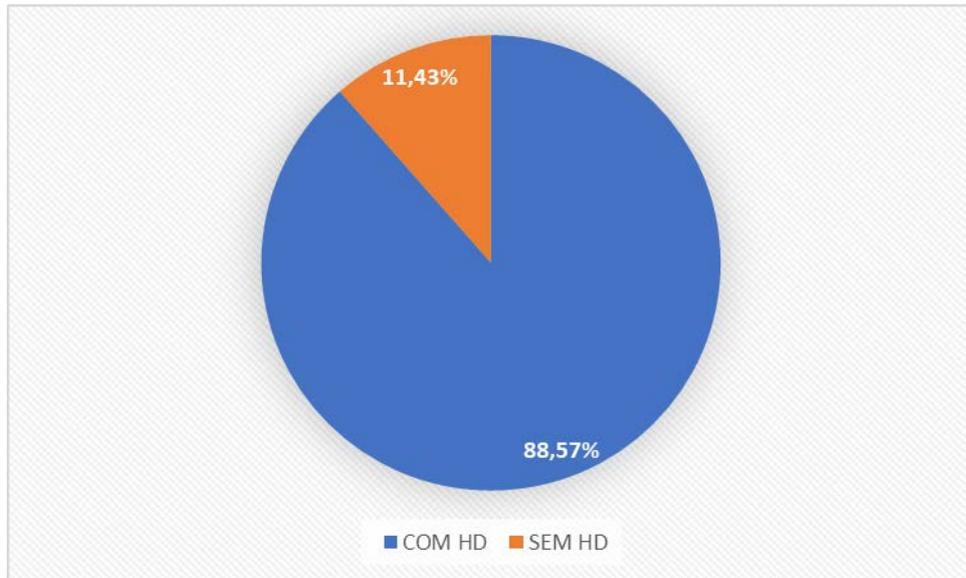
Após a apresentação da plataforma, espera-se também uma adesão por parte dos gestores, e a utilização do mesmo como ferramenta de planejamento e disseminação de informação a todos os setores da empresa. Caso haja a adesão, a parceria proporcionará uma maior facilidade para obtenção de dados, tornado a atualização do SIG mais rápida e eficaz, evitando assim que ele se torne defasado. Vale salientar que pode ser feito diversos estudos espaciais através dessa ferramenta (MIRANDA, 2015).

6.1 Tipo de Ligação

É importante ressaltar que ter um hidrômetro em cada imóvel é fundamental para a medição correta do consumo de água. Isso permite que as companhias de abastecimento de água possam cobrar de forma justa pelos serviços prestados, além de incentivar a utilização consciente dos recursos hídricos. Além disso, os hidrômetros também são importantes para detectar vazamentos e possíveis desperdícios de água, contribuindo para a preservação do meio ambiente e para a economia de recursos.

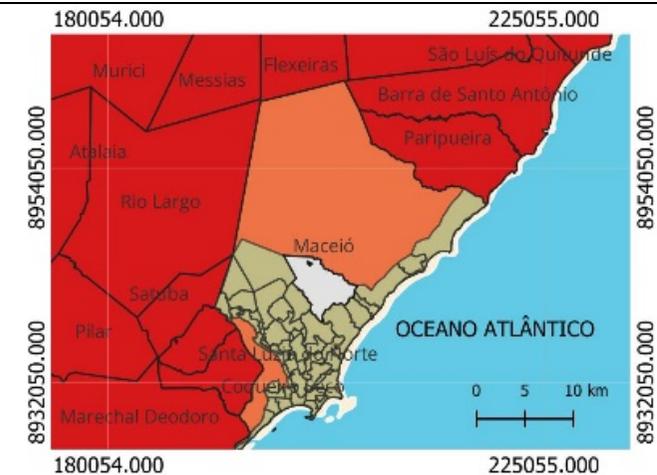
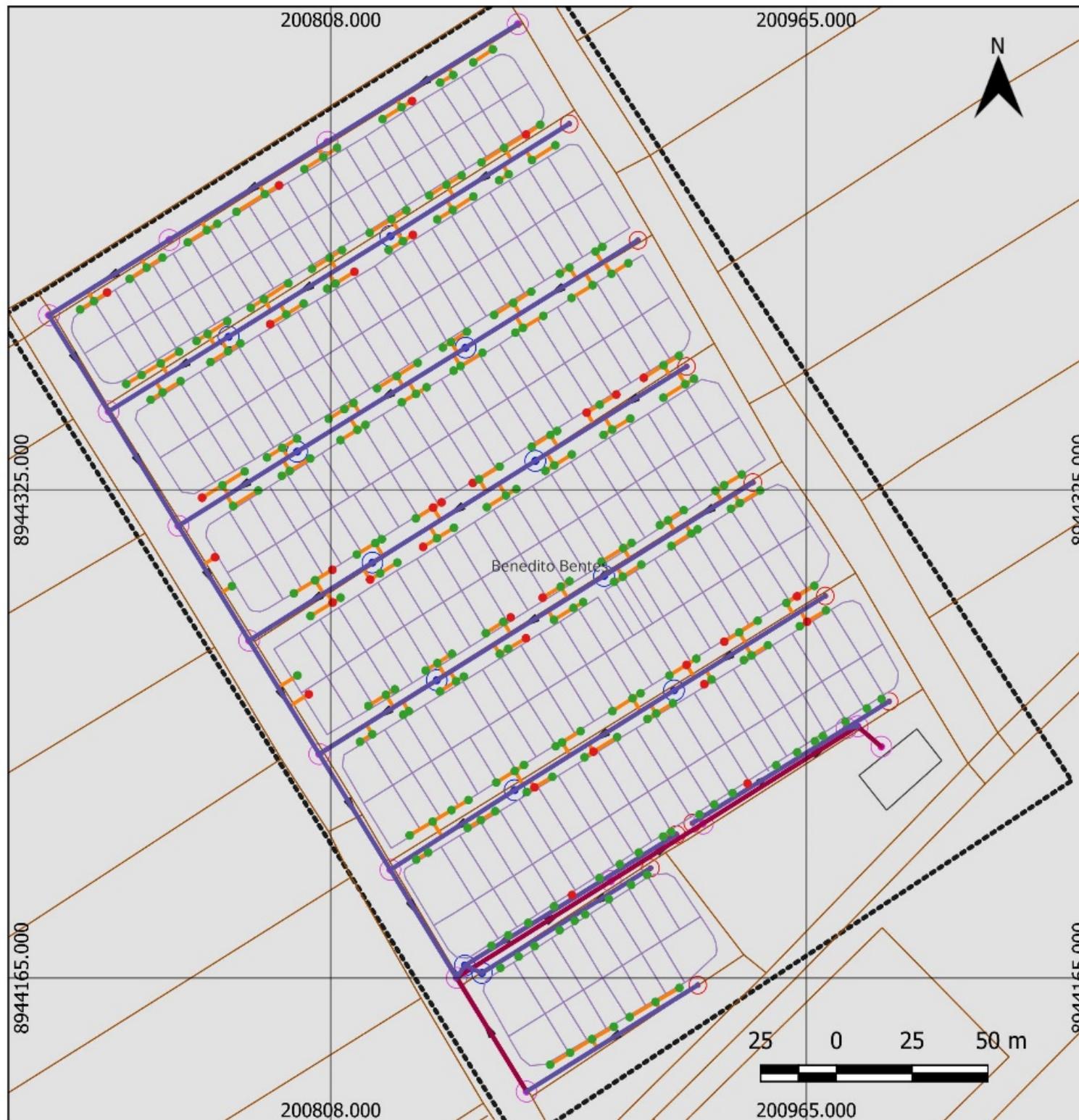
Verificou-se como mostra o Gráfico 01, que houve uma grande concentração dos resultados relacionados ao tipo de ligação dos imóveis com hidrômetro, com um total de 248 imóveis (88,57%). Em contrapartida, a quantidade de imóveis sem hidrômetro foi significativamente menor, com apenas 32 imóveis (11,43%).

