

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

Mônica Vitart de Abreu Lima

**Potencialidades de Ferramentas SIG para Estudos de Concepção de Sistemas
de Esgotamento Sanitário**

Florianópolis

2022

Mônica Vitart de Abreu Lima

**Potencialidades de Ferramentas SIG para Estudos de Concepção de Sistemas
de Esgotamento Sanitário**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental

Orientador: Prof. Pablo Heleno Sezerino, Dr.

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Lima, Mônica

Potencialidades de Ferramentas SIG para Estudos de
Concepção de Sistemas de Esgotamento Sanitário / Mônica Lima
; orientador, Pablo Heleno Sezerino, 2022.

66 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental,
Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Engenharia Sanitária e Ambiental. 2. Estudos de
Concepção de Sistemas de Esgotamento Sanitário. 3. SIG. I.
Sezerino, Pablo Heleno. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental.
III. Título.

Mônica Vitart de Abreu Lima

Potencialidades de Ferramentas SIG para Estudos de Concepção de Sistemas de Esgotamento Sanitário

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de “Engenheira Sanitarista e Ambiental” e aprovado em sua forma final pelo Curso Engenharia Sanitária e Ambiental.

Florianópolis, 12 de dezembro de 2022.

Prof.(a) Dr (a) Maria Elisa Magri
Coordenação do Curso

Banca examinadora

Prof. Pablo Heleno Sezerino, Dr.
Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.(a) Maria Elisa Magri Dr.(a)
Avaliadora

Universidade Federal de Santa Catarina

Eng.(a) Leticia Alessandra Ávila dos Santos
Avaliadora

Florianópolis, 2022.

AGRADECIMENTOS

Não me faltam motivos para agradecer. Primeiramente queria agradecer a Deus por me conceder o dom da vida, em segundo lugar a minha família que foi fonte infinita de amor e cuidados que me permitiram chegar até aqui. Minha mãe Anne e meu pai Guilherme, pilares fundamentais na minha caminhada, aos meus irmãos que com o passar dos anos se tornaram amigos próximos e meus companheiros.

Aos meus amigos que me acompanham desde o primeiro semestre: Eduardo Scotti, Larissa Lis, Larissa Walzburiech, Lidyana Schlichting, pessoas incríveis que possuo grande estima e admiração. As melhores amigas que a faculdade poderia me proporcionar: Martina Landriel e Victória Becher, as quais pude compartilhar inúmeros choros, conversas, desabafos e vitórias durante esses últimos anos de graduação. Aos meus colegas de turma da 16.2 que foram pessoas maravilhosas que tive o prazer de conhecer nesses anos de UFSC. Aos meus primos do coração: Heloísa, Gabriel, Leonardo e Nathalia por esses anos de companheirismo e amizade durante a faculdade, não teria conseguido sem vocês. Aos meus grandes amigos presentes durante todos esses anos: Bruna, Lara, Luana, Tatiana, Gabe, Lucas Sell, Miguel, Flávio e todos os amigos que a vida me proporcionou e trouxeram mais cor e felicidade aos meus dias.

Aos meus colegas de trabalho, que durante o período de estágio foram como uma família, criando um ambiente amistoso de trabalho. Obrigada por todos os cafés, aniversários, lanches, *happy hours*. Obrigada a Leticia e a Elisa por todos os ensinamentos passados, vocês contribuem imensamente com meu aprendizado.

Ao meu orientador Pablo Heleno Sezerino pelas ótimas conversas, aulas, aprendizados e direcionamentos que me permitiram realizar este trabalho. Também gostaria de agradecer aos professores Rodrigo Mohedano, Maria Elisa Magri, Maria Eliza Nagel, Alexandra Finotti, Patrícia Uda e William Gerson Matias por serem educadores excepcionais.

À Universidade Federal de Santa Catarina pelo excelente ensino e extensão que me permitiu sempre almejar mais e conhecer tanto dessa profissão que hoje amo tanto!

“O correr da vida embrulha tudo.
A vida é assim: esquentada e esfria,
aperta e daí afrouxa,
sossega e depois desinquieta.
O que ela quer da gente é coragem”.
(ROSA, João Guimarães, 1956, p.293.)

RESUMO

O rápido desenvolvimento dos municípios sem um planejamento adequado, além da gestão inadequada do saneamento, são fatores que contribuem para o agravamento da qualidade da água dos corpos receptores. Devido a este fato são necessários estudos de concepção que forneçam proposições de sistemas de esgotamento sanitário em convergência com um crescimento planejado das cidades. Sob o prisma do acelerado crescimento populacional, o município da Palhoça/SC foi adotado como objeto de estudo, registrando um índice de atendimento para esgoto tratado de 72,88% (ANA,2021). Neste contexto, o trabalho visa contribuir com alternativas para a melhoria no processo de gestão do saneamento com a análise sobre a potencialidade de uso de ferramentas de geoprocessamento, para a elaboração de estudos de concepção de sistemas de esgotamento sanitário. Através de dados disponibilizados no Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) da Palhoça, fora realizada uma análise via Matriz SWOT para conhecimento dos principais desafios ligados ao tratamento de esgoto do município. Como resultado, evidenciou-se a necessidade de ampliação de sistemas de esgotamento sanitário a fim de reduzir o potencial lançamento de cargas orgânicas nos corpos hídricos. Por meio de ferramentas de sistema de informação geográfica como o QGIS e Google Earth Pro, foi identificado como ocorre o uso e a ocupação do solo no município, sendo este predominantemente marcado por cobertura florestal da mata atlântica em 47,33%, áreas rurais (agricultura e pastagem) em 27,17% e por áreas menores com grande concentração urbana (litoral e região setentrional) totalizando 13,89%. Através da ocupação se ponderou em como poderia se configurar o sistema de esgotamento sanitário, bem como qual seria a capacidade suporte dos corpos receptores visando o lançamento de efluentes tratados. A análise gerada pelo cruzamento das informações levantadas, tanto para os desafios do tratamento de esgoto do município da Palhoça, quanto a possível configuração do sistema de esgotamento sanitário, permitem auxiliar o poder público e setores de interesse privados no processo de tomada de decisão quanto a estudos de concepção de sistema de esgotamento sanitário.

Palavras-chave: Concepção de sistema de esgotamento sanitário; SIG; sistemas de esgotamento sanitário, Plano Municipal de Saneamento Básico; Palhoça.

ABSTRACT

The fast development of cities without adequate planning and inadequate sanitation management are factors that contribute for the worsening of the water quality of the receiving water bodies. Due to this fact, are required design of sewer systems and wastewater treatment that provide proposals for sanitary sewage systems in combination with a planned growth of cities. In the view of accelerated population growth, the city of Palhoça/SC was chosen as the object of study due the population growth rate, besides the ability to treat sewage only of 72.88% of the domestic wastewater generated (ANA, 2021). In this context, this work aims to contribute with alternatives for the improvement of the sanitation management process with the analysis on the potentiality of using geoprocessing tools, for the elaboration of sanitary sewage systems design studies. Through data available in the Municipal Sanitation Plan (PMSB) of Palhoça, it was possible to conduct an analysis via SWOT Matrix framework for knowledge of the main challenges linked to sewage treatment in the municipality. As a result, it became evident the need to expand the sewage systems in order to reduce the potential discharge of organic loads in water bodies. The tools used in the current paper are QGIS and Google Earth Pro, they helped to provide how the use and occupation of the soil occurs in the municipality, which is predominantly marked by forest cover of the Atlantic Forest in 47.33%, rural areas (agriculture and pasture) in 27.17% and smaller areas with high urban concentration (coast and northern region) totaling 13.89%. Through the occupation, it was considered how the sanitary sewage system could be configured, as well as what would be the carrying capacity of the receiving water bodies for the release of treated effluents. The analysis generated by the crossing of the information collected, both for the challenges of sewage treatment in the municipality of Palhoça, as well as the possible configuration of the sewage system, allows to assist the public power and private interest sectors in the decision making process regarding the studies of conception of the sewage system.

Palavras-chave: Design of sewage system; GIS; wastewater treatment system; Palhoça.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fluxograma de Sistemas de Coleta e Transporte de Esgoto	21
Figura 2 – Sistemas de Esgotamento Sanitário	24
Figura 3 – Exemplos de Elementos Constituintes do SES individual	25
Figura 4 – Exemplo de Elementos Constituintes do SES coletivo	26
Figura 5 – Desenvolvimento de um Modelo em SIG	30
Figura 6 – Modelagem de Projetos em SIG	31
Figura 7- Fases da Revisão Integrativa	33
Figura 8 – Mapa de Localização da Palhoça	34
Figura 9 – Formas de Esgotamento no Meio Urbano	35
Figura 10 - Formas de Esgotamento no Meio Rural	36
Figura 11 – Sistemas de Esgotamento Sanitário da Palhoça	38
Figura 12 – Dados raster do MapBiomas	43
Figura 13 – Exportação da Camada Raster	44
Figura 14 – Setores Censitários IBGE	45
Figura 15 – Fluxograma do método de delimitação de bacias hidrográficas	48
Figura 16 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo para o ano de 2021:	50
Figura 17- Comparativo do uso do solo (2011 x 2021):	51
Figura 18 – Setores Censitários Palhoça	53
Figura 19 – Comparativo Metodologias e Sistema Existente no Município	54
Figura 20 – Hidrografia do Município	57
Figura 21 – Espacialização das ETEs no município	58
Figura 22 – Sub-bacias da Palhoça	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparativo entre os SES Centralizados e no Lote	23
Quadro 2 – Matriz SWOT do Panorama de Esgotamento Sanitário para o Ambiente Interno	40
Quadro 3 - Matriz SWOT do Panorama de Esgotamento Sanitário para o Ambiente Externo	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo per capita	19
Tabela 2 – Comparativo uso e ocupação do solo (2011 x 2021)	52
Tabela 3 – Vazão $Q_{7,10}$ regionalizada	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
CAGECE Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CASAN Companhia Catarinense de Água e Saneamento
CONAMA Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSEMA Conselho Estadual do Meio Ambiente
CORSAN Companhia Riograndense de Saneamento
FUNASA Fundação Nacional da Saúde
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MDE Modelo Digital de Elevação
PLANSAB Plano Nacional de Saneamento Básico
PMSB Plano Municipal de Saneamento Básico
SAMA E Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SDE Secretária de Estado de Desenvolvimento Econômico Sustentável
SNIS Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	OBJETIVOS	17
1.1.1	Objetivo Geral	17
1.1.2	Objetivos Específicos	17
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1	ESGOTO SANITÁRIO	18
2.1.1	Contribuições de esgoto sanitário	18
2.1.2	Lançamento de Efluentes em Corpos Receptores	20
2.2	SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	21
2.2.1	Sistemas Individuais (descentralizado no lote)	24
2.2.2	Sistemas Coletivos	25
2.3	PRINCIPAIS COMPONENTES DOS SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	26
2.3.1	Redes Coletoras	27
2.3.2	Estações Elevatórias de Esgoto (EEE)	27
2.3.3	Estações de Tratamento de Esgoto	28
2.4	ESTUDO DE CONCEPÇÃO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	28
2.5	SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA	29
2.5.1	TIPOS DE DADOS	31
<i>2.5.1.1</i>	<i>Dados Matriciais</i>	<i>31</i>
<i>2.5.1.2</i>	<i>Dados Vetoriais</i>	<i>31</i>
3	METODOLOGIA	32
3.1	LOCAL DE ESTUDO	33
3.2	SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA PALHOÇA	36
3.3	ANÁLISE SWOT DO PMSB DA PALHOÇA	38
3.4	FERRAMENTAS SIG	41
3.4.1	ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	41
<i>3.4.1.1</i>	<i>MapBiomias</i>	<i>41</i>
<i>3.4.1.2</i>	<i>IBGE</i>	<i>43</i>
3.4.2	ESTUDO DOS CORPOS RECEPTORES	45
<i>3.4.2.1</i>	<i>Estudo dos Corpos Receptores</i>	<i>45</i>
<i>3.4.2.2</i>	<i>Capacidade de Suporte</i>	<i>46</i>

4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4.1	ESTUDOS DEMOGRÁFICOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	48
4.1.1	MapBiomias	48
4.1.2	Setores Censitários	52
4.1.3	Discussão sobre as metodologias	53
4.1.3.1	<i>Inferências sobre o SES atual</i>	54
4.2	ESTUDO DOS CORPOS RECEPTORES	55
4.2.1	Corpos Receptores	55
4.2.2	Definição das bacias hidrográficas	58
4.2.3	Regionalização das vazões	60
5	CONCLUSÃO	61

1 INTRODUÇÃO

O rápido desenvolvimento das cidades sem um planejamento apropriado tem como consequência um aumento do lançamento das contribuições de esgoto, que nem sempre recebem o tratamento adequado, resultando em impactos negativos ao meio ambiente e aos corpos hídricos (TUCCI, 2008).

O esgoto doméstico é composto predominantemente por matéria orgânica, além de nitrogênio, fósforo, organismos patogênicos e elementos potencialmente tóxicos como os fármacos, os quais podem ou não ser removidos nas estações de tratamento de esgoto (GUEDES, 2017). O efluente final é encaminhado para o corpo receptor, normalmente um rio, córrego ou até mesmo a rede de drenagem de águas pluviais.

Por conseguinte, quando não removidos durante os processos de tratamento, os compostos remanescentes no esgoto podem causar alterações físicas, químicas e principalmente biológicas nos corpos receptores. Entre as principais alterações biológicas destaca-se a perda de biodiversidade aquática presente no corpo hídrico receptor (SANTOS et al., 2008).

Para tratar dessa problemática foi promulgada em território nacional a Lei nº 11.445 de 2007, conhecida como a lei do saneamento, que estabelece as diretrizes nacionais a serem seguidas a fim de atingir a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico, para que progressivamente todas as cidades tenham um destino adequado para os efluentes gerados.

No Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), presente nesta lei, são citadas medidas estruturantes, relacionadas ao planejamento, que servem como base para a gestão do saneamento, tomadas de decisão e prestação de serviços. Esse planejamento inicial permite a otimização da gestão e a possibilidade da melhoria contínua dos serviços de saneamento prestados.

O estudo de concepção de sistemas de esgotamento sanitário é uma ferramenta que auxilia no planejamento do sistema no local desejado através de estudos e conclusões referentes ao estabelecimento de todas as diretrizes, parâmetros e definições necessárias e suficientes para a caracterização completa do sistema a projetar (SOBRINHO; TSUTIYA, 2000).

Para a elaboração de estudos de concepção podem ser utilizados alguns instrumentos que visam facilitar esse processo, um exemplo seria o uso de

tecnologias como as ferramentas de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Segundo Sobrinho e Tsutiya (2000), ao serem empregadas essas tecnologias no saneamento, elas podem trazer maior eficiência, confiabilidade e rapidez na realização da modelagem dos sistemas.

SIG é uma ferramenta computacional que permite traduzir fenômenos complexos que ocorrem na natureza e no mundo real. No Brasil, seu uso apresenta um enorme potencial, uma vez que se trata de uma tecnologia de baixo custo que auxilia na tomada de decisões sobre problemáticas urbanas, rurais e ambientais (CÂMARA; DAVIS, 2001).

Ademais, de acordo com Abrahão apud Shamsi (2020), 80% dos dados das empresas de saneamento possuem correlação espacial e o SIG é o único sistema que permite armazenar, processar e analisar dados espaciais tornando imprescindível a sua usabilidade dentro do contexto da engenharia sanitária.

À vista disso, o presente trabalho se propôs a analisar a potencialidade e confiabilidade do emprego dessas ferramentas para os estudos de concepção de sistemas de esgotamento sanitário.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Apresentar a potencialidade do uso de ferramentas de geoprocessamento para a elaboração de estudos de concepção de sistemas de esgotamento sanitário.

1.1.2 Objetivos Específicos

Identificar informações que podem ser obtidas através de ferramentas SIG a fim de auxiliar estudos de concepção de sistemas de esgotamento sanitário.

Propor usos potenciais dessas ferramentas para auxílio de tomada de decisão em questões referentes ao uso do solo, proposição de sistemas de esgotamento sanitário e estudo dos corpos receptores.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ESGOTO SANITÁRIO

Segundo a NBR 9648 (ABNT, 1986, p.1) o esgoto sanitário é o despejo na forma líquida de efluentes domésticos, industriais, de água de infiltração e de contribuição pluvial parasitária. Enquanto a parcela de esgoto doméstico é de forma geral a água residuária proveniente de qualquer edificação, pública ou privada, que possui como instalações banheiros, lavanderias e cozinhas (FUNASA, 2004).

A composição do esgoto doméstico é majoritariamente formada por água e por uma pequena fração de matéria orgânica, sabões, plásticos, desinfetantes e entre outros materiais (JORDÃO; PESSOA, 1995). Esses compostos podem ser agrupados em poluidores e não-poluidores, biodegradáveis e não-biodegradáveis (SANTOS et al., 2008). É importante ressaltar que nas fezes, parte constituinte do esgoto doméstico, pode ocorrer a aparição de vermes, bactérias, vírus e outros seres que são associados à doenças de veiculação hídrica (CALDEIRA, 2017).

A disposição incorreta de efluentes sem tratamento adequado, os quais possuem como destino os corpos hídricos e o solo, podem acarretar em malefícios à saúde humana, impactos ambientais e socioeconômicos (FUNASA, 2004).

2.1.1 Contribuições de esgoto sanitário

O número de efluentes gerados e tratados de formas incorretas é diretamente proporcional aos impactos ocasionados. Sobre o quanto é gerado de esgoto pode-se afirmar que (SOBRINHO; TSUTIYA, 2000):

A contribuição do esgoto doméstico depende dos seguintes fatores:

- População da área de projeto;
- Contribuição per capita;
- Coeficiente de retorno água/esgoto;
- Coeficiente de variação de vazão.

Para as contribuições de esgoto doméstico, deve ser observada a população contribuinte que é formada pela: população que já se encontra residente do local, a população esperada através de projeções de crescimento populacional e a população

flutuante (que não tem como residência fixa a localidade a ser observada). (SOBRINHO; TSUTIYA, 2000).

Segundo Sobrinho e Tsutiya (2000) a contribuição de esgoto gerado depende do abastecimento de água, porém durante o processo de abastecimento e consumo existem perdas de águas. Devido a este fato, na realização do dimensionamento de sistemas de esgotamento deve ser utilizado o consumo efetivo de água multiplicado pelo coeficiente de retorno, que é a relação entre os volumes de esgoto recebidos na rede coletora e o volume de água efetivamente fornecido à população. A NBR 9649 (ABNT, 1986) recomenda uma taxa de retorno de 80%.

De acordo com a CASAN (2022) o consumo *per capita* de água é de 250 Litros por habitante por dia para regiões balneárias. Sendo considerado, utilizando a NBR 9649 (ABNT, 1986) e a orientação técnica de cálculo de contribuições de água e esgoto de Florianópolis (2016) uma contribuição *per capita* de 200 Litros por habitante por dia de esgoto. Para as demais regiões é calculado um consumo de 200 Litros por habitante por dia de água e 160 Litros por habitante por dia de esgoto gerado.

Adicionalmente, através dos dados de consumo *per capita* de água da CASAN (2022) e a taxa de coeficiente de retorno da NBR 9649 (ABNT, 1986) para cada estabelecimento é calculado um consumo e uma contribuição *per capita*, conforme representado na tabela 1.

Já para o consumo e contribuição efetiva *per capita*, que representa um valor mais próximo ao real, deve ser utilizado dados da companhia responsável pelo fornecimento de água e esgoto do local (SOBRINHO, TSUTIYA; 2000).

É importante mencionar, também, que a vazão de consumo de esgoto sofre variação de acordo com o horário, os dias, estações do ano, temperatura e outros fatores associadas a ela (SOBRINHO; TSUTIYA, 2000). Em decorrência disso são adicionados alguns coeficientes dados por K_1 , K_2 e K_3 , que ajudam a calcular a vazão máxima diária, máxima horária e mínima horária respectivamente.

Segundo a NBR 9649 (ABNT, 1986), é recomendado o uso de 1,2 para o coeficiente K_1 ; 1,5 para K_2 , e por fim 0,5 para K_3 .

Estabelecidos esses parâmetros é possível realizar o cálculo das contribuições de esgoto sanitário em uma determinada localidade.

Tabela 1 - Consumo per capita de água e esgoto segundo o tipo de estabelecimento.

ESTABELECIMENTO	PESSOA A SER CALCULADA	CONSUMO PER CAPITA DE ÁGUA (L/unidade/dia)	CONTRIBUIÇÃO PER CAPITA DE ESGOTO (L/unidade/dia)
Aeroporto	Passageiro	15	12
Banheiro Público	Usuário	25	20
Bar	Freguês	15	12
Colégio interno, orfanato	Estudante/Residente	180	144
Escola	Estudante	80	64
Escritório	Empregado	50	40
Hospital, Clínica de Repouso, Consultório	Empregado	50	40
Hospital, Clínica/unidades de Repouso	Residente	400	320
Hotel	Hóspede	200	160
Hotel	Empregado	50	40
Indústria	Empregado	100	80
Lavanderia	Máquina	3000	2400
Lojas	Empregado	60	48
Restaurante	Refeição	40	32

Fonte: Adaptado de CASAN (2022).

2.1.2 Lançamento de Efluentes em Corpos Receptores

Após o tratamento adequado do efluente, o mesmo poderá ter como destinação a infiltração no solo e o lançamento em corpos hídricos. Para o efluente que é lançado em um corpo receptor pode-se apontar como legislações vigentes:

- CONAMA Nº 430/2011;
- Lei Estadual Nº 14675/2009 e;
- CONSEMA Nº 181/2021.

A resolução do CONAMA dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores, alterando parcialmente e complementando a resolução nº 357 de 2005, do mesmo órgão. E a lei estadual estabelece no Art.177º condições de lançamento dos efluentes que devem ser seguidos conforme a resolução nº 181 do CONSEMA.

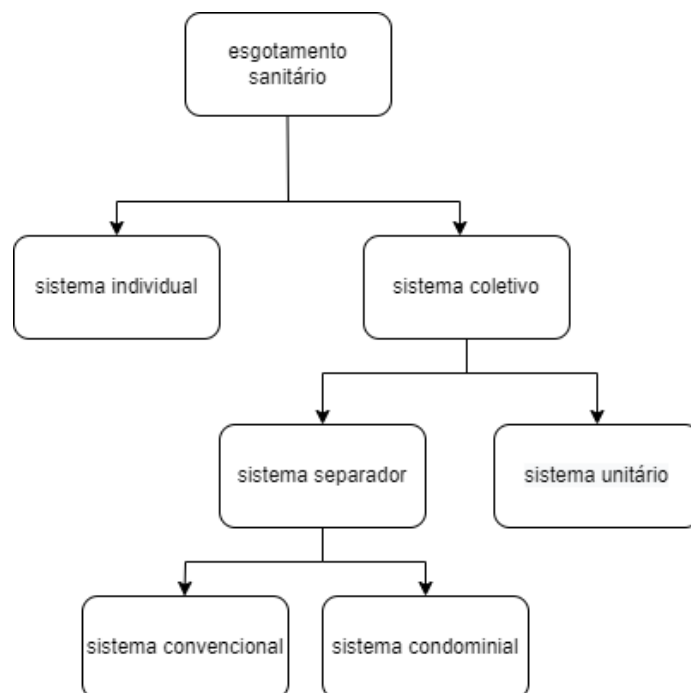
2.2 SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

De acordo com a Norma NBR 9648 (ABNT, 1986), Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) é o conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar somente esgoto sanitário a uma disposição final conveniente, de modo contínuo e higienicamente seguro.

O SES pode ser unitário ou separador absoluto. Um SES unitário recebe além da contribuição do esgoto recebe a água pluvial, já no separador absoluto há divisão entre essas duas contribuições. Cada um desses sistemas possui vantagens técnicas, econômicas e ambientais distintas, sendo amplamente utilizado no Brasil o sistema separador absoluto (VOLSCHAN et al., 2009).

No fluxograma exposto na Figura 1 pode ser observado uma classificação dos sistemas de coleta e transporte de esgoto:

Figura 1- Fluxograma de Sistemas de Coleta e Transporte de Esgoto



Fonte: Adaptado de von Sperling (2005).

O sistema convencional de coleta e transporte de esgoto é caracterizado pela ligação individual de cada residência ou estabelecimento à rede, essas tubulações que coletam o esgoto e encaminham para o destino, seguem o traçado das vias públicas (PEREIRA e SOARES, 2006). Na via pública também ocorre a presença de

sistemas de drenagem, redes de água e entre outros sistemas que devem ser observados durante projetos de redes. Além disso a manutenção desses sistemas costuma ser dificultosa, uma vez que elas se encontram nos eixos de rolagem das vias (GONDIM; JARDIM; ARANTES, 2010)

Segundo Azevedo Netto (1992) o sistema condominial busca reunir ramais de esgoto de mais de uma residência para que o esgoto doméstico concentrado seja enviado a um coletor tronco. Esse sistema é utilizado em condomínios de prédios, residências, vilas e entre outros.

Segundo von Sperling (2005) o SES ainda pode ser separado em:

- Centralizado;
- Descentralizado.

No primeiro sistema, as águas residuais coletadas são transportadas para uma estação de tratamento de esgoto, que se localiza geralmente fora dos limites urbanos. No segundo sistema as águas residuárias são tratadas próximas a fonte (von SPERLING, 2005). Libralato et al (2012) apontam que há sistemas semi-centralizados onde o tratamento ocorre dentro de unidades centrais no município e, dessa forma, não é nem próximo a fonte e nem fora dos limites do município, como em concessionárias de água e esgoto que operam em bairros de municípios.

Os sistemas centralizados são preferencialmente empregados em locais com ampla ocupação do solo e alta densidade populacional. Os sistemas descentralizados ocorrem principalmente em áreas com baixa ocupação do solo e/ou densidade populacional reduzida e a disposição final em sua grande maioria ocorre no solo, por meio de sumidouros (FLORIANÓPOLIS, 2019). Quando não possui viabilidade para infiltração no solo torna-se necessária à implantação de desinfecção final e disposição em rede pluvial após consulta de viabilidade de uso (FLORIANÓPOLIS, 2019).

No Quadro 1 é possível ver uma comparação entre sistemas centralizados e no lote:

Quadro 1 – Comparativo entre os SES Centralizados e no Lote

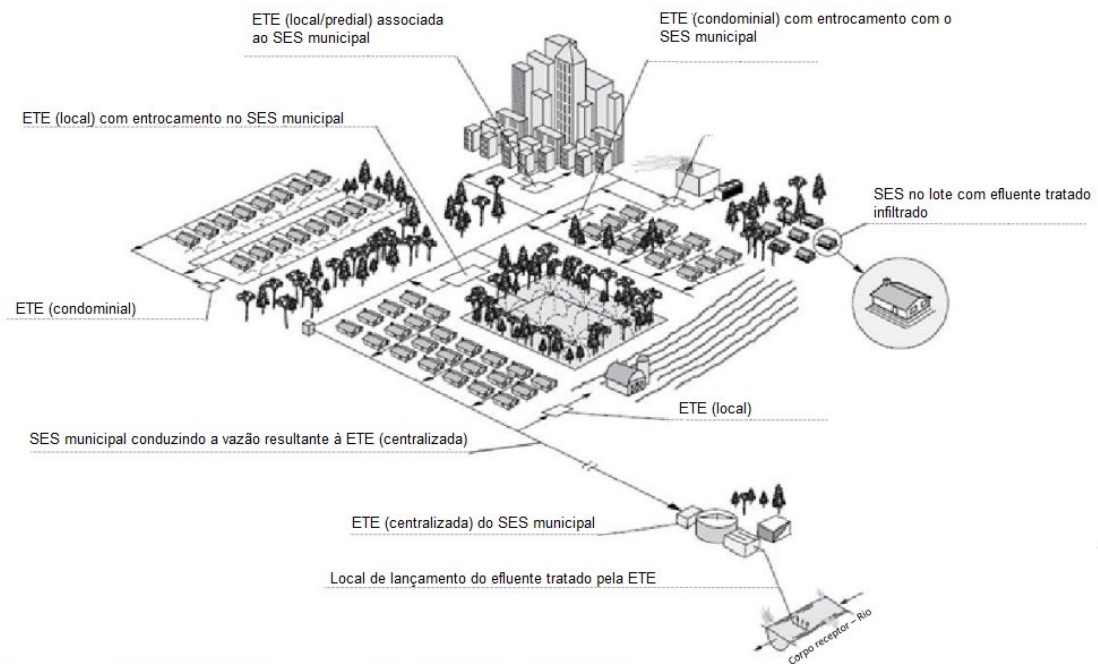
Sistema Centralizado	Sistema "On Site"
Disposição segura da água residuária tratada é principal objetivo	Reuso da água residuária tratada é geralmente um objetivo;
Nutrientes não removidos podem causar eutrofização dos corpos receptores; Remoção de nutrientes e outros poluentes têm sido cada vez mais requeridos; Reuso necessitará canalização adicional e bombeamento;	Nutrientes podem ser reciclados e retornar a terra, ou ser separados na fonte;
Água residuária pode estar contaminada com esgoto industrial descartado na rede;	Contaminação por substâncias tóxicas pode ser minimizada pelo morador; Água residuária tratada e lodo podem ser aplicados na terra no local;
Entrada de água pluvial na rede é comum, resultando em excesso de fluxo	Água pluvial pode ser permeada para o subsolo ou receber outra disposição sustentável
Tido como certo pelas normas; Bem estabelecido pelas políticas governamentais; Agências do governo ou corporações são responsáveis pelo gerenciamento;	Gerenciamento fragmentado dos tanques sépticos; Governo local responsável por aprovar instalações; Governo local responsável por aprovar instalações; O rápido desenvolvimento da tecnologia faz com que o sistema alcance a mesma performance do sistema centralizado, porém com gerenciamento insatisfatório; Gerenciamento centralizado é essencial;
Investimento considerável por parte do governo, e necessidade de associação para recuperar os custos;	Investimento do morador e expectativa de abandonar o sistema quando a rede de esgoto alcançar a propriedade;
Expectativa da comunidade para reuso da água em locais áridos pode levar o governo a considerar sistemas descentralizados.	Sustentabilidade ambiental dos sistemas descentralizados e on site, pode fazer as comunidades considerarem sua instalação.

Fonte: 2th IWA Conference on Sustainability (2006) apud Sezerino (2021).

A fim de obter a universalização do saneamento, muitos municípios como São Ludgero/SC, o qual é considerado um caso de sucesso em saneamento básico, optam por uma combinação de sistemas coletivos e individuais, centralizados e descentralizados. Para isso, no perímetro urbano do município foi adotado um sistema coletivo e nas áreas rurais sistemas rurais sistemas individuais (ASSEMAE, 2020).

Na Figura 2 é possível ver um exemplo de uma cidade com uma combinação de múltiplos modais de SES.

Figura 2 – Representação de múltiplos modais de Sistemas de Esgotamento Sanitário aplicáveis ao município



Fonte: Adaptado de Asano et. al (2007) apud Sezerino (2021).

Ao implantar um sistema de esgotamento sanitário em um município deve ser analisada uma série de fatores, visto que nem sempre é exequível implantar uma rede coletora de esgoto, por causa de alguns fatores como: uma pequena população a ser atendida, ou muito distante, altos custos de implantação, grandes distâncias de estações de tratamento de esgoto, questões topográficas e geológicas. Neste caso uma das soluções adequadas é a implantação de sistema de tratamento de esgoto descentralizados, compostas por fossas sépticas, filtro e sumidouro (PALHOÇA, 2015).

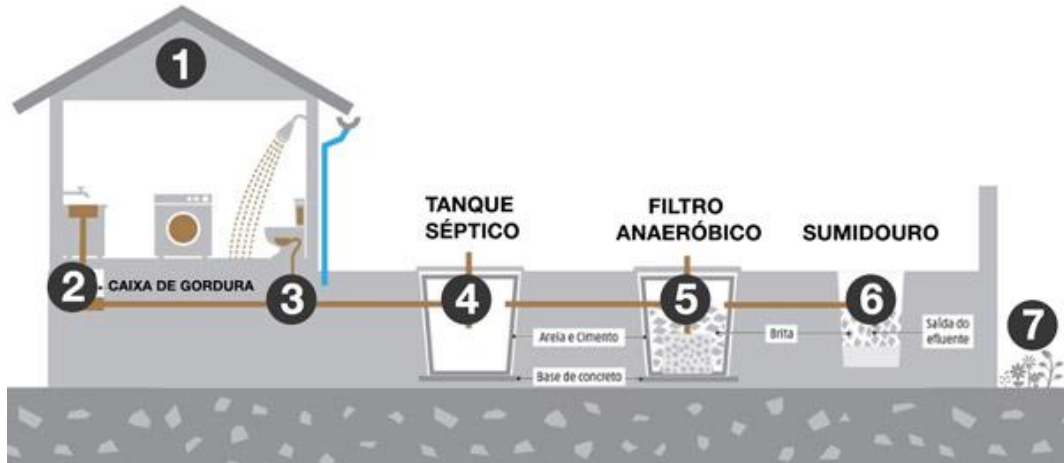
2.2.1 Sistemas Individuais (descentralizado no lote)

De acordo com Pereira e Soares (2006) os sistemas individuais são responsáveis por coletar e/ou tratar uma pequena contribuição de esgoto sanitário de imóveis domiciliares, comerciais e públicos.

Este tipo de sistema, muito comum em locais de baixa ocupação populacional ou de topografia desfavorável, geralmente atende um único imóvel, ou um pequeno conjunto de imóveis. Sua estrutura de tratamento é simplificada e ocorre

principalmente pelos sistemas fossa, filtro e infiltração no solo (FLORIANÓPOLIS, 2018), como exemplificado na Figura 3.