Gráfico 01: Tipo de Ligação.



Fonte: Autor, 2023.

A Figura 21 mostra em vermelho as ligações de esgotos que não possuem hidrômetro, e em verde as que possuem hidrômetro. Através dessa informação, pode-se adquirir os hidrômetros na qualidade que necessitam e, com o mapa, facilita-se na procura desses imóveis que serão instalados.



LEGENDA

- PI (blue circle with dot)
- TL (red circle with dot)
- SEM HIDRÔMETRO (red dot)
- REDE DN 150 (blue line)
- PV (pink circle with dot)
- COM HIDRÔMETRO (green dot)
- REDE DN 400 (red line)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CECA
ENGENHARIA DE AGRIMENSURA

TÍTULO: CRIAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS RELACIONADO A DISTRIBUIÇÃO DE ESGOTO NO CONJUNTO JOÃO SAMPAIO II - MACEIÓ/AL

AUTOR: JAELISSON SILVA ORIENTADORA: RAFAELA FÁCIOLE

SISTEMA DE COORDENADAS GEODÉSICAS
SIRGAS 2000
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
ZONA 25 S - MC-33°

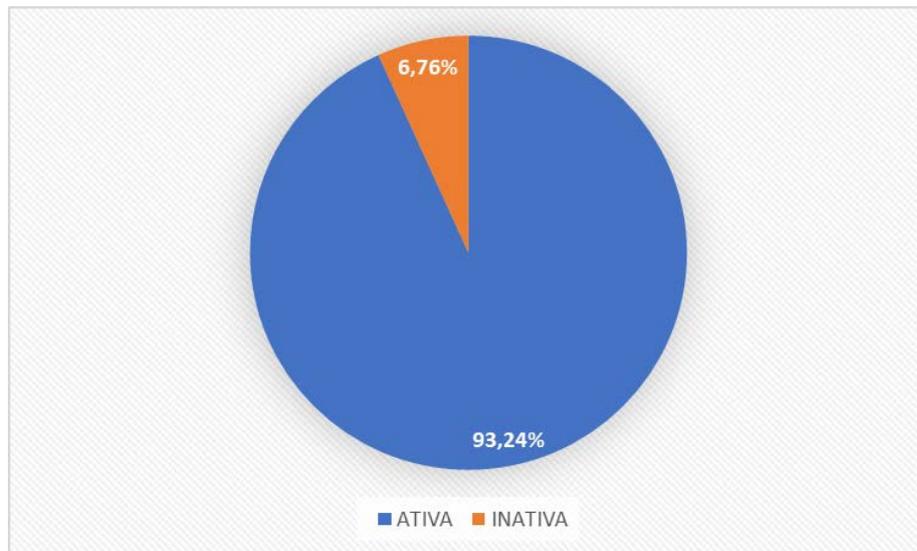
FONTE: CONCESSIONÁRIA, IBGE E SEPLAGIAL - ADAPTADOS PELO AUTOR

MAPA DOS TIPOS DE LIGAÇÃO DE ESGOTO.

6.2 Situação da ligação

Em relação à situação das ligações, verificou-se que a maioria dos resultados se concentra nos imóveis com ligações ativas, totalizando 262 (93,21%). Por outro lado, o número de imóveis inativos é significativamente menor, contabilizando apenas 19 (6,79%), conforme ilustrado no Gráfico 02.

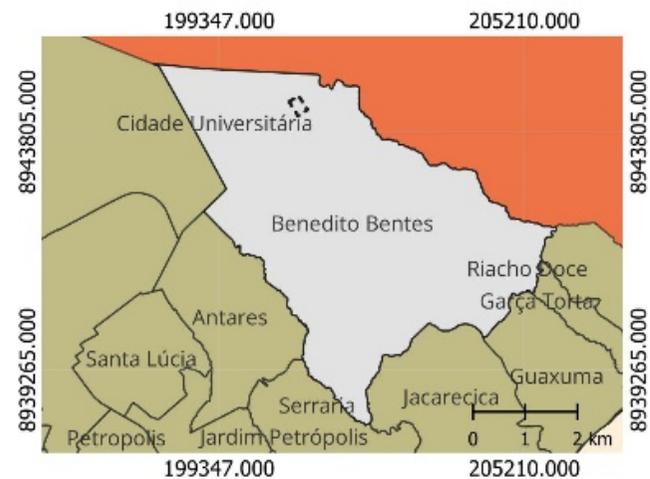
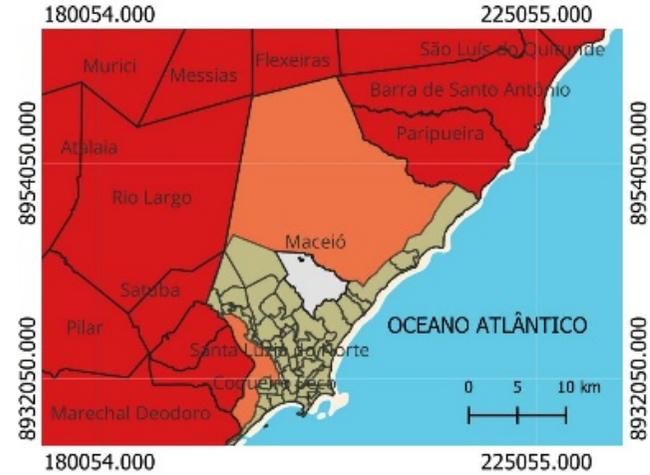
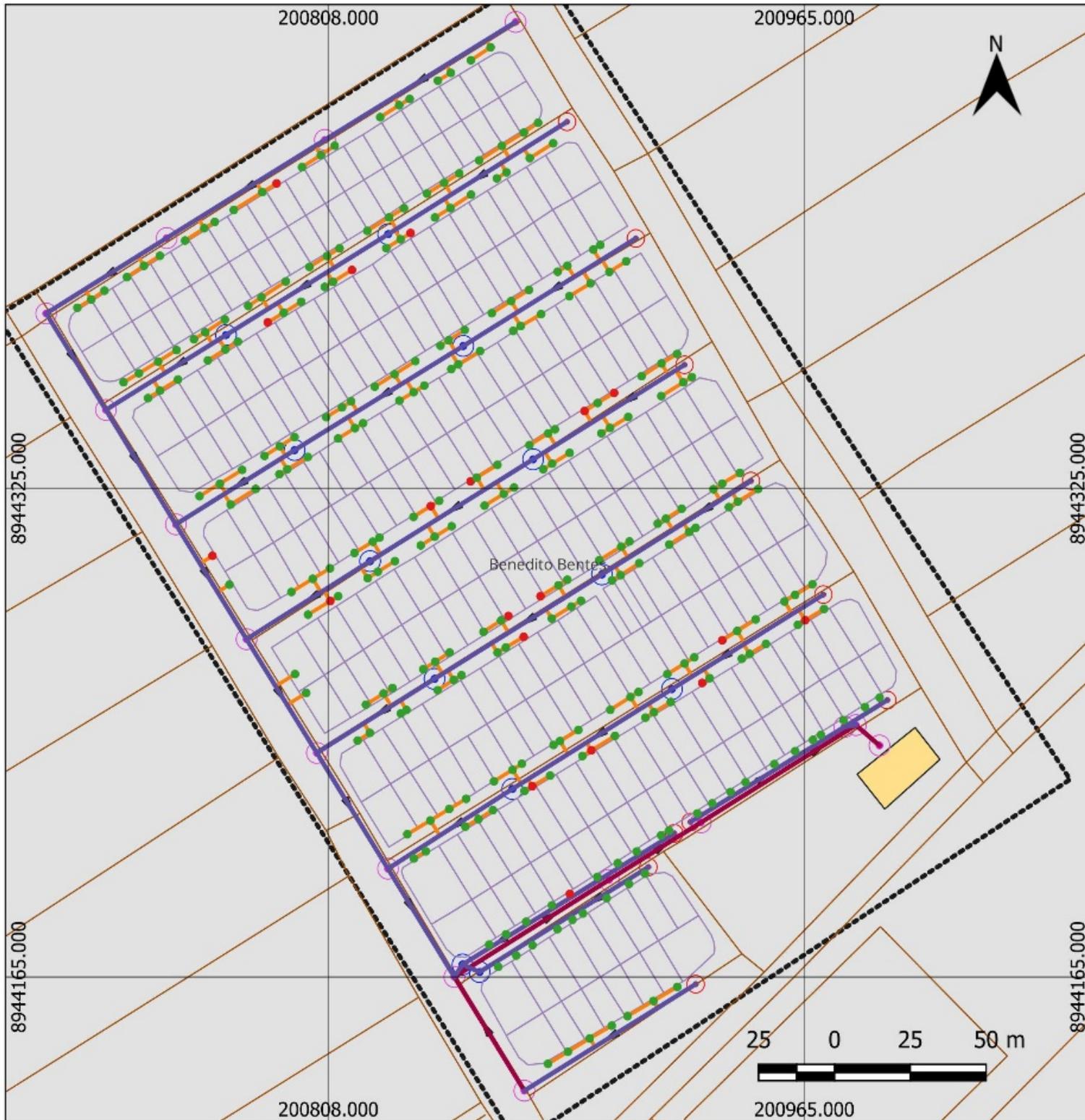
Gráfico 02: Situação da ligação.



Fonte: Autor, 2023.

Com esses dados, é possível observar a taxa de imóveis desocupados na região e considerar a realização de fiscalizações focadas nesses imóveis, a fim de detectar possíveis ligações clandestinas de água. Como também é crucial para orientar as políticas de fiscalização da empresa em relação à utilização de poços, devido à abundância de águas subterrâneas na região. Os poços devem possuir uma outorga emitida pelos órgãos competentes.

A Figura 22 ilustra a classificação das ligações do conjunto João Sampaio II. As ligações inativas são destacadas em vermelho, enquanto as ligações ativas são representadas em verde.