Figura 3 – Exemplos de Elementos Constituintes do SES individual



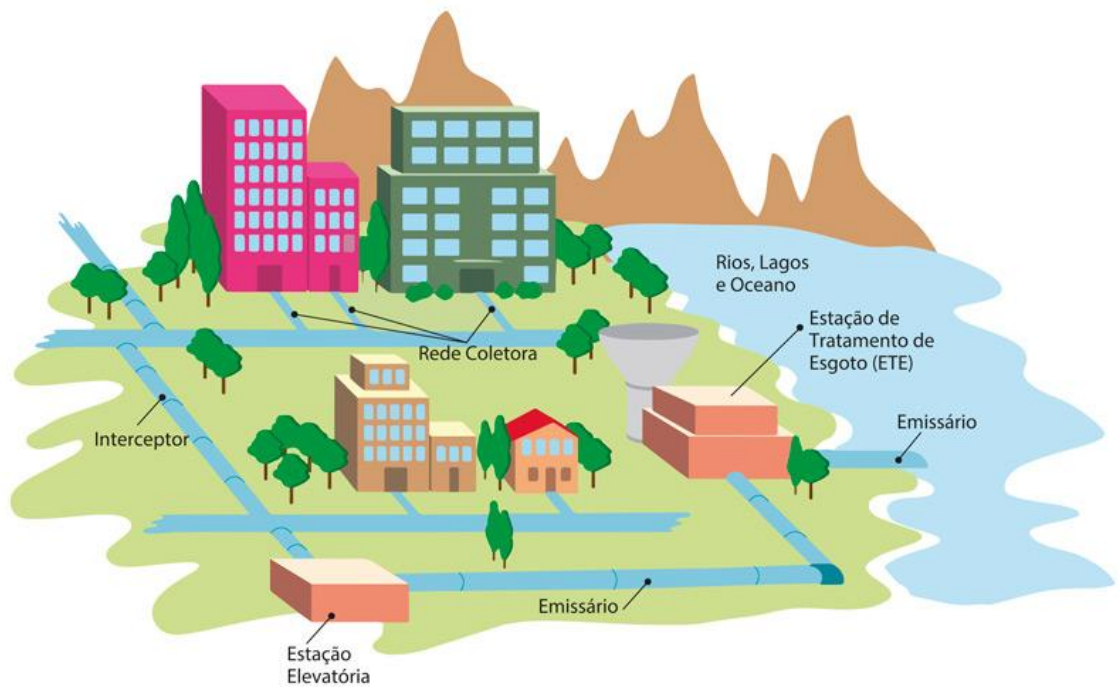
Fonte: Casan (2019).

O tratamento individual é utilizado em larga escala no Brasil, porém ele necessita ser corretamente operado e projetado para funcionar. Além disso, é necessário realizar periodicamente limpeza na fossa, pois, se houver acúmulo de lodos, o tratamento não ocorre corretamente ocasionando mau cheiro nas redes pluviais e poluição ambiental (CORSAN, 2021).

2.2.2 Sistemas Coletivos

Os sistemas coletivos foram planejados para atender locais com relevante densidade populacional. Em sistemas coletivos convencionais geralmente o tratamento é centralizado em uma estação de tratamento com uma rede coletora dimensionada a receber uma grande vazão (PEREIRA; SOARES, 2006). As principais unidades constituintes de um SES coletivo convencional são: rede coletora, interceptor, emissário, corpo de água receptor, estação elevatória e estação de tratamento de esgoto, como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 – Exemplo de Elementos Constituintes do SES coletivo



Fonte: CAGECE (2022).

A rede coletora do sistema coletivo deve ser dimensionada corretamente a fim de receber as contribuições e conseguir encaminhar até a Estação de Tratamento de Esgoto. Para casos em que por algum motivo o efluente não consegue seguir pela gravidade são empregadas estações elevatórias para auxiliar esse processo. O efluente tratado pode ser lançado em rios, lagos e oceanos através de emissários, desde que realizada a sua outorga e obedecidos a parâmetros de lançamentos estabelecidos na CONAMA nº 430/11 (FLORIANÓPOLIS, 2018).

2.3 PRINCIPAIS COMPONENTES DOS SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Segundo Sobrinho e Tsutiya (2000) os principais componentes de um SES dentro de um estudo de concepção são as redes coletoras, as estações elevatórias e as estações de tratamento.

2.3.1 Redes Coletoras

As redes coletoras de esgoto são definidas como o conjunto de canalizações destinadas a receber e conduzir esgotos domésticos (ABNT, 1986). Dentre essas canalizações destacam-se:

- **Interceptor:** Os interceptores são definidos como as canalizações do esgoto de grande porte as quais interceptam o fluxo dos coletores-troncos. Geralmente, os interceptores são instalados ao longo das margens dos corpos d'água, rodovias e vias que garantam que o fluxo de esgoto seja por gravidade, evitando os lançamentos pontuais diretamente nos córregos que atravessam a área urbana. (ABNT, 1992);
- **Emissário:** tubulação que recebe esgoto exclusivamente na extremidade de montante (ABNT, 1986);
- **Linha de Recalque:** As linhas de recalque são unidades que compõem o sistema de esgotamento sanitário e são definidas como um conjunto de tubulações, conexões, peças, acessórios e dispositivos necessários para garantir o perfeito bombeamento do esgoto, tendo, normalmente, início em um conjunto motobomba e término em um Poço de Visita (PV) ou em uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) (ABNT, 2018);
- **Coletor:** tubulação que recebe a contribuição de ligações prediais (ABNT, 1986);
- **Coletor-tronco:** tubulação que recebe a contribuição de esgoto de outros coletores (ABNT, 1986).

2.3.2 Estações Elevatórias de Esgoto (EEE)

As estações elevatórias de esgoto são unidades componentes dos sistemas de esgotamento sanitário utilizadas quando o escoamento das contribuições de esgoto não ocorre pela ação da gravidade, sendo necessário o uso de instalações responsáveis por transmitir ao líquido energia suficiente para garantir o escoamento. Estas unidades devem ser dimensionadas com concepção adequada para cada caso, utilizando equipamentos e métodos construtivos para que seus custos sejam os mínimos possíveis, sem perda de eficiência (PACHECO et. al, 2008).

Segundo Tsutiya e Sobrinho (2015) é necessária a utilização das EEE nos seguintes casos:

- Na execução de novas redes de esgotamento localizadas em cotas inferiores àquelas já implantadas;
- Locais planos e extensos, a modo de evitar que as tubulações atinjam grandes profundidades;
- Em casos de reversão de esgotos de uma bacia para outra;
- Na passagem para interceptores, emissários, ETEs ou em corpos receptores, quando for impossível o escoamento pela ação da gravidade.

2.3.3 Estações de Tratamento de Esgoto

De acordo com a NBR 12.209 (ABNT, 1992) as Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) são unidades de tratamento, equipamentos, órgãos auxiliares, acessórios e sistemas de utilidades cuja finalidade é a redução das cargas poluidoras do esgoto sanitário e condicionamento da matéria residual resultante do tratamento.

2.4 ESTUDO DE CONCEPÇÃO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Conforme a NBR 9648 (ABNT, 1986) o estudo de concepção é um instrumento que visa auxiliar na proposição de arranjos viáveis economicamente, socialmente e tecnicamente para o planejamento e desenvolvimento de um sistema de esgotamento sanitário em uma localidade.

O estudo de concepção é uma etapa do projeto de SES no Brasil, além dele devem ser realizadas as etapas de caracterização e diagnóstico, projeto básico, projeto executivo, estudos ambientais e pacote de licitação (SEZERINO, 2021).

Para realizar a concepção de um Sistema de Esgotamento Sanitário, deverá ser aproveitada a estrutura útil do local, levando em conta a viabilidade, as projeções e as eficiências do tratamento ao longo dos anos em que se prevê a validade do estudo de concepção (FUNASA, 2017).

Segundo Sobrinho e Tsutiya (2000), para um estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário é preciso definir:

- Dados e características da comunidade;

- Diagnóstico do sistema de esgoto existente;
- Estudos demográficos de uso e ocupação do solo;
- Definição de critérios e parâmetros do projeto;
- Cálculo das contribuições;
- Proposição de alternativas de concepção;
- Estudo dos corpos receptores.

O Ministério das Cidades (2011) recomenda a proposição de pelo menos 3 alternativas nos estudos de concepção, e dentre as alternativas a escolhida deverá surgir a partir de uma análise sobre o viés técnico, econômico, financeiro, social e ambiental.

Distintas ferramentas podem ser empregadas na elaboração de um estudo de concepção de esgotamento sanitário, destacando-se o Sistema de Informação Geográfica (SIG).

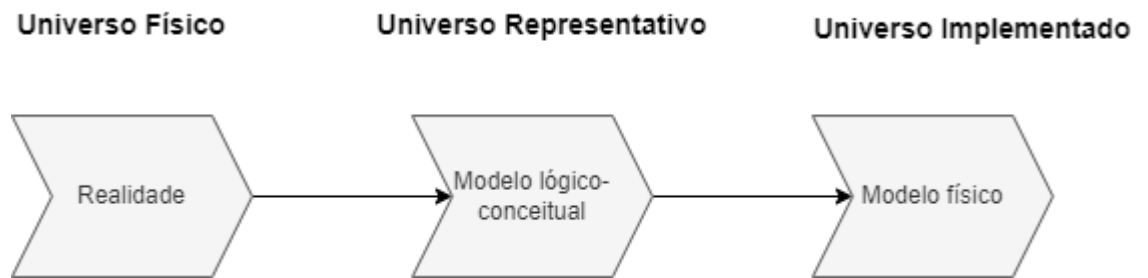
2.5 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) é uma ferramenta computacional capaz de lidar com dados georreferenciados através de argumentos matemáticos e computacionais (CÂMARA; MEDEIROS, 1998).

A informação geográfica presente no SIG apresenta um dado que possui uma localização geográfica bem definida, atributos associados a ele dentro de um banco de dados - que é uma coleção organizada de materiais - como informações e descrições, e uma topologia que relaciona o objeto com os demais objetos ao seu entorno dentro de um campo espacial (SOBRINHO; TSUTIYA, 2000). Geralmente essa informação geográfica permite a sua representação dentro de mapas, plataformas de *BI (Business Intelligence)*, estudos de modelos e demais formas de representação gráfica e espacial (ABRAHÃO, 2020).

Os modelos representados através do SIG visam representar fenômenos complexos da vida real (CÂMARA; DAVIS, 2001) e seu desenvolvimento ocorre através de informações observadas no mundo real que elaboram o universo físico e permitem a construção de um modelo lógico-conceitual que utiliza essas informações para implementar um modelo físico que traduz os fenômenos complexos através de uma representação simplificada (ABRAHÃO, 2020) como é possível observar na Figura 5:

Figura 5 – Desenvolvimento de um Modelo em SIG

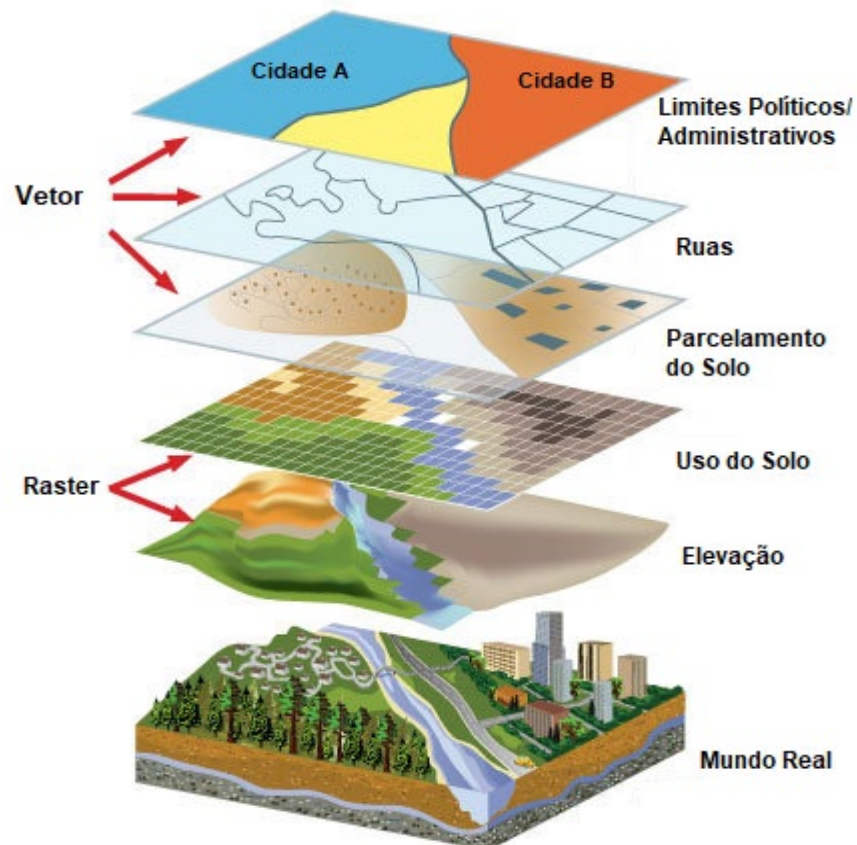


Fonte: Adaptado de ABRAHÃO (2020).

A elaboração desses modelos físicos acontece por meio de dados matriciais e vetoriais que permitem ser modelados seguindo uma lógica conceitual e possuem como característica uma localização bem definida no espaço topológico (CÂMARA; DAVIS; 2001).

Na Figura 6 é possível ver um exemplo de um projeto em SIG elaborado através de dados matriciais e vetoriais que exemplificam a realidade:

Figura 6 – Modelagem de Projetos em SIG



Fonte: Adaptado de Faisal (2016).

Através de uma coleção de dados *rasters* e *vetoriais* é possível obter diversas representações de elementos concretos de forma simplificada, que permitem ao usuário estudar e digitalizar as informações desejadas (ABRAHÃO, 2020).

2.5.1 TIPOS DE DADOS

2.5.1.1 *Dados Matriciais*

Segundo Abrahão (2020), dados matriciais provém de uma matriz de *pixels* que é uma imagem com uma resolução pré-definida a qual possui uma intensidade de coloração de 0 a 1024 tons posicionados dentro de uma coordenada espacial.

Essa imagem pode ser obtida através de sensores, como as imagens aéreas e de satélite (CÂMARA; DAVIS, 2001).

As aplicações dessas imagens no saneamento são inúmeras como aponta Abrahão (2020) como por exemplo: insumo de mapas-base, identificação de áreas atendíveis como novas ocupações e áreas rurais que se converteram em núcleos urbanizados; determinação de áreas irregulares, detecção de mudanças, mapeamento do uso e ocupação do solo, monitoramento de áreas (principalmente áreas protegidas, margens de represa, barragens e etc.), apoio operacional de áreas de manutenção, monitoramento da qualidade da água e monitoramento do volume de reservatórios.

2.5.1.2 *Dados Vetoriais*

Os dados vetoriais utilizam entidades formadas por pontos, linhas e polígonos para identificar localidades e objetos no espaço com uma alta precisão (QGIS, 2022).

Objetos discretos como rios, cidades, topos de montanhas podem ser representados por segmentos de linhas e permitir uma fácil visualização no espaço.

Atualmente é possível contar com diversos bancos de dados abertos vetoriais como da ANA, IBGE, INPE, CRPM e entre outros (BRASIL, 2022).

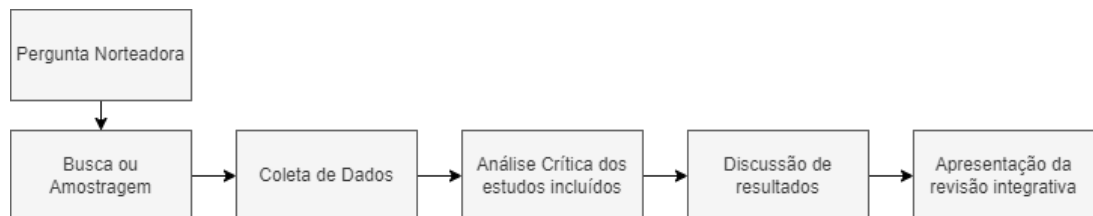
3 METODOLOGIA

O presente trabalho buscou, a partir da revisão da literatura, encontrar os principais usos potenciais das ferramentas SIG associadas aos estudos de concepção de esgotamento sanitário, além de identificar as oportunidades e desafios no uso dessas ferramentas.

Para realizar o trabalho visou-se primeiro realizar uma revisão integrativa, esse tipo de revisão é um método que proporciona a síntese de conhecimento e a incorporação da aplicabilidade de resultados de estudos significativos na prática (SOUZA; SILVA; CARVALHO, 2010).

Segundo Pompeo, Rossi e Galvão (2007) as revisões integrativas configuram-se por ser um método de revisão com mais possibilidades, pois permitem incluir na análise a literatura teórica e empírica assim como estudos com diferentes abordagens metodológicas tanto quantitativamente quanto qualitativamente. Os estudos inclusos na revisão são analisados de forma sistemática. Na Figura 7 é possível ver um passo-a-passo desse método:

Figura 7- Fases da Revisão Integrativa



Fonte: Adaptado de Mendes, Silveira e Galvão (2008).

Para a pergunta norteadora deste trabalho foi utilizada “Como as ferramentas SIG podem auxiliar em estudos de concepção de esgotamento sanitário?”. A partir disso realizou-se uma pesquisa exploratória por palavras-chaves em base de dados, leitura de livros, artigos, estudos de concepção e dados que poderiam ser utilizados no trabalho.

Os dados vetoriais e matriciais utilizados no trabalho, foram manipulados dentro de um ambiente SIG onde priorizou-se ferramentas que seriam de acesso livre como os *softwares QGIS e Google Earth Pro*.

Para exemplificar o Estudo de Concepção de SES buscou-se um município com uma relativa densidade populacional, optando-se para um valor de densidade superior a 400 hab/km². Em decorrência disso foi optado pelo município da Palhoça, localizado na Grande Florianópolis.