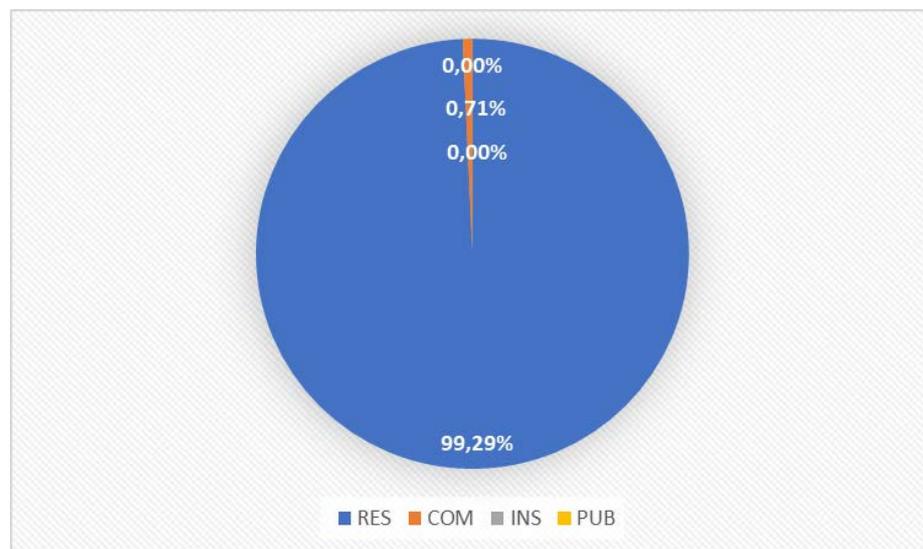


LEGENDA	
PI	TL
ATIVAS	REDE DN 150
PV	INATIVAS
REDE DN 400	
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CECA ENGENHARIA DE AGRIMENSURA	
TÍTULO: CRIAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS RELACIONADO A DISTRIBUIÇÃO DE ESGOTO NO CONJUNTO JOÃO SAMPAIO II - MACEIÓ/AL	
AUTOR: JAEISSON SILVA ORIENTADORA: RAFAELA FACIOLE	
SISTEMA DE COORDENADAS GEODÉSICAS SIRGAS 2000 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR ZONA 25 S - MC-33°	
FONTE: CONCESSIONÁRIA, IBGE E SEPLAG/AL - ADAPTADOS PELO AUTOR	
MAPA DA SITUAÇÃO DAS LIGAÇÕES DE ESGOTO.	

6.3 Situação das categorias

Conforme ilustrado no Gráfico 03, a maioria dos imóveis pertence à categoria residencial, totalizando 278 unidades (99,29%). Em segundo lugar está a categoria comercial, com apenas 2 imóveis (0,71%) classificados como tal. As categorias industrial e público, por sua vez, não possuem imóveis registrados, com 0 unidades cada (0,00%).

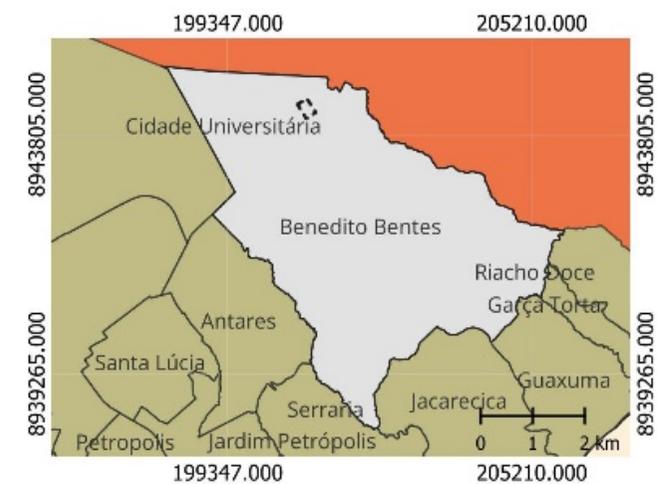
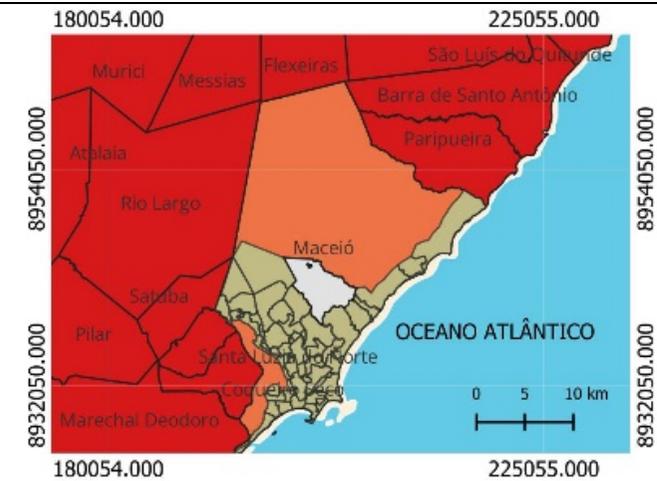
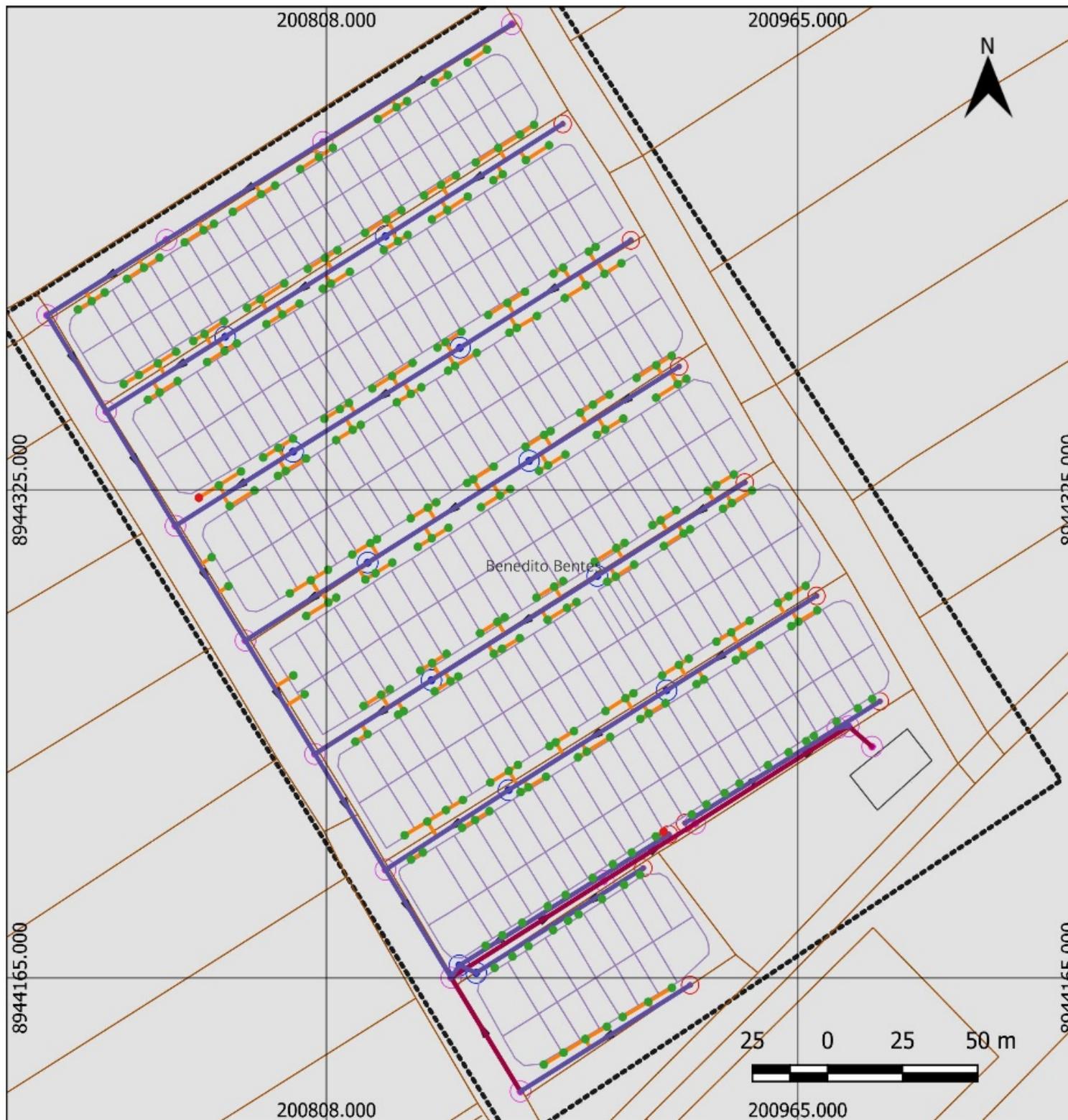
Gráfico 03: Situação das categorias.