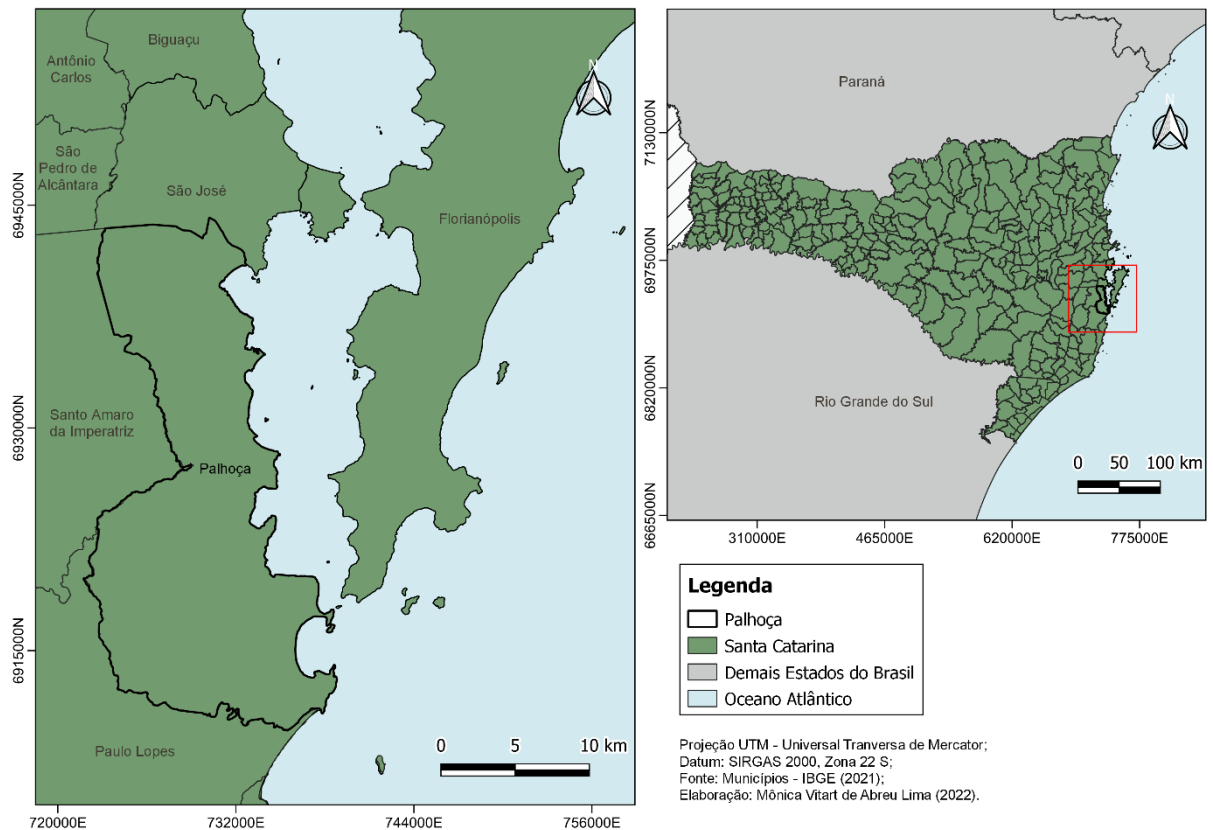
E por fim, realizou-se uma análise dos dados obtidos e manipulados através das ferramentas SIG, objetivando a utilidade e confiabilidade dos mesmos dentro de estudos de concepção de sistemas de esgotamento sanitário.

3.1 LOCAL DE ESTUDO

Para exemplificar usos potenciais das ferramentas SIG para Estudos de Concepção propostos no presente trabalho foi escolhido o município da Palhoça/SC para a elaboração de mapas e interpretações.

Atualmente, a Palhoça conta com 178.679 habitantes e se trata do município da Grande Florianópolis que teve o maior crescimento populacional nesses últimos anos de acordo com dados do IBGE (2021). Na Figura 8 é possível ver a localização do município.

Figura 8 – Mapa de Localização da Palhoça/SC

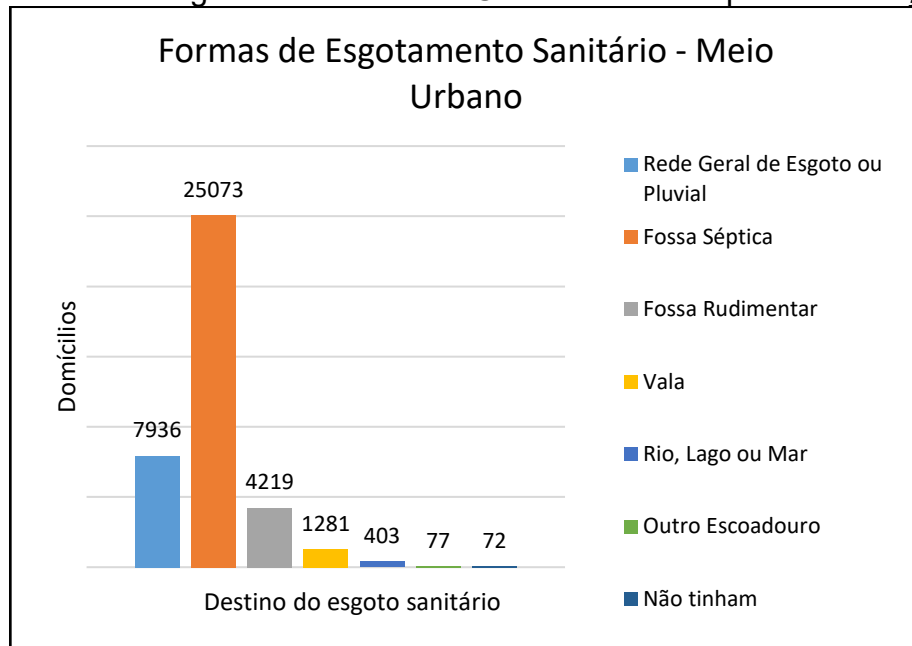


Fonte: Autoria Própria (2022).

Conforme dados do IBGE (2021), o município da Palhoça possui uma porção territorial de 394,850 km², perfazendo uma densidade populacional de cerca de 452 hab/km², e faz fronteira com os municípios de São José, Santo Amaro da Imperatriz e Paulo Lopes, possuindo uma boa parte do município banhada pelo Oceano Atlântico.

O município sofre com problemáticas relacionadas ao tratamento de esgoto da cidade, com um índice de atendimento de 72,88%, contabilizando tratamentos coletivos e individuais, que são respectivamente 9,00% e 63,88% do esgoto tratado no município (ANA, 2021). Segundo o Censo do IBGE (2010) essas eram as principais formas de tratamento do esgoto sanitário no município no meio urbano e rural respectivamente (Figura 9 e Figura 10):

Figura 9 – Formas de Esgotamento no Meio Urbano no município de Palhoça/SC.

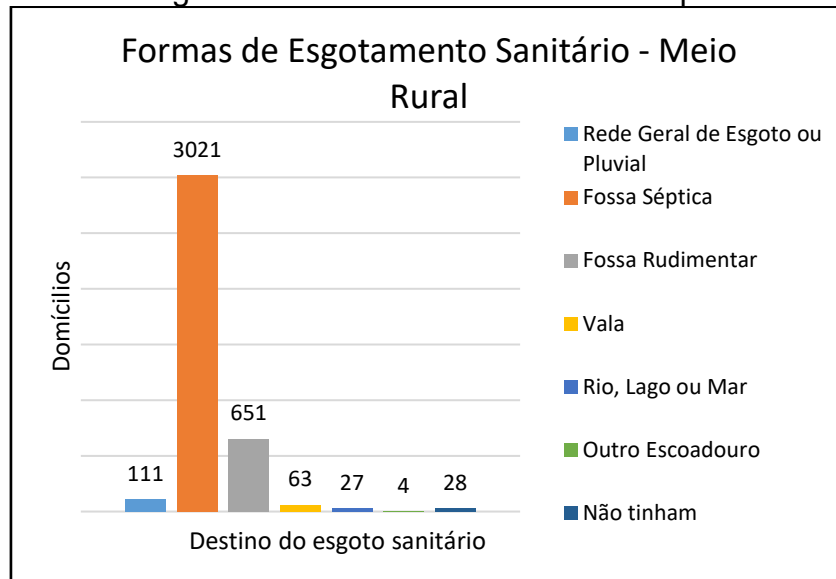


Fonte: IBGE (2010).

No meio urbano foram registrados 39.601 domicílios e a forma mais comum de destino do esgoto sanitário é a fossa séptica, que representou 64,19% das formas de tratamento pesquisadas no censo do IBGE de 2010, em seguida foi verificada que a segunda forma mais comum era no sistema coletivo (rede geral de esgoto ou pluvial) com 20,32%. Foi constatado, também, um grande índice de fossas rudimentares, valas e deposição direta em rios, lagos ou mar com 15,11%, já outros tipos de escoadouro representaram 0,20% dos tipos de destino registrados e 0,18% (72 domicílios) simplesmente não apresentavam nenhum tratamento (IBGE, 2010).

Já no meio rural a forma mais comum registrada de destinação foi a fossa séptica com 77,36% dos domicílios consultados, em seguida veio a fossa rudimentar com 16,67%, em terceiro lugar foi verificado a ligação na rede geral com 2,84% e por fim 0,69% lançavam diretamente em rios, lagos ou mar e uma pequena porcentagem (0,72%) não possuíam nenhum tipo de tratamento ou destino do esgoto e 0,10% enviavam para outro escoadouro (IBGE, 2010).

Figura 10 - Formas de Esgotamento no Meio Rural no município de Palhoça/SC.



Fonte: IBGE (2010)

O lançamento do esgoto em vala exposta ou diretamente em corpos receptores não é considerado uma solução tecnicamente adequada e oferece riscos ambientais (SILVA; GUTIERREZ; PEREIRA, 2017). O mesmo fato acontece com as fossas rudimentares as quais consistem em um orifício no solo onde é despejado o esgoto sem tratamento, contaminando o solo e o lençol freático (EMBRAPA, 2020).

O lançamento de esgoto sem o adequado tratamento altera a qualidade da água nas áreas urbanas, e tem como consequências impactos na saúde da população, poluição ambiental e dificulta o atendimento de usos a jusante, como abastecimento humano, balneabilidade, irrigação, dentre outros usos que o corpo hídrico possui (ANA, 2022).

Em decorrência dos pontos levantados, melhorias no sistema de esgotamento sanitário são fundamentais para promoverem a otimização da saúde pública e atingir a universalização do saneamento.

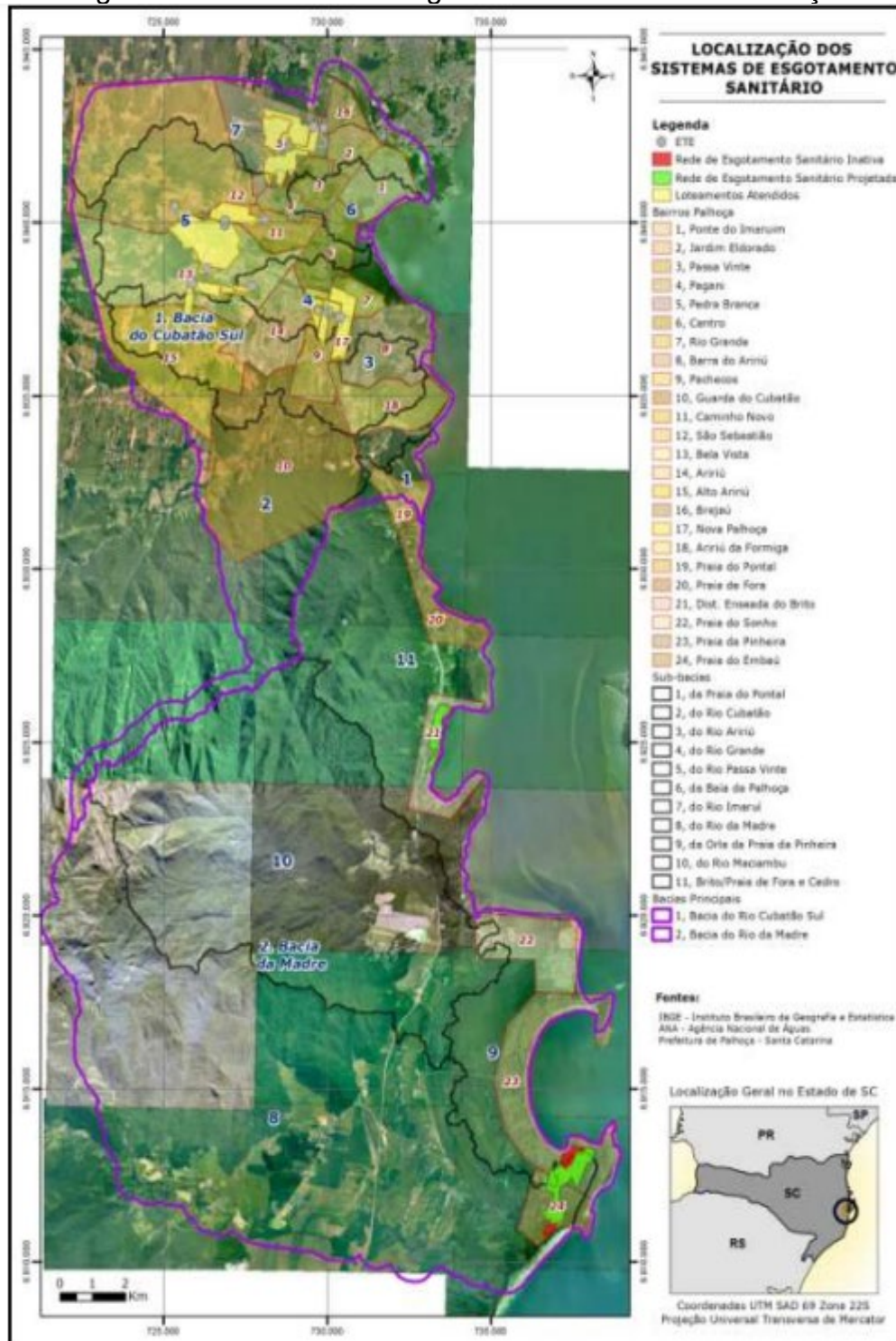
3.2 SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA PALHOÇA

Para conhecimento mais aprofundado dos sistemas de esgotamento existentes da Palhoça realizou-se uma análise prévia do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do município.

Segundo o PMSB da Palhoça (2015), o município de Palhoça conta com 13 SES, sendo 7 desses sistemas de esgotamento sanitário sob gestão do SAMAE

(Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto), 4 desses sistemas estão sob responsabilidade dos loteadores. Na Figura 11 é possível observar a localização desses sistemas:

Figura 11 – Sistemas de Esgotamento Sanitário da Palhoça



Fonte: PMSB Palhoça (2015)

Os sistemas que a SAMAE gere no município da Palhoça são (PALHOÇA, 2015):

- SES Madri;
- SES Terra Nova;
- SES Nova Palhoça;
- SES Jardins;
- SES Firenze;
- SES Porto das Águas.

Como é possível observar na Figura 11 e no PMSB (2019), muitas localidades estão sem atendimento via sistema de esgotamento sanitário, mesmo locais de alta densidade populacional como a Praia do Sonho. Um dos grandes desafios também está na expansão do tratamento para mais localidades. Na ausência do tratamento adequado em face ao alto crescimento populacional, o cenário de contaminação de corpos hídricos por lançamentos clandestinos de esgoto pode estar sendo agravado. Para isso foram traçadas pelo município proposições de alternativas com planos para ETEs nas localidades da Guarda do Cubatão, Brejaru, Ponte do Imaruim, Caminho Novo, Ponta do Papagaio e Pinheira.

3.3 ANÁLISE SWOT DO PMSB DA PALHOÇA

A Análise SWOT ou Análise PFOA (Potencialidades, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças) é uma ferramenta interpretativa com o objetivo de auxiliar no planejamento estratégico de corporações ou empresas, mas, devido à sua facilidade, passou a ser utilizada para qualquer tipo de configuração de cenários (ITUPEVA, 2010).

Tendo em vista a simplicidade de visualização de pontos de grande relevância empregou-se a análise SWOT aplicada ao Plano Municipal de Saneamento Básico da Palhoça (2015) e no Atlas de Esgoto da ANA (2022). O objetivo central está em elencar os potenciais desafios que poderiam ser auxiliados através de ferramentas SIG dentro de um contexto de um estudo de concepção de sistemas de esgotamento sanitário posterior ao plano municipal de saneamento básico.

Para realizar essa análise foi utilizada a metodologia aplicada no PMSB de Itupeva (2010) para o panorama de esgotamento sanitário da Palhoça, como é possível observar nos quadros 2 e 3.

Quadro 2 – Matriz SWOT do Panorama de Esgotamento Sanitário para o Ambiente Interno

	Forças	Itens de Reflexão	Fraquezas
Ambiente Interno	1. Atendimento da demanda - Tem projetos e planos para aumentar o atendimento da demanda .		1. Atendimento da demanda - Muitos SES operam além da capacidade; - SES desativados por falta de manutenção; - Localidades urbanas e rurais sem atendimento e planejamento de sistemas.
	2. Perfil Institucional - No município há operadoras diferentes que conseguem diluir as atribuições e complementar o SES.	1. Atendimento da demanda 2. Perfil Institucional 3. Sistema operacional	2. Perfil Institucional - Ausência de dados de algumas operadoras em lote.
	3. Mobilização Social - Durante a elaboração do PMSB da Palhoça foi possível contar com a participação popular que conseguiu transmitir parte das problemáticas enfrentadas localmente.	4. Mobilização Social 5. Ocupação atual do espaço urbano/ Recursos Hídricos	3. Sistema operacional dos setores - Equipamentos em mau estado de conservação; - Lançamento de esgoto no sistema de drenagem de água pluvial; - Existência de fossas rudimentares e tratamentos inadequados.
			4. Ocupação atual do espaço urbano/ Recursos Hídricos - Lançamentos clandestinos de esgoto em corpos d'água.