Fonte: Autor, 2023.

Com base nos dados apresentados, podemos inferir que a região em questão é predominantemente residencial, sem nenhum equipamento público, indústria e com poucos estabelecimentos comerciais.

A Figura 23 ilustra a classificação das ligações do conjunto João Sampaio II. As ligações comerciais são representadas em vermelho, enquanto as ligações residenciais são destacadas em verde. Não foram identificadas ligações industriais e públicas.



LEGENDA

- ⊙ PI
- ⊙ TL
- COMERCIAL
- REDE DN 150
- ⊙ PV
- RESIDENCIAL
- REDE DN 400

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CECA
ENGENHARIA DE AGRIMENSURA

TÍTULO: CRIAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS RELACIONADO A DISTRIBUIÇÃO DE ESGOTO NO CONJUNTO JOÃO SAMPAIO II - MACEIÓ/AL

AUTOR: JAEISSON SILVA | ORIENTADORA: RAFAELA FÁCIOLÉ

SISTEMA DE COORDENADAS GEODÉSICAS
SIRGAS 2000
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
ZONA 25 S - MC-33°

FONTE: CONCESSIONÁRIA, IBGE E SEPLAG/AL - ADAPTADOS PELO AUTOR

MAPA DOS TIPOS DE LIGAÇÃO DE ESGOTO.

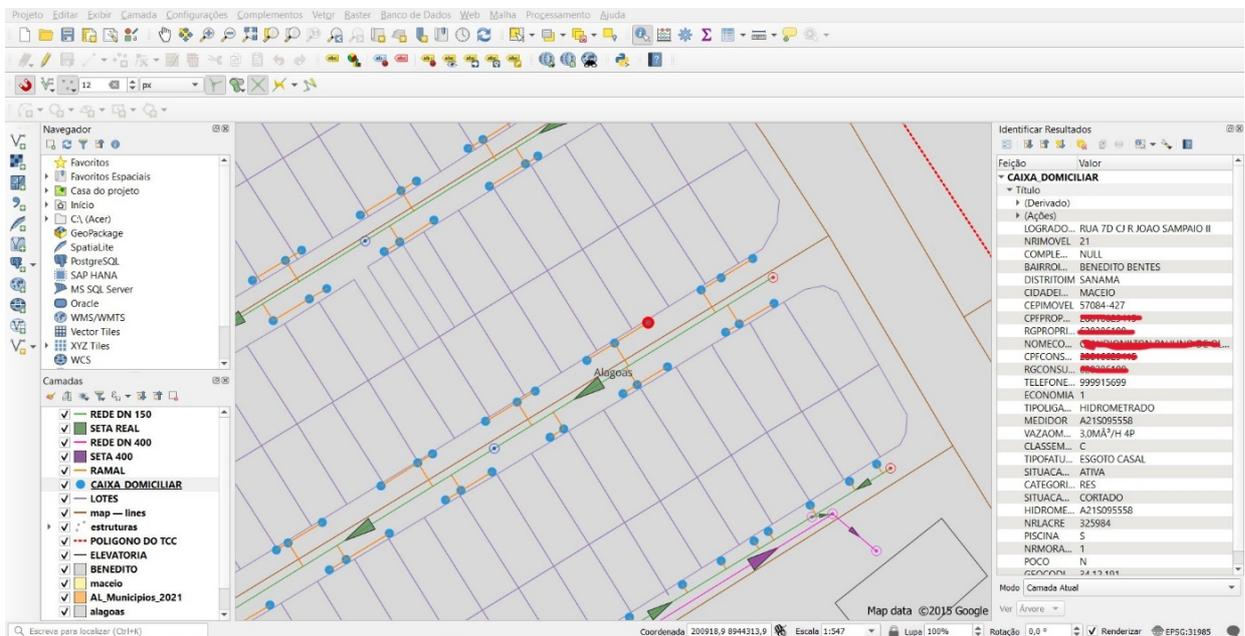
6.4 Análise sobre as ligações de esgoto

Com a camada da caixa domiciliar selecionada, ao clicar em qualquer caixa, todas as informações contidas no banco de dados serão exibidas. No caso específico apresentado na Figura 24, observa-se que o imóvel:

- Está localizado na rua 7D, número 21.
- A água está cortada.
- Sem poço.
- Com piscina.
- Com hidrômetro.
- Imóvel residencial.