Fonte: Autoria Própria (2022).

Quadro 3 - Matriz SWOT do Panorama de Esgotamento Sanitário para o Ambiente Externo

	<i>Oportunidades</i>	<i>Itens de Reflexão</i>	<i>Ameaças</i>
Ambiente Externo	1. Perfil Institucional - Há vários cursos e materiais disponíveis sobre sistemas individuais e operação correta de fossas sépticas.	1. Atendimento da demanda 2. Perfil Institucional 3. Sistema operacional 4. Ocupação atual do espaço urbano/ Recursos Hídricos	1. Atendimento da demanda - Município em expansão com uma grande população flutuante durante o verão.
			2. Perfil Institucional - Necessidade de fiscalização, principalmente dos lançamentos clandestinos.
			3. Sistema operacional dos setores - Interrupções do fornecimento de energia elétrica afetam os sistemas de saneamento básico municipal.
			4. Ocupação atual do espaço urbano/ Recursos Hídricos - Aumento de lançamentos clandestinos de esgoto em corpos d'água durante o verão.

Fonte: Autoria Própria (2022)

Através do cruzamento das informações via análise elaborada e observando os desafios do panorama de esgotamento sanitário da Palhoça, foram levantadas alternativas, incluindo: ferramentas SIG que poderiam auxiliar no planejamento do SES a fim de aumentar o atendimento de tratamento de esgoto e por fim ferramentas para auxiliar na outorga do lançamento de efluente tratado das ETEs planejadas de modo a aumentar o atendimento e diminuir o despejo clandestino.

3.4 FERRAMENTAS SIG

Com base no exposto anteriormente, o principal uso das ferramentas SIG no presente trabalho, analisando as condições que se encontram o esgotamento sanitário na Palhoça, tem como objetivo auxiliar no atendimento das demandas de esgotamento sanitário do município através de itens que atenderiam um estudo de concepção de esgotamento sanitário.

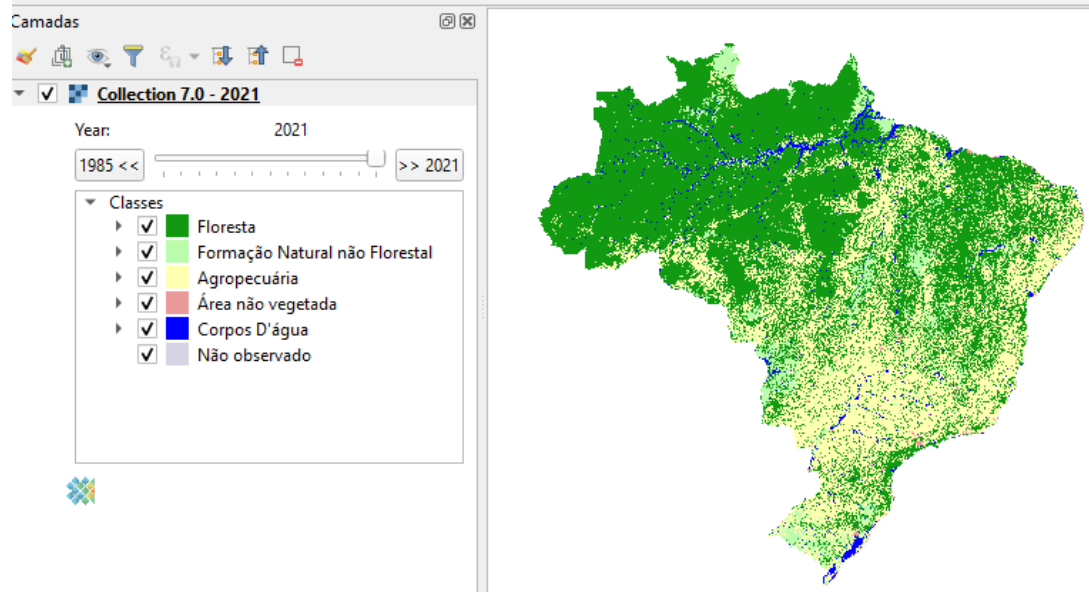
Por isso pensou-se em propor ferramentas para análise de uso e ocupação do solo, estudo dos corpos receptores e demanda outorgável, os quais são itens fundamentais em estudos de concepção de sistemas de esgotamento sanitário.

3.4.1 ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

3.4.1.1 *MapBiomias*

Com o intuito de realizar o estudo sobre o uso e ocupação da área do município de Palhoça empregou-se a imagem *raster* de Uso e Ocupação do Solo disponibilizado pelo MapBiomias do Brasil. O MapBiomias produz mapas anualmente dessa temática utilizando *Machine Learning* que classifica pixel a pixel as imagens do satélite *Landsat* através do *Google Earth Engine* (GEE) por uma metodologia já consolidada que consegue fornecer resultados com uma precisão entre 73,17% a 95,13%, dependendo do bioma analisado (SOUZA, 2020). Para o bioma da floresta atlântica, a qual se insere o município da Palhoça foi registrada uma acurácia de 87,30% na classificação do uso e ocupação do solo (SOUZA, 2020).

Para obter o arquivo *raster* do MapBiomias foi utilizado o complemento que o projeto desenvolveu para o QGis como demonstrado na figura 12.

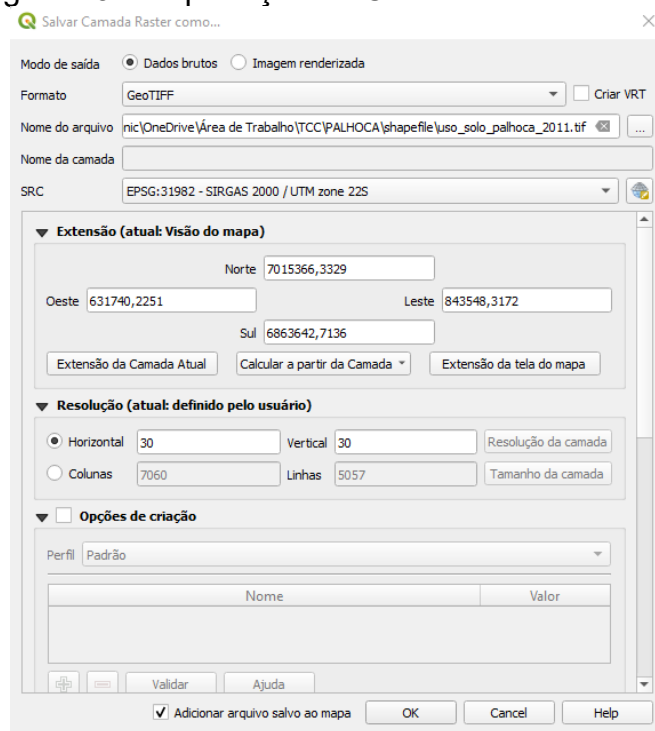
Figura 12 – Dados *raster* do MapBiomias

Fonte: Autoria Própria (2022)

O dado *raster* junto com a catalogação do MapBiomias proporcionou a informação necessária para a análise do uso de terras na Palhoça por meio da ferramenta QGIS. A ferramenta de geoprocessamento foi utilizada para analisar os dados provenientes da imagem *raster* fornecida pelo MapBiomias e realizar o cálculo das porcentagens de uso de solo de cada categoria.

Para isso, primeiro recortou-se a camada *raster* pela extensão de máscara do município da Palhoça e exportou a camada como demonstrado na Figura 13.

Figura 13 – Exportação da Camada Raster



Fonte: Autoria Própria (2022)

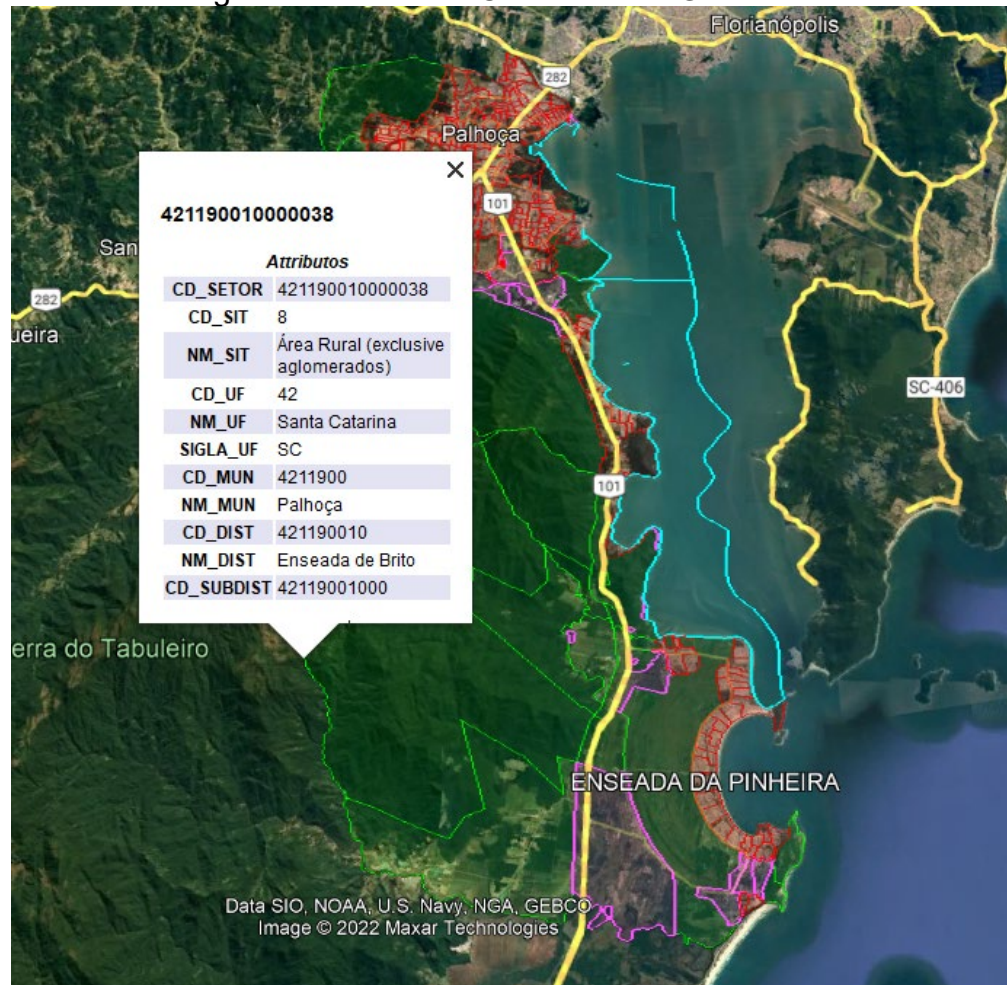
Foi selecionado o Sistema de Referência e Coordenadas (SRC) SIRGAS 2000, padrão do Brasil, para a zona 22 S que corresponde a zona a qual se insere o município em questão. Também foi alterada a resolução horizontal e vertical para a resolução da imagem raster do satélite *Landsat* fornecida pelo MapBiomias que é 30 x 30 metros.

Para realizar o cálculo de área de cada camada raster utilizou-se a ferramenta “Reportar camada *raster* de valor único” para obter a quantidade de *pixels* que são proporcionais a área de cada segmento.

3.4.1.2 IBGE

Pensando em planejamento urbano e regional, para a proposição de sistemas de esgotamento sanitário em áreas de densidade populacional relevante foi utilizada a classificação do IBGE de setores censitários que é disponibilizada no *site* do Instituto em formato *KML* que pode ser acessada no *Google Earth* ou em outro sistema GIS. Na Figura 14 é possível ver o dado bruto de classificação do IBGE no *Google Earth*:

Figura 14 – Setores Censitários IBGE



Fonte: Autoria Própria (2022)

De acordo com o IBGE (2013), a definição do setor censitário como urbano ou rural ocorre de acordo com a posição em relação ao perímetro urbano contido na legislação urbanística municipal. Para municípios sem uma legislação que regulamente essas áreas urbanas, cabe ao próprio IBGE, sujeito a aprovação municipal, estabelecer um “perímetro urbano para fins de coleta censitária” que leva em conta o parcelamento, uso efetivo do solo e densidade construtiva.

Segundo Pera e Bueno (2016) a classificação do IBGE é uma ferramenta bem utilizada para planejamento urbano que possibilita o cruzamento de variáveis do entorno urbanístico com características socioeconômicas e demográficas da população e do domicílio e pode vir a contribuir para a elaboração de políticas públicas municipais e metropolitanas. Porém, de acordo com os mesmos autores, essa mesma ferramenta apresenta algumas fragilidades por não fornecer dados para acompanhar a expansão das áreas urbanizadas.

3.4.2 ESTUDO DOS CORPOS RECEPTORES

3.4.2.1 *Estudo dos Corpos Receptores*

Para realizar o estudo dos corpos receptores buscou-se espacializar através do QGIS dados ligados à existência de ETEs que despejam os efluentes tratados, ETEs propostas e sistemas de captação de água existente para verificar se existe algum tipo de conflito entre esses sistemas.

Para obter a espacialização buscou-se dados georreferenciados disponíveis como os da ANA (2021) ao qual possui o registro das captações existentes com base em dados repassados pelo município, além dos dados no PMSB da Palhoça (2015) e no sistema de geoprocessamento corporativo da prefeitura da Palhoça.

No PMSB não foi dada a localização exata das alternativas das ETEs que são propostas para o município, apenas referências e através delas georreferenciou-se possíveis localizações no QGIS. No sistema de geoprocessamento corporativo da prefeitura foi encontrada uma carência de dados dessa área, não sendo possível aproveitar materiais do município na área de recursos hídricos.

No portal de dados abertos da ANA foi possível obter dados vetoriais dos cursos d'água e o nome dos principais rios e pontos de captação de água.

Com o nome dos cursos d'água fornecidos pelos dados vetoriais da ANA (2017), foi possível pesquisar se há o enquadramento em classes, de acordo com o estabelecido na CONAMA nº 357/2005 em alguma resolução estadual ou de comitê de bacias.

O Enquadramento dos Corpos de Água em Classes é um instrumento dentro da Política Nacional de Recursos Hídricos que objetiva auxiliar no planejamento de usos dentro da Bacia Hidrográfica e na preservação dos corpos hídricos.

Dentro da resolução nº 357 do CONAMA são classificados em classes os Corpos de Água de acordo com seu uso preponderante. As classes I, II, III e IV possuem um nível de exigência de padrões de qualidade, sendo as primeiras classes mais exigentes e com maior qualidade. Existe também a Classe Especial que é mais restritiva, não sendo permitido o lançamento de efluentes sobre ela porque a mesma deve conservar as características originais e por isso é um importante indicador de saúde dentro da Bacia Hidrográfica.

3.4.2.2 Capacidade de Suporte

Uma questão que permeia a outorga dos Recursos Hídricos é a definição da vazão outorgável, que visa garantir uma concessão segura, que não ultrapasse o que o corpo hídrico poderia ceder ou suportar. Para isso, se utiliza a vazão mínima representada pela vazão de estiagem, que pode ser dada pelas vazões de referência e da que representa os menores valores dos sete dias mais críticos do ano com um retorno de dez anos. Já as vazões de referência visam garantir que as vazões ocorridas no curso d'água sejam maiores que as tomadas de referência na maior parte do tempo (RIBEIRO, 2000).

No Estado de Santa Catarina, segundo o Decreto Estadual nº 9.748/1994, que posteriormente foi complementado pela portaria nº 043/2010 da Secretaria de Desenvolvimento Sustentável, os valores referentes aos parâmetros técnicos necessários para orientar as outorgas devem ser estabelecidos pelos Planos de Bacias Hidrográficas.

Segundo o Estudo da Regionalização de Vazões das Bacias Hidrográficas Estaduais do Estado de Santa Catarina (2006), o cálculo da vazão mínima é representado pela $Q_{7,10}$, que é a mínima média de 7 dias com um período de retorno de 10 anos. Para a região homogênea (M5) que se encontra a Palhoça é dado por:

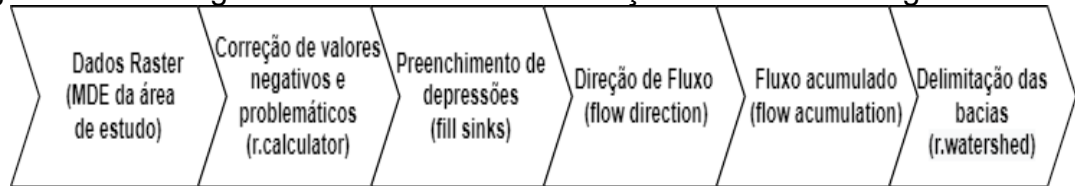
$$Q_{7,T} = (3,563 \times 10^{-3} \times AD^{1,119}) \cdot K_{7,T} \quad (1)$$

Onde:

- $Q_{7,T}$ = Vazões Mínimas Médias de 7 dias consecutivos com um período de retorno de "T" anos em m³/s;
- AD = Área de Drenagem km²
- $K_{7,T}$ = relação entre a vazão mínima média de 7 dias consecutivos com o período de retorno de "T" anos

As áreas de drenagem foram calculadas no QGIS com o módulo GRASS instalado a partir do método de delimitação das bacias hidrográficas utilizado por Fan (2017) e Boscolo (2020). Um fluxograma do método pode ser visualizado na Figura 15.

Figura 15 – Fluxograma do método de delimitação de bacias hidrográficas



Fonte: Autoria Própria (2022).

O Modelo Digital de Elevação utilizado no QGIS para realizar a delimitação das bacias foi o *Copernicus* DEM que segundo Grohmann (2018) é um dos melhores disponibilizados gratuitamente. Após a definição do MDE a ser utilizado, o mesmo foi tratado para corrigir valores negativos e problemáticos através da ferramenta “r.calculator” em seguida foi preenchida as depressões que poderiam atrapalhar a análise. Na sequência, foram aplicadas as ferramentas de direção de fluxo e o fluxo acumulado para gerar as bacias hidrográficas.

Com as áreas de drenagem foi possível calcular a vazão mínima regionalizada seguindo o Estudo da Regionalização de Vazões das Bacias Hidrográficas Estaduais do Estado de Santa Catarina (2006).

É importante destacar que esse método apresentado subestima os valores para bacias menores que 500 km², não sendo completamente adequado (SILVEIRA; TUCCI; SILVEIRA, 1998). Porém, há uma carência de dados fluviométricos na região o que faz com que outros municípios também realizem a regionalização das vazões por esse método, como foi possível verificar no Estudo de Concepção de Florianópolis (2019), o qual está localizado na mesma região homogênea.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

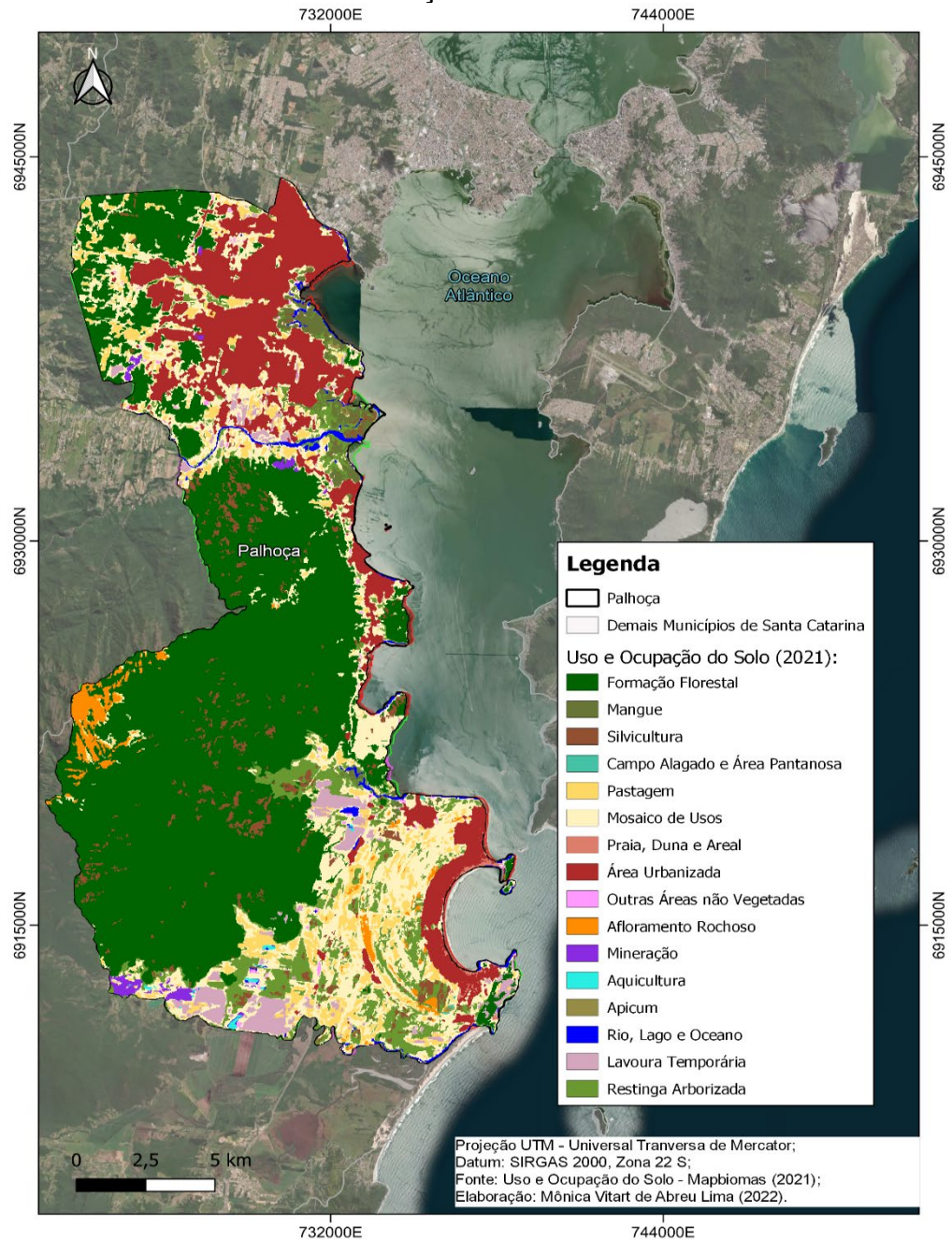
4.1 ESTUDOS DEMOGRÁFICOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Os sistemas de esgotamento sanitário dependem de uma série de fatores, e um deles é ligada a densidade populacional sendo muito empregado SES coletivos em lugares de alta densidade populacional e SES individuais em locais mais rurais/com menor densidade populacional. Por isso um dos objetivos do estudo demográfico de uso e ocupação do solo é verificar como se encontra essa ocupação dentro do município.

4.1.1 MapBiomias

Com o auxílio da imagem *raster* do MapBiomias e do QGIS foi possível obter o mapa de uso e ocupação do solo da Palhoça para o ano de 2021 como apresentado na Figura 16.

Figura 16 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo para o ano de 2021 no município de Palhoça/SC.



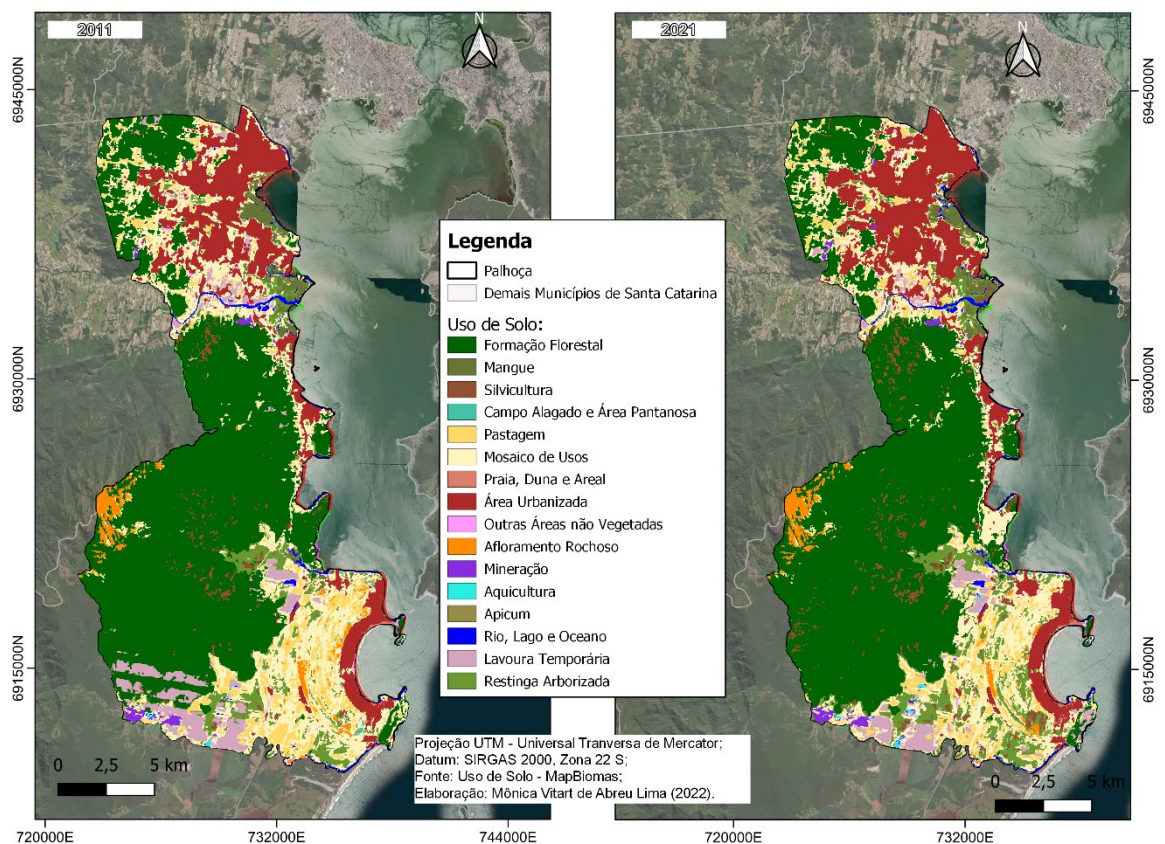
Fonte: Autoria Própria (2022)

É possível observar no mapa uma grande formação florestal que recobre o município e muitas áreas urbanas concentradas próximas ao litoral e na parte mais setentrional do município. Além disso existe uma presença bem significativa de áreas de pastagem e áreas que são uma mistura de agricultura e pastagem.

Através de estimativas dos IBGE (2021) foi possível observar um crescimento projetado da população de 21,65% em 10 anos, que passou de 139.990 em 2011 para 178.679 em 2021.

Para visualizar a expansão do município em 10 anos comparou-se com o uso e ocupação do solo registrado em 2011 com o de 2021 como é possível ver na Figura 17 e Tabela 2:

Figura 17- Comparativo do uso do solo observado para o município de Palhoça/SC para os anos de 2011 e 2021.



Fonte: Autoria Própria (2022)

Tabela 2 – Comparativo uso e ocupação do solo observado para o município de Palhoça/SC para os anos de 2011 e 2021.

Classes de Uso	2011		2021	
	Área (km ²)	Porcentagem	Área (km ²)	Porcentagem
1. Floresta				
Formação Florestal	176.76	47.93%	174.68	47.33%
Mangue	5.76	1.56%	5.12	1.39%
Restinga Arborizada	17.41	4.72%	25.06	6.79%
2. Formação Natural não Florestal				
Apicum	0.36	0.10%	0.23	0.06%
Afloramento Rochoso	6.13	1.66%	5.46	1.48%
3. Agropecuária				
Pastagem	21.62	5.86%	19.28	5.22%
Lavoura Temporária	16.28	4.41%	9.27	2.51%
Silvicultura	4.46	1.21%	9.41	2.55%
Mosaico de Agricultura e Pastagem	69.06	18.73%	62.36	16.89%
4. Área não vegetada				
Praia, Duna e Areal	0.46	0.12%	0.62	0.17%
Área Urbanizada	44.75	12.14%	51.28	13.89%
Mineração	1.58	0.43%	1.87	0.51%
Outras Áreas não Vegetadas	0.76	0.21%	0.99	0.27%
5. Corpo d'Água				
Rio, Lago e Oceano	3.17	0.86%	3.06	0.83%
Aquicultura	0.21	0.06%	0.41	0.11%

Fonte: Autoria Própria (2022)

O crescimento populacional estimado em 10 anos foi de 38.689 (IBGE, 2021) e segundo dados obtidos através do *raster* do MapBiomas as áreas urbanas cresceram 1,75% nesse mesmo período, também houve um aumento das demais áreas não vegetadas como as áreas de praia, duna e areal, de atividade mineradora e outras áreas sem vegetação.

Durante esse mesmo período analisado houve uma diminuição de 0,60% de áreas de formação florestal e 0,17% de áreas de mangue. Também houve decréscimo em todas as áreas correspondentes a atividade agropecuária.

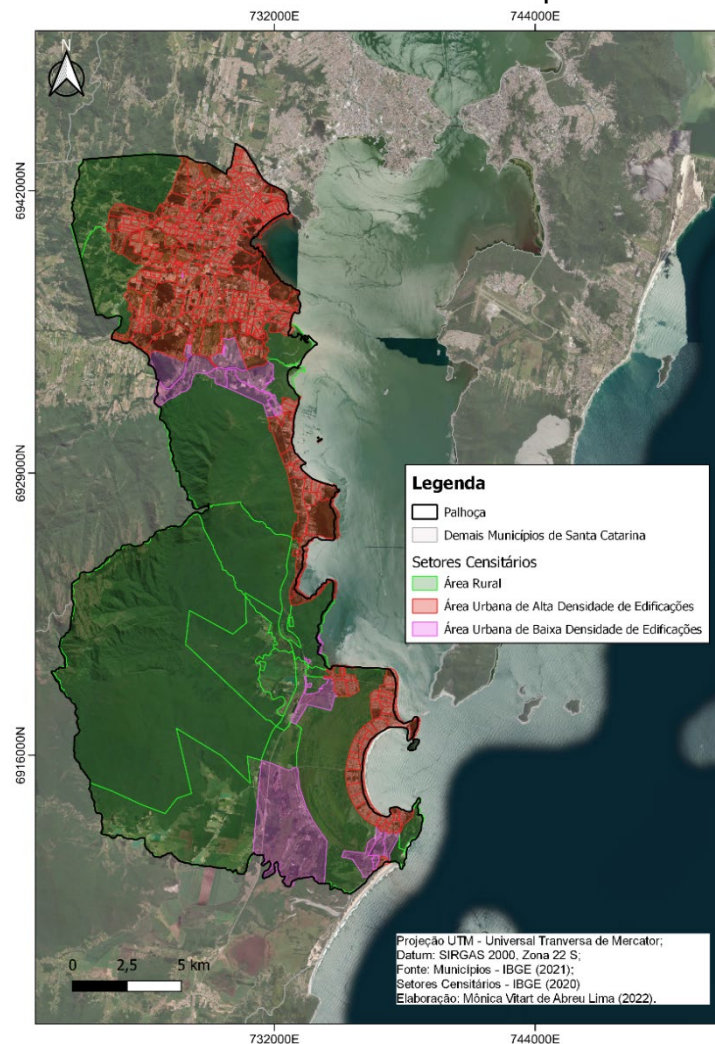
No mapa apresentado na Figura 17 é possível correlacionar as informações da tabela para compreender onde aconteceram essas mudanças no município. Na parte mais urbanizada ao norte da Palhoça é possível observar que houve um aumento sutil da urbanização nesta região, assim como nas demais manchas de urbanização. Já

na parte mais ao sul onde havia algumas lavouras temporárias em 2011 foi verificada uma diminuição da presença delas em 2021.

4.1.2 Setores Censitários

Como dito posteriormente, os setores censitários são muito utilizados para questões relacionadas ao planejamento urbano e posições de políticas públicas. Na Figura 18 é possível ver essa classificação dada pelo IBGE (2021) aplicada para o município da Palhoça

Figura 18 – Setores Censitários do município de Palhoça/SC.



Fonte: Autoria Própria (2022)

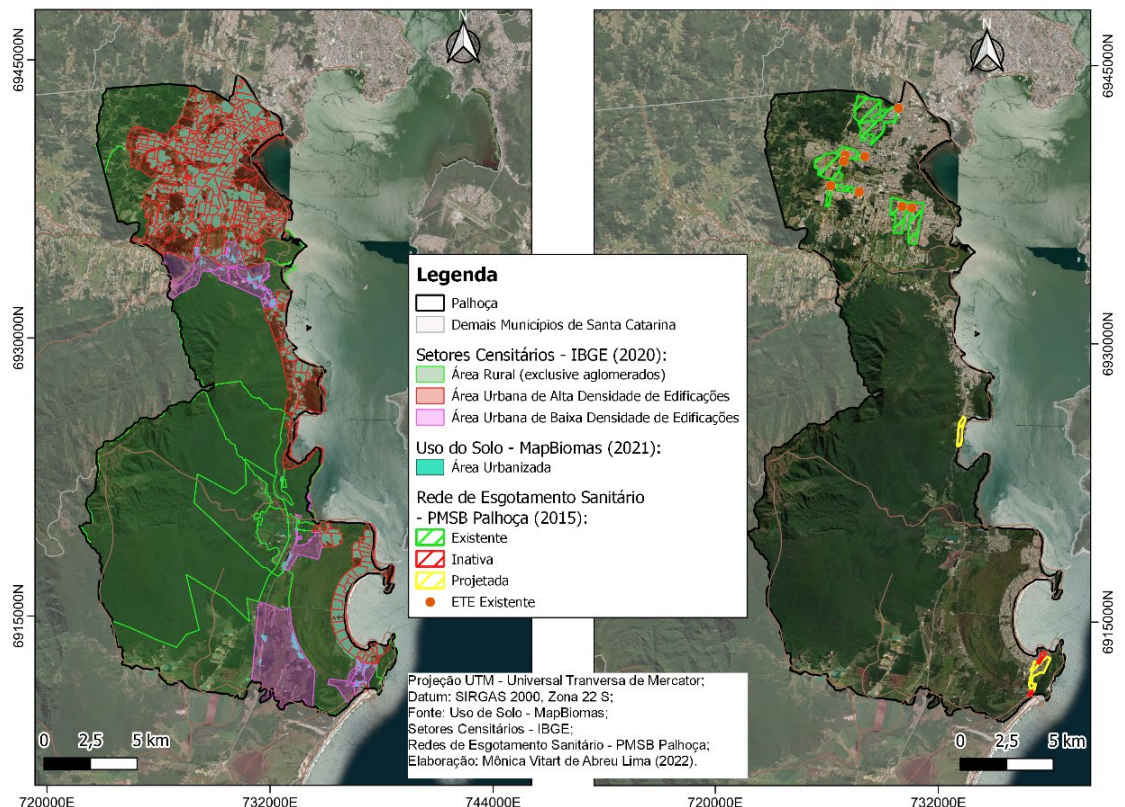
Ao ser comparado com o mapa de uso e ocupação da Palhoça para o mesmo ano, foi possível ver grande similaridade entre a área urbana de alta densidade de edificações dada pelo IBGE e a área urbanizada do MapBiomas.