As informações pessoais dos clientes foram protegidas de forma segura, assegurando a confidencialidade dos dados sensíveis.

Figura 24: Análise das Ligações Domiciliar.



Fonte: Autor, 2023.

A Figura 24 apresentada demonstra que o abastecimento de água do imóvel está interrompido, sugerindo a possibilidade de abandono do local ou uso clandestino de água proveniente de outra fonte. No caso de abandono, é importante realizar

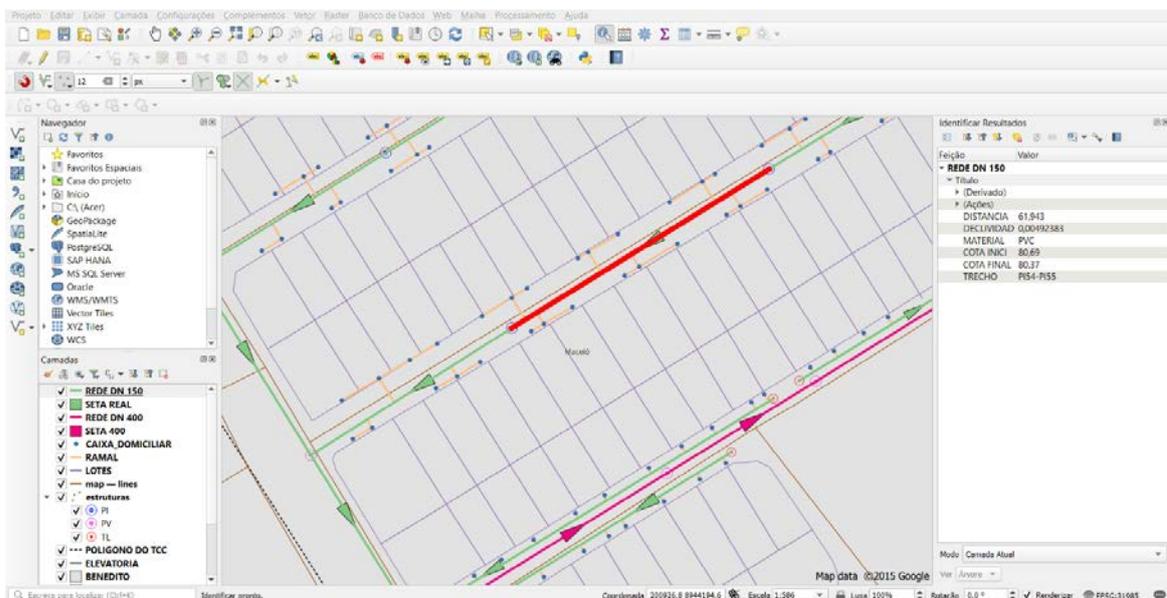
fiscalizações para verificar se a piscina está acumulando água, o que pode contribuir para a proliferação de mosquitos. Já no caso de uso clandestino, o imóvel pode ser sujeito a multas por parte da concessionária de saneamento.

6.5 Análise sobre as redes de esgoto

Com a camada rede de esgoto selecionada, ao clicar em qualquer trecho da rede aparecerá todas as informações contida no banco de dados. Nesse caso apresentado na Figura 25, percebe-se que a rede:

- Têm 61,943 metros de comprimento.
- Diâmetro do tubo de 150mm.
- Uma declividade de 0,00492383.
- Material utilizado é PVC.
- Cota inicial de trecho 80,690m.
- Cota final do trecho 80,370m.
- Número do trecho PI54-PI55.

Figura 25: Análise das Redes de Esgotamento.



Fonte: Autor, 2023

A Figura 25 exibe o mapeamento das redes de saneamento, que são georreferenciadas. Essa informação pode ser compartilhada com outras empresas

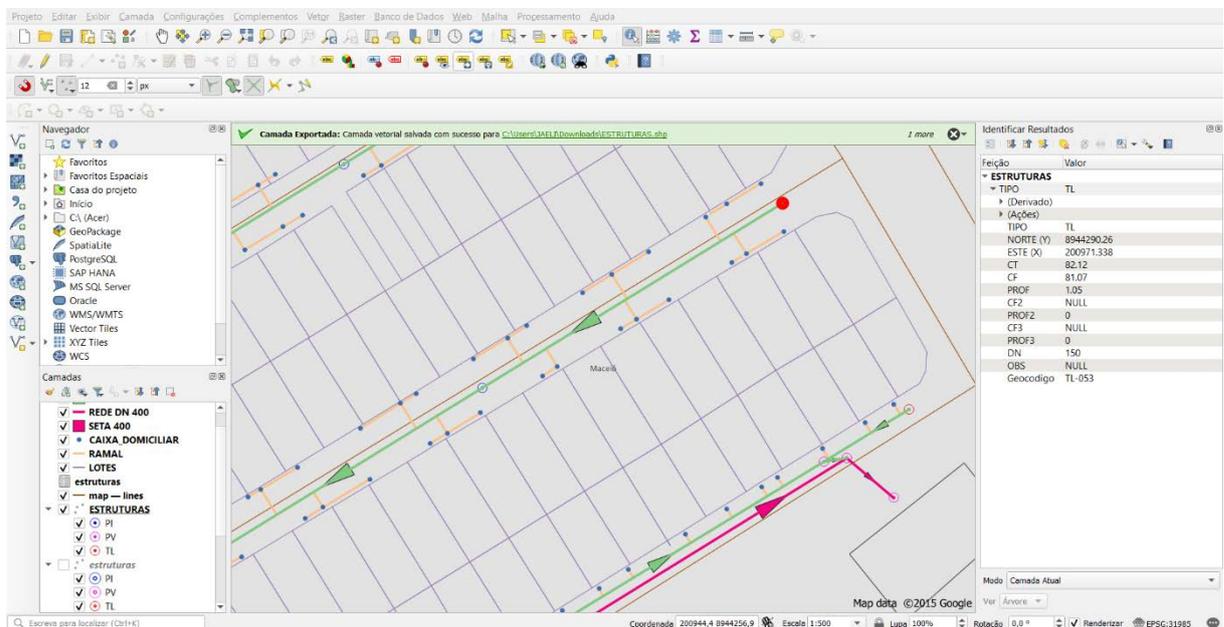
interessadas em fazer escavações nessa região, prevenindo danos à tubulação de esgoto já instalada e evitando interrupções no serviço.