O IBGE além de classificar os setores censitários oferece dados sobre qual o distrito que se insere o setor visualizado, sendo possível compilar e organizar esses dados.

4.1.3 Discussão sobre as metodologias

Mediante a dados do MapBiomas e do IBGE é possível inferir sobre como acontece a ocupação no município. Através desses dados relativos à ocupação, foi refletido sobre como os sistemas de esgotamento sanitário existentes estão atendendo a população. Na Figura 19 é possível ver um comparativo entre as duas metodologias, do IBGE e do MapBiomas e como se encontra a rede de esgotamento no município:

Figura 19 – Comparativo Metodologias e Sistema Existente no Município de Palhoça/SC.



Fonte: Autoria Própria (2022)

É possível observar a baixa incidência de rede coletora no município apesar de uma alta densidade populacional (cerca de 452 hab/km²), e as ETEs se concentram todas na parte mais setentrional do município.

Como foi afirmado anteriormente, em áreas de alta densidade populacional, geralmente planeja-se um sistema coletivo, e em áreas de baixa densidade e difícil topografia um sistema individualizado. Cada um desses distritos com uma ocupação relevante dada pelo MapBiomias e pelo IBGE pode ser estudado individualmente a fim de planejar o sistema mais adequado levando em conta suas particularidades.

Dessa maneira, o estudo demográfico e de uso e ocupação do solo pode nortear a proposição de SES a serem adotados em estudos de concepção.

Em adição a análise obtida através do MapBiomias e do IBGE, também é necessário pensar durante o planejamento do sistema em cada localidade sobre a expansão populacional que pode ocorrer ao decorrer do tempo nos municípios, já que o estudo de concepção também deve nortear alguns anos.

4.1.3.1 *Inferências sobre o SES atual*

Como comentado anteriormente, e verificado na figura 19, no município há uma baixa incidência de redes coletoras, não sendo registrada nenhuma existente na parte mais ao sul, onde localizam-se os bairros da Praia de Fora, Pinheira, Praia do Sonho, Enseada de Brito e entre outros que somam cerca de 30% da população residente do município e pouca rede na parte mais urbanizada e setentrional, que concentra a maior parte da população, segundo dados presentes no Plano Municipal de Saneamento Básico da Palhoça (2015).

O SES coletivo quando bem dimensionado e executado traz muito benefícios a população e ao município, sendo um sistema seguro que auxilia na arrecadação municipal (GONDIM; JARDIM; ARANTES, 2010).

Adicionalmente, no PMSB da Palhoça (2015) é possível inferir que nessas áreas mais densas há uma diferença baixa de altimetria, sendo mais planas, o que favorece a implantação de SES coletivos por ser uma topografia mais favorável, que demanda menos gastos com estações elevatórias de esgoto e linhas de recalque, também de acordo com dados do PMSB (PALHOÇA, 2015) existe um número considerável de rios aos quais podem ser estudados quanto a sua viabilidade para

lançamento de efluentes tratados das ETEs. Dessa maneira a implantação de um SES coletivo uma proposta interessante a ser verificada pelo município.

4.2 ESTUDO DOS CORPOS RECEPTORES

4.2.1 Corpos Receptores

Segundo dados da ANA (2017) e da Palhoça (2019), no município da Palhoça há a presença de 11 principais rios, sendo estes:

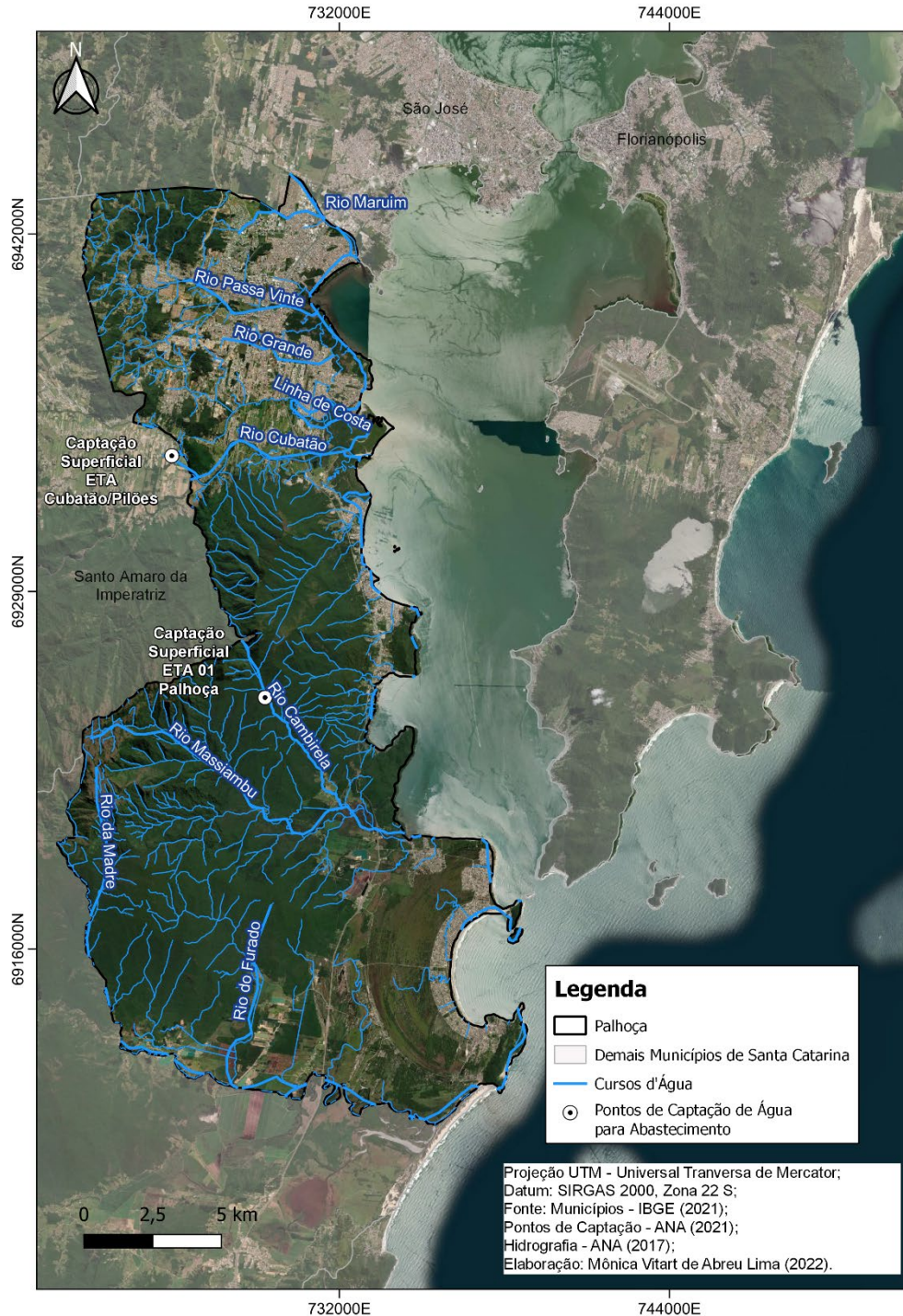
- Rio Paulo Lopes;
- Rio Vargem do Braço;
- Rio Maruim;
- Rio Massiambu;
- Rio da Madre
- Rio do Furado;
- Linha de Costa;
- Rio Grande;
- Rio Passa Vinte;
- Rio Cubatão e;
- Rio Cambirela.

E de acordo com a Portaria nº 024/79 da Secretária de Estado do Desenvolvimento Sustentável (SDS) os rios Cubatão, Massiambu, da Madre são enquadrados como classe 1, de maior qualidade e o rio Maruim como de classe 3. Os demais rios não tiveram uma classificação aprovada ainda, mas encontram-se em estágio intermediário de implementação do enquadramento em comitês de bacias (BEIFULLSS, 2022).

Nesses rios, de acordo com dados da ANA (2021) que foram fornecidos pelo município em questão, em dois deles ocorre captação de água para abastecimento: Rio Cambirela e no Rio Cubatão no município de Santo Amaro da Imperatriz, em um ponto a montante da Palhoça. Nesses pontos a captação ocorre de maneira superficial, sendo o primeiro realizado pela SAMAE e encaminhado para tratamento na ETA 01 da Palhoça e o segundo sob responsabilidade da CASAN e sua adução

conduz a ETA Cubatão/Pilões. Na Figura 20 é possível ver a Hidrografia do município e as localidades em que ocorre a captação da água.

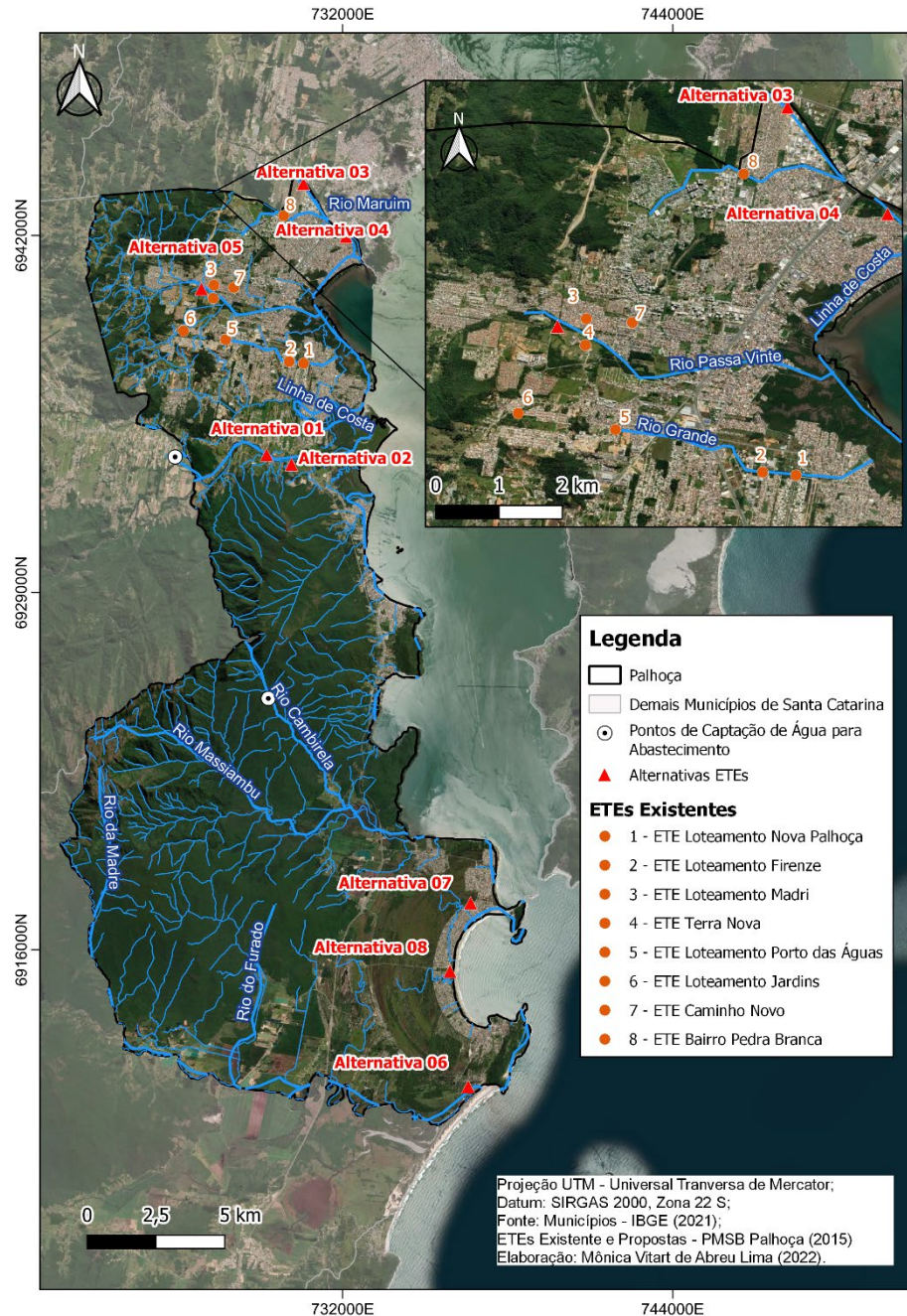
Figura 20 – Hidrografia do Município de Palhoça/SC.



Fonte: Autoria Própria (2022)

Além da captação de água, alguns rios servem como corpos receptores para o lançamento dos efluentes tratados das ETEs no município. Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico da Palhoça (2015), existem 8 ETEs e estuda-se a viabilidade da implantação de 8 alternativas no município. Na Figura 21 realizou-se uma espacialização destas alternativas com as ETEs existentes e os pontos de captação de água no município:

Figura 21 – Espacialização das ETEs no município de Palhoça/SC.



Fonte: Autoria Própria (2022)

Pela Imagem é possível observar que duas das alternativas das ETEs se encontram a jusante da captação da ETA podendo configurar um possível conflito de uso.

Em consonância com as normas do CONAMA Nº 430/2011, pode ocorrer lançamento de efluentes tratados em pontos a jusante da captação da água, nunca a montante, porém eles deveram estar sujeitos a outorga que avalia a disponibilidade hídrica do local. Além disso deverá ser realizado um estudo de capacidade de suporte da bacia hidrográfica segundo preza a resolução Nº 181/2021 do CONSEMA.

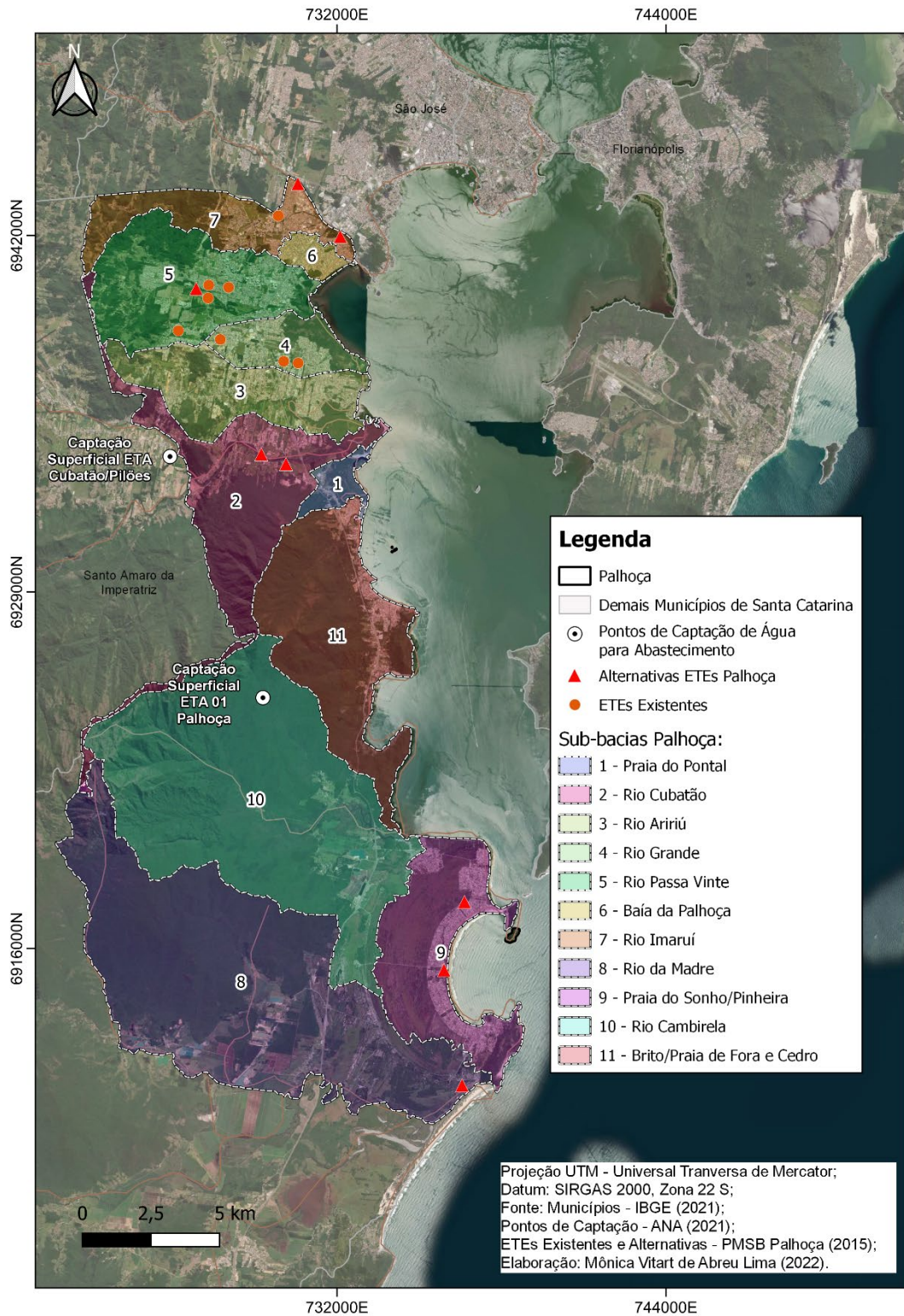
Outro ponto que deve ser observado é a coexistência de muitos lançamentos e alternativas no mesmo corpo hídrico ou bacia hidrográfica, fato que pode atrapalhar a autodepuração desse corpo receptor. Para isso quando for averiguada a possibilidade da outorga do lançamento deverá ser realizado um estudo sobre a capacidade de suporte que se encontra a bacia hidrográfica, levando em conta o cálculo da diluição conforme consta no art. 177 da Lei Estadual 14.675/2009.