6.6 Análise sobre as estruturas do esgoto

Com a camada estruturas selecionadas, ao clicar em qualquer PV, PI e TL aparecerá todas as informações contida no banco de dados. Nesse caso apresentado na Figura 26, percebe-se que a estrutura:

- O nome atribuído a estrutura.
- O tipo da estrutura é um Terminal de Limpeza (TL).
- A coordenada norte e este do TL.
- Cota de tampa e fundo.
- Sua profundidade.
- Diâmetro da estrutura.

Figura 26: Análise das Estruturas do Esgoto



Fonte: Autor, 2023.

A Figura 26 exibe o mapeamento das estruturas do esgoto, que são georreferenciada. Essa informação pode ser compartilhada com outras empresas

interessadas em fazer escavações nessa região, prevenindo danos à tubulação de esgoto já instalada e evitando interrupções no serviço.

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho buscou apresentar a importância dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para as concessionárias de saneamento. Foi identificado que a descentralização dos dados dificultava a consulta por parte dos gestores e prejudicava a análise e a tomada de decisão estratégica.

Por meio dos estudos e análises realizados, ficou evidente que o uso do SIG centraliza as informações em um único sistema, permitindo o acesso fácil e rápido aos dados relevantes. Isso proporciona aos gestores uma visão integrada e abrangente das informações geográficas, facilitando a análise e contribuindo para a tomada de decisões mais informadas e eficazes.

Constatou-se que a importância do SIG atinge muito mais uma questão de obrigação de serviço público à população e ao meio ambiente, desde a sua praticidade, custos e armazenamento. O que corrobora com a redução de burocracias, permitindo a gestão responsável de armazenar informações, analisar e consultar sempre que possível, e tornando mais eficiente.

O mapeamento de processos foi uma ferramenta muito útil na identificação de necessidades de uso de SIG em empresas de saneamento, uma vez que permite identificar as atividades que utilizam informações georreferenciadas associadas a dados alfanuméricos.

As potencialidades dos SIGs são inúmeras, e neste trabalho, apresentou-se uma aplicação no uso em empresas de saneamento, de forma bem simplificada, sem aprofundar nos processos de manipulação de dados para obtenção dos resultados. É necessário ampliar os campos de estudos nesta temática, tanto no setor de saneamento, quanto para quaisquer ramos que possam utilizar as informações geográficas para fins como redesenho de processos, elaboração e melhoria de procedimentos e documentação institucional, pois a implantação destes sistemas visa treinamento e identificação de atividades que podem ser melhoradas de forma a otimizar tempo e racionalizar custos.

Portanto, o SIG é a melhor ferramenta a curto e longo prazo para a questão delicada de saneamento que se encontra no conjunto João Sampaio II e que assim serve de parâmetro ao Estado de seguir o exemplo e aplicar a outras comunidades como forma de correção e melhorias a população e ao ambiente.

8 REFERÊNCIAS

- Organização Mundial de Saúde (OMS). Saneamento básico: saúde ambiental. Disponível em: https://www.who.int/water_sanitation_health/sanitation-waste/sanitation/es/. Acesso em: 3 março. 2023.
- BURROUGH, P. A. (1986). Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Clarendon Press, 1986.
- CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Introdução à Ciência da Geoinformação. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1998.
- CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. (2003). Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos: INPE, 2003.
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF:Centro Gráfico, 1988.
- SILVEIRA, A. B. S. Geoprocessamento aplicado à gestão de estação de tratamento de esgotos do Rio Grande do Norte. 2006. Monografia (Tecnólogo em Controle Ambiental) – Departamento de Recursos Naturais, Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.
- QUEM SOMOS. SANAMA. D
isponível em: <www.sanama.com.br/quem-somos/> Acesso em: 20 de março 2023.
- NOVO DICIONÁRIO AURÉLIO. 2.ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986
- ANTUNES, A. F. B. Curso de especialização em geotecnologias cadastro técnico urbano e rural. Curitiba, 2004.
- PEREIRA, C. C. A IMPORTÂNCIA DO CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO PARA ELABORAÇÃO DE PLANOS DIRETORES. Florianópolis, 2009.
- Agência Nacional de Águas (2017) Atlas Esgotos, Despoluição de Bacias Hidrográficas. Acessado em 4 de março de 2023, de <<http://atlasesgotos.ana.gov.br/>>
- NUVOLARI, A. Esgoto Sanitário – coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. Editora Edgard Blücher, São Paulo, Brasil, 2ª edição, 2011, 565 p
- COSTA, B.V. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO – ESTUDO DE CASO: TREVISÓ/SC, 2012.
- BEZERRA, J. P. P., Leal, A. C., & Nunes, R. S. (2020). Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) na análise do entorno de aterros sanitários e a Democratização / Inclusão Geotecnológica. *Revista Científica ANAP Brasil*, 13(31). <https://doi.org/10.17271/19843240133120202622>.

ARONOFF, S. *Geographical information system: a management perspective*. Ottawa: WDL Publications, 1989

BEZERRA, J. P. P., Leal, A. C., & Nunes, R. S. (2020). Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) na análise do entorno de aterros sanitários e a Democratização / Inclusão Geotecnológica. *Revista Científica ANAP Brasil*, 13(31). <https://doi.org/10.17271/19843240133120202622>.

BURROUGH, P & MCDONNELL, R. A. *Principles of geographical information systems*. Spatial Information Systems and Geostatistics. Oxford University, Oxford, 1998.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Centro Gráfico, 1988.

DOS SANTOS, Carlos Miguel Azarias et al. Comparativo e perfil dos infectados em esquistossomose no estado de Alagoas entre 2016 e 2017. *PubVet*, v. 13, p. 153, 2019.

INPE. SPRING. **INTRODUÇÃO AO GEOPROCESSAMENTO**. Disponível em:
<[INPE. SPRING. **INTRODUÇÃO AO GEOPROCESSAMENTO**. Disponível em:
<\[http://www.dpi.inpe.br/~carlos/Academicos/Cursos/Pdi/pdi_spring.html\]\(http://www.dpi.inpe.br/~carlos/Academicos/Cursos/Pdi/pdi_spring.html\)>
Acesso em: 25 de março.2023](http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_geo.html#:~:text=%22Conjunt%20o%20poder%20oso%20de%20ferramentas%20para,%22%20(Cowen%2C%201988).>>
Acesso em: 25 de maio.2022.</p>
</div>
<div data-bbox=)

MIRANDA, J. I. Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas.4. ed. **rev. e atual**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2015.

QUEM SOMOS. SANAMA. Disponível em: <www.sanama.com.br/quem-somos/>
Acesso em: 25 de maio. 2022.

SANEAMENTO. **Esgoto Sanitário. Vigilância sanitária Santa Catarina**. Disponível em:<www.vigilanciasanitaria.sc.gov.br/index.php/saude-ambiental/esgotamento_sanitario> Acesso em: 25 de maio de 2022.

WORBOYS, M. F. GIS: *A Computing Perspective*. Londres, Inglaterra, Taylorand Francis, 1995.

Hidrômetro Unijato de 3/4" Qmax 3,0m³/h c/ Conexões PP - Hidraconex (hidraconexloja.com.br)

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil – 2007. Disponível em: . Acesso em: 03 jun. 2009. APETRES. Associação Paulista das Empresas de Tratamento e Destinação de Resíduos Urbanos. Disposição inadequada do lixo causa problemas sanitários e ambientais. Disponível em: . Acesso em: 23 ago. 2009.

BARROS, R. T. V. et al. Saneamento. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. (Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios – volume 2).

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual de saneamento. 3. ed. rev. Brasília: FUNASA, 2006. Disponível em: Acesso em: 23 ago. 2009. BRASIL. Lei 11.445, 5 jan. 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. Publicado no DOU de 8.1.2007 e retificado no DOU de 11.1.2007.

CAIRNCROSS, S. Aspectos de saúde nos sistemas de saneamento básico. Engenharia Sanitária, Rio de Janeiro, v.23, n.4, p.334-338, 1984

. CAVINATTO, V. M. Saneamento básico: fonte de saúde e bem-estar. São Paulo: Ed. Moderna, 1992. CVJETANOVIC, B. Health effects and impac

t of water supply and sanitation. World Health Statistics Quarterly, v.39, p.105-117, 1986. EIGENHEER, E. M. São Francisco/Niterói. In: Emílio Maciel Eigenheer. (Org.). Coleta seletiva de lixo: experiências brasileiras nº4. Niterói, v.4, p.13-18, 2003.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. Saneamento básico. Disponível em: Acesso em: 15 ago. 2009.

LEAL, F. C. T. Juiz de Fora. 2008. Sistemas de saneamento ambiental. Faculdade de Engenharia da UFJF. Departamento de Hidráulica e Saneamento. Curso de Especialização em análise Ambiental. 4 ed. 2008. Notas de Aula. PHILIPPI Jr., A. Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Coleção Ambiental. Barueri: Ed. Manole, 2004. Curso de Especialização em Análise Ambiental da UFJF

SOARES, S. R. A.; BERNARDES, R. S.; CORDEIRO NETTO, O. M. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 18 (6):1713-1724, novdez, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csp/v18n6/13268.pdf>.. Acesso: dez 2009.

ZACARIAS, R. Consumo, lixo e educação ambiental. Juiz de Fora: Ed. FEME, 2000.

Tsutiya, M. T., & Sobrinho, P. A. (2011). Coleta e transporte de esgoto sanitário. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

ALBUQUERQUE, F.A. Criação do Sistema de Informações Geográficas Relacionado a Distribuição de Rede de Águas no Setor do Farol. Rio Largo, AL, 2020.

Costa C. R., Santos I. M.; Simulação de vazão e pressão de um sistema de abastecimento de água em ambiente SIG. Disponível em: <<https://1library.org/document/q26k7npz-simulacao-vazao-pressao-sistema-abastecimento-agua-ambiente-sig.html>>. Acesso em: 07 de março de 2023.

DORCA, C. C.; LUZIVOTTO JR, E. e ANDRADE, J. GP. “Aspectos da implantação de um sig em pequenos e médios abastecimento de água”. São Paulo: Universidade Federal de Campinas. Disponível em:<<https://www.yumpu.com/pt/document/read/36980355/aspectos-da-implantaaao-de-um-sig-em-pequenos-e-lenhs-ufpb/5>>. Acesso em: 02 de março de 2023.

JORNALNH. Disponível em:
<<https://www.jornalnh.com.br/noticias/regiao/2021/06/16/como-funciona-o-sistema-de-tratamento-de-esgoto.html>>. Acessado em 2 de março de 2023.

VIEIRA, L. L. (2011). Sistemas de Informação Geográfica como suporte à gestão de sistemas de abastecimento de água. O caso da freguesia de Meirinhas, Pomba.

SHAMSI, U. M (2005) – GIS Applications for Water, Wastewater and Stormwater Systems, CRC Press

BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Disponível em: Acesso em: 21 maio de 2023.

GONÇALVES, Juliano Costa. A especulação imobiliária na formação de loteamentos urbanos: um estudo de caso. 2002. 139 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, Campinas, 2002. Disponível em Acesso em 20 maio 2023.

BRASIL. Lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020. Palácio do Planalto da Presidência da República. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#art7> Acesso em: 21 maio 2023.

EOS. O que é e como funciona um sistema de abastecimento de água, (2017). Disponível em: <<https://www.eosconsultores.com.br/sistema-de-abastecimento-de-agua/>> Acesso em: 21 maio 2023.

Silva, Jucielho Pedro da. Sistemas de informações geográficas (SIG) como subsidio ao ordenamento territorial: aplicação nos sistemas de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário de São Fernando/RN / Jucielho Pedro da Silva. - Caicó, 2021. Disponível em:
<https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/45327/1/Sistemasinformacoesgeograficas_Silva_2021.pdf>. Acesso em: 03 Junho 2023.