Ademais é interessante observar como a espacialização de sistemas e unidade existentes dentro de uma região pode revelar possíveis problemáticas e auxiliar na tomada de decisão frente a proposição de uma alternativa de lançamento.

4.2.2 Definição das bacias hidrográficas

A bacia hidrográfica é a unidade de gestão dos recursos hídricos e sua delimitação auxilia na mensuração de impactos e riscos ambientais. Por isso a delimitação é um dos procedimentos mais executados em análises hidrológicas (ARAÚJO et al., 2009). Na Figura 22 tem-se a delimitação das sub-bacias hidrográficas do município da Palhoça realizado através do uso de ferramentas SIG.

Figura 22 – Sub-bacias da Palhoça/SC



Fonte: Autoria Própria (2022)

No PMSB da Palhoça (2015) contava-se com a denominação das sub-bacias 1,2,3,4,5,6,7 e 11. Para as bacias 8, 9 e 10 utilizou-se o mesmo critério aplicado de denominação das bacias anteriores.

Pela figura exposta acima é possível observar bastante uso existente e proposto na sub-bacia hidrográfica 5 do Rio Passa Vinte, podendo elencar alguns conflitos citados posteriormente e necessitando de um estudo de capacidade de suporte dessa bacia.

4.2.3 Regionalização das vazões

Com a realização da delimitação das sub-bacias hidrográficas foi possível realizar o cálculo da área de drenagem através da ferramenta de cálculo em campo do QGIS e por conseguinte o cálculo da vazão mínima média de 7 dias com um período de retorno de 10 anos para as sub-bacias da Palhoça como é possível visualizar na Tabela 3:

Tabela 3 – Vazão $Q_{7,10}$ regionalizada para os rios no município da Palhoça/SC.

Sub-bacia	Área (km ²)	$Q_{7,10}$ (L/s)
1 - Praia do Pontal	3,50	14,48
3 - Rio Aririú	19,97	101,59
4 - Rio Grande	8,98	41,55
8 - Rio da Madre	82,13	494,48
9 - Praia do Sonho/Pinheira	24,90	130,07
10 - Rio Cambirela	77,75	465,06
11 - Brito/Praia de Fora e Cedro	34,68	188,46
2 - Rio Cubatão	30,42	162,72
5 - Rio Passa Vinte	27,05	142,68
6 - Baía da Palhoça	2,79	11,23
7 - Rio Imaruí	14,18	69,25

Fonte: Autoria Própria (2022)

A $Q_{7,10}$ é um importante parâmetro para a outorga de um corpo hídrico, porém segundo Silveira, Tucci e Silveira (2008) deveria ser calculado de outra maneira para bacias menores que 500 km² pois esse modelo de regionalização pode superestimar ou subestimar valores devido a alguns fatores como a urbanização e a infiltração.

Com a proposição de um outro estudo mais aprofundado que permita calcular a regionalização de maneira a considerar as particularidades da bacia podem ser utilizados os dados de área de drenagem da delimitação dessas sub-bacias.

5 CONCLUSÃO

No presente trabalho as potencialidades das ferramentas SIG foram analisadas visando o auxílio em estudos de concepção de esgotamento sanitário. A definição das potencialidades apresentadas foi feita através da leitura do Plano Municipal de Saneamento Básico da Palhoça/SC. Após a consulta ao plano foram identificadas certas problemáticas no município como: localidades sem a definição de tratamento a ser adotado e um grande volume de despejos inadequados de esgoto sanitário nos corpos hídricos.

Dessa maneira, foram apresentados instrumentos que poderiam auxiliar nessas dificuldades como dados de uso e ocupação do solo e estudo dos corpos receptores, obtidos através de ferramentas de geoprocessamento.

Através dos dados do projeto MapBiomias e do setor censitário do IBGE foi possível verificar áreas de intensa urbanização, nas quais poderiam ser propostas a adoção de sistemas coletivos em localidades onde não se apresenta rede. Já em locais com predominância rural e com baixa densidade populacional pode ser proposta a adoção de métodos individuais.

Além da incidência de uma forte urbanização, na proposição de sistemas coletivos também precisa ser estudado outros fatores como ambientais, topográficos e socioeconômicos para verificar a viabilidade de implantação no local, já que nem sempre é vantajoso.

Por conseguinte, devido o exposto, é possível verificar que as ferramentas SIG para o estudo demográfico de uso e ocupação do solo são propostas norteadoras interessantes para tomada de decisão ligadas à proposição de um SES dentro de uma localidade e elas devem ser aliadas a estudos mais aprofundados sobre as características físicas do local, sendo possível encontrar localidades na Palhoça nas quais a implantação de redes coletoras e um SES coletivo demonstra ser uma proposta interessante a ser analisada.

Para o uso das ferramentas SIG ligadas aos estudos dos corpos receptores, a espacialização das unidades existentes e propostas se mostrou como um potencial aliado para a visualização de possíveis conflitos dentro da bacia hidrográfica.

Já para a delimitação das bacias hidrográficas por ferramentas SIG, que é uma metodologia bem consolidada e utilizada com bastante frequência no estudo dos

corpos hídricos, essas ferramentas permitem facilidade no traçado dessas bacias que são a principal unidade de gerenciamento de recursos hídricos.

Para a regionalização das vazões de outorga há a problemática da definição do cálculo da vazão mínima que não se mostrou adequado para bacias hidrográficas menores que 500 km² mas com dados e estudos mais aprofundados pode ser solucionada essa questão.

Tendo em vista o apresentado as ferramentas SIG tem potenciais muito pertinentes dentro da elaboração de estudos de concepção de esgotamento sanitário.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, Nagib. **Aplicações GIS para Empresas de Saneamento Básico**. 1ª. ed. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária (ABES), 2020. 441p
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas. Brasília, DF: ANA: SNSA, 2017. E-book.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas: Relatório Geral por município. Brasília, DF: ANA: SNSA, 2021. Disponível em: <<http://atlasesgotos.ana.gov.br/>>. Acesso em: 18 out 2022.
- ARAÚJO, Lincoln Eloi de. et al. Bacias hidrográficas e impactos ambientais. Santa Cruz do Sul: TECNOLÓGICA , v. 13, n. 2, p. 109-115, jul./dez. 2009. Disponível em <<http://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica>>. Acesso em: 03 nov. 2022
- ASANO, Takashi et. al. **Water reuse: issues, Technologies, and applications**. Nova Iorque: McGraw-Hill, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9648** - Estudos de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário: Procedimento. Rio de Janeiro. 1986.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9649** – Projeto De Redes Coletoras De Esgoto Sanitário: Procedimento. Rio de Janeiro. 1986.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12209** – Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto: Procedimento. Rio de Janeiro. 1992.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS SERVIÇOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO (ASSEMAE). **Saneamento que dá certo: conheça São Ludgero. conheça São Ludgero**. 2020. Disponível em: <https://assemae.org.br/noticias/item/5507-saneamento-que-da-certo-conheca-sao-ludgero>. Acesso em: 07 nov. 2022.
- AZEVEDO NETTO, José M; ARAÚJO, Roberto de. **Coleta e tratamento de esgoto sanitário**. 8. ed. atual. São Paulo (SP): Edgard Blucher, 1992. 669p.
- BEILFUSS, Bruno Henrique. **Cobrança pelo uso de Recursos Hídricos para efetivação das ações decorrentes dos Planos de Recursos Hídricos no Estado de Santa Catarina**. 2022. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) - Universidade Tecnológica do Paraná, Campo Mourão, 2022.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3ª ed. revisada. Brasília: FUNASA, 2004. 408p.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Orientações Técnicas para elaboração e apresentação de propostas e projetos para sistemas de esgotamento sanitário**. Portaria nº 526. Brasília: FUNASA, 2017. 39p.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 18 out 2022.

BRASIL. DataSUS. **Doenças Relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI).** Disponível em: <<https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>>. Acesso em: 18 out 2022.

BOSCOLO. Danilo. **Delimitação de Bacias Hidrográficas a partir de Modelos Digitais de Elevação (MDE).** São Paulo: USP, 2021. P&B. Disponível em: <<https://eaulas.usp.br/portal/video.action?idItem=14568>>. Acesso em: 9 nov. 2022.

CÂMARA, Gilberto. **Anatomia de Sistemas de Informação geográficas: Visão Atual e Perspectivas de Evolução.** In: ASSAD, E., SANO, E., ed. "Sistemas de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura". Brasília, DF. Embrapa, 1993.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu. **Introdução à ciência da geoinformação.** 2001. São José dos Campos, INPE.

CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. **Ligação de Esgoto. 2019. Disponível em:** <<https://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/ligacao-de-esgoto#0>>. Acesso em: 28 out. 2022.

CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. **Manual do Empreendedor: Anexo 2 – Consumo per capita.** 2022. Disponível em: <<https://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/documentos-para-download#0>>. Acesso em: 01 nov. 2022.

CALDEIRA, Juliana Viana. **Índice de sensibilidade ao risco de contrair doenças infecciosas de veiculação hídrica (Hepatite A, Leptospirose e Esquistossomose) na área de influência da Estação de Tratamento de Esgoto - ETE Alegria, no Município do Rio de Janeiro .** 2017. 126 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Decreto N° 357,** 2005.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Decreto N° 430,** 2011.

CORSAN – Companhia Riograndense de Saneamento. **Solução Individual para Tratamento de Esgoto Sanitário.** Porto Alegre: CORSAN, 2021. 17 p. Disponível em: <<https://www.corsan.com.br/upload/arquivos/202207/01164224-solucao-individual-para-tratamento-de-esgoto-sanitario.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2022.

EMBRAPA (Brasília). **Nova lei do saneamento básico traz contribuições da Embrapa.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/54272584/nova-lei-do-saneamento-basico-traz-contribicoes-da-embrapa>. Acesso em: 26 out. 2022.

FAISAL, Suhad. (2016) **Adaptive Modeling of Urban Dynamics with Mobile Phone Database**. Universidade de Bagdá

FAN, Fernando. M. **Atividade prática orientada: delimitação de bacias hidrográficas usando o QGIS**. Porto Alegre: GPDEN/IPH/UFRGS, 2017. 25p. (Trabalho Técnico GPDEN. No. 06)

FLORIANÓPOLIS. Secretaria Municipal de Saúde. Diretoria de Vigilância em Saúde. **Orientação Técnica (OT-04). Cálculo de Contribuições de Água e Esgoto**. Florianópolis, 2016.

FLORIANÓPOLIS. Secretaria Municipal de Saúde. Diretoria de Vigilância em Saúde. **Orientação Técnica (OT-02). Conceção para o tratamento de efluentes domésticos**. Florianópolis, 2020.

FLORIANÓPOLIS. **Conceção Geral do sistema de esgotamento sanitário em Florianópolis: Consulta Pública**. Florianópolis, 2018.

FLORIANÓPOLIS. **Estudo de concepção do esgotamento sanitário em Florianópolis**. Florianópolis, 2019. 215 p.

GUEDES, Camila Delanesi. **A presença de fármacos nos esgotos domésticos e sua remoção pelos processos de lodo ativado com oxigênio puro, lagoa aerada e reator anaeróbio de fluxo ascendente**. 2017. Tese (Doutorado em Saúde Ambiental) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. doi:10.11606/T.6.2017.tde-27112017-141635. Acesso em: 2022-11-17.

GONDIM, Mariana Araújo; JARDIM, Murilo Curado da Veiga; ARANTES, Rafael de Paula Castro. **Avaliação dos Aspectos Construtivos de Redes Coletoras**: estudo de caso para a região metropolitana de Goiânia. 2010. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

GROHMANN, Carlos H.. Evaluation of TanDEM-X DEMs on selected Brazilian sites: comparison with srtm, aster gdem and alos aw3d30. **Remote Sensing Of Environment**, [S.L.], v. 212, p. 121-133, jun. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2018.04.043>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>. Acesso em: 09 nov. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Metodologia do Censo Demográfico 2013. Vol. 41 da Série Relatórios metodológicos. Rio de Janeiro.

JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSOA, Constantino Arruda. Tratamento de esgotos domésticos. 3. ed. Rio de Janeiro (RJ): ABES, 1995. xxxii, 683p.

LIBRALATO, L., GHIRARDINI, A.V., AVEZZU, F. To centralise or to decentralise: An overview of the most recent trends in wastewater treatment management. *Journal of Environmental Management*. 94, 2012. p 61-68.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Manual para apresentação de propostas**: Elaboração de projetos de engenharia, estudos e planos para o saneamento básico. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília: 2011.

PACHECO, Rodrigo Pinheiro *et al.* Estimativas de custos visando orientar a tomada de decisão na implantação de redes, coletores e elevatórias de esgoto. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos (Rbrh)**, [s. l], v. 20, n. 1, p. 73-81, mar. 2015.

PALHOÇA. **Plano Municipal de Saneamento Básico PMSB de Palhoça – SC**. 2015. 332 p.

PERA, Caroline Krobath Luz; BUENO, Laura Machado de Mello. Revendo o uso de dados do IBGE para pesquisa e planejamento territorial: reflexões quanto à classificação da situação urbana e rural. **Cadernos Metr pole**, [S.L.], v. 18, n. 37, p. 722-742, dez. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2016-3705>.

PEREIRA, José Almir Rodrigues; SOARES, Jaqueline Maria. **Rede coletora de esgoto sanitário**: projeto, constru o e opera o. Belém: NUMA/UFPA, 2006. 296 p.

POMPEO, Daniele Alcalá; ROSSI, Lídia Aparecida; GALVÃO, Cristina Maria. Revisão integrativa: etapa inicial do processo de valida o de diagnóstico de enfermagem. *Acta paul. enferm.*, São Paulo, v. 22, n. 4, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ape/v22n4/a14v22n4.pdf>>. Acesso em: 12 setembro 2022

PROCESSOS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS: **Guia do profissional em treinamento**: nível 2- ReCESA / Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Brasília: Ministério das Cidades, 2008. 118 p.

QGIS. Guia do utilizador do QGIS. Disponível em : <https://docs.qgis.org/3.22/pt_PT/docs/user_manual/index.html />. Acesso em: 05 nov. 2022.

SANTOS, I. R.; COSTA, R. C.; FREITAS, U.; FILLMANN, G. **Influence of effluents from a wastewater treatment plant on nutrient distribution** in a coastal creek from southern Brazil. *Braz. arch. biol. technol.* v.51 n.1: pp.153-162, Jan./Feb. 2008.

SEZERINO, P. H.; BENTO, A. P.; DECEZARO, S. T.; CARISSIMI, E.; PHILIPPI, L. S.. Constructed wetlands and sand filter applied as onsite post-treatment of anaerobic effluent. **Water Practice And Technology**, [S.L.], v. 7, n. 3, p. 128-135, 1 set. 2012. IWA Publishing. <http://dx.doi.org/10.2166/wpt.2012.047>.

SEZERINO, Pablo Heleno. **Notas de aulas**. UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de gradua o em Engenharia Sanitária e Ambiental. Florianópolis, 2021.

SILVEIRA, Geraldo Lopes; TUCCI, Carlos E. M.; SILVEIRA, André L. L. **Quantificação de vazão em pequenas bacias sem dados**. Porto Alegre: Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH). v.3. n.3: pp. 111-131, Jul/Set 1998.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIGSC). Sistema de Informações Geográficas (SIGSC). 2022. Disponível em: <https://sigsc.sc.gov.br/download/>. Acesso em: 05 nov. 2022.

SNIS - Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgotos 2020. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 06 nov. 2022.

SOUZA et. al. (2020) - **Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine - Remote Sensing**, Volume 12, Issue 17, 10.3390/rs12172735.

SOUZA, Marcela Tavares de; SILVA, Michelly Dias da; CARVALHO, Rachel de. **Revisão integrativa: o que é e como fazer**. Einstein, v. 8, p. 102-106, 2010. <http://apps.einstein.br/revista/arquivos/PDF/1134-Einsteinv8n1_p102-106_port.pdf>. Acesso em: 10 outubro 2022.

SPERLING, Marcos von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3a ed. Minas Gerais. DESA, Ed. UFMG. 2005.

TUCCI, Carlos E. M.. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, [S.L.], v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142008000200007>.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki; ALEM SOBRINHO, Pedro. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 2ª. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000. 548p

VOLSCHAN, Isaac et al. **Sistema unitário x sistema separador absoluto: qual o mais atraente para as condições brasileiras?**. Revista DAE, v. 2009, n. 180, p. 40-43, 2009. Tradução. Acesso em: 01 nov. 2022