

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO – FAED
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO TERRITORIAL E
DESENVOLVIMENTO SOCIOAMBIENTAL**

DOUGLAS TEIXEIRA

**PADRÃO DE OCUPAÇÃO HUMANA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
ITACORUBI, FLORIANÓPOLIS / SC, EM RELAÇÃO AO SISTEMA DE ESGOTO
SANITÁRIO E A QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS**

**FLORIANÓPOLIS
2023**

DOUGLAS TEIXEIRA

**PADRÃO DE OCUPAÇÃO HUMANA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
ITACORUBI, FLORIANÓPOLIS / SC, EM RELAÇÃO AO SISTEMA DE ESGOTO
SANITÁRIO E A QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental, área de concentração em Análise e Gestão Ambiental.
Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Edna Lindaura Luiz.

**FLORIANÓPOLIS
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Universitária Udesc,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Teixeira , Douglas
PADRÃO DE OCUPAÇÃO HUMANA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO ITACORUBI, FLORIANÓPOLIS / SC, EM
RELAÇÃO AO SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO E A
QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS / Douglas Teixeira .
-- 2023.
154 p.

Orientador: EDNA LINDAURA LUIZ
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Ciências Humanas e da Educação, Programa de
Pós-Graduação em Planejamento Territorial e Desenvolvimento
Socioambiental, Florianópolis, 2023.

1. Ocupação Urbana. 2. Disposição de esgoto. 3. Qualidade das
águas. I. LINDAURA LUIZ, EDNA. II. Universidade do Estado de
Santa Catarina, Centro de Ciências Humanas e da Educação,
Programa de Pós-Graduação em Planejamento Territorial e
Desenvolvimento Socioambiental. III. Título.

DOUGLAS TEIXEIRA

**PADRÃO DE OCUPAÇÃO HUMANA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO
ITACORUBI, FLORIANÓPOLIS / SC, EM RELAÇÃO AO SISTEMA DE ESGOTO
SANITÁRIO E A QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a. Dr.^a. Edna Lindaura Luiz

Universidade do Estado de Santa Catarina- UDESC

Membros:

Prof. Dr. Pablo Heleno Sezerino

Universidade Federal de Santa Catarina- UFSC

Prof. Dr. Rodrigo Pinheiro Ribas

Universidade do Estado de Santa Catarina- UDESC

Florianópolis, 25 de julho de 2023

A todos que contribuíram para a minha formação. **COM AMOR, DEDICO.**

AGRADECIMENTO

Ao meu Companheiro Alexander Panceri Pires pela dedicação, companheirismo, por ser minha inspiração, por acreditar em meu sonho desde o princípio, por todo apoio e paciência. Sem sombras de dúvidas é um grande alicerce da minha vida, uma estrutura inabalável que veio a somar. Obrigado por tudo e ficam aqui minhas palavras sinceras. Amo você. Para minha filha pet (Bella) pelo carinho e a atenção. Amo você.

Meus agradecimentos, neste momento, a minha orientadora, Profa. Dr^a. Edna Lindaura Luiz, por sua orientação, clareza de ideias, paciência dedicadas a mim, durante o período de elaboração deste trabalho, pelas conversas e conselhos.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Pablo Heleno Sezerino e o Prof. Dr. Rodrigo Pinheiro Ribas, pelas importantes contribuições ao projeto na etapa de qualificação, como: sugestões e contribuições nas interpretações dos resultados. Além, do ensinamento, aprendizado gerado, ideias futuras e novas hipóteses a serem testadas.

Minha gratidão especial a minha amiga Marisol Martinz pelo carinho, atenção e afeto. Por segurar em minha mão e não me largar.

Aos colegas com os quais convivi e aprendi neste período de vida acadêmica.

A todos da minha família (Teixeira e Panceri), por todo carinho e toda atenção.

Enfim, o meu muito obrigado a todos que de alguma forma ajudaram para que este estudo fosse possível.

Para as coisas importantes, nunca é tarde demais, ou no meu caso, muito cedo, para sermos quem queremos. Não há um limite de tempo, comece quando quiser. Você pode mudar ou não. Não há regras. Podemos fazer o melhor ou o pior. Espero que você faça o melhor. Espero que veja as coisas que o assustam. Espero que sinta coisas que nunca sentiu antes. Espero que conheça pessoas com diferentes opiniões. Espero que viva uma vida da qual se orgulhe. Se você achar que não tem, espero que tenha a força para começar novamente.

O Curioso Caso de Benjamin Button

RESUMO

Esta pesquisa analisa as diferentes formas de ocupação humana no território da bacia do Rio Itacorubi, em relação à produção de esgoto sanitário, bem como ao sistema de coleta, tratamento e destino destes, levando em conta que há diferentes formas de ocupação humana em termos de padrão e classe de renda dos moradores desta área. Além disso, analisa-se como os moradores de diferentes padrões de ocupação dão destino aos seus esgotos. Para esta análise foram produzidos mapas, de uso e ocupação do solo e de disposição de esgotos, a partir de dados coletados em órgãos públicos, empresa de saneamento e diretamente em campo. Em relação às áreas urbanizadas, ficou constado que elas ocupam mais de 40% do total da bacia do Itacorubi, classificadas em: residencial densa verticalizada, densa consolidada, densa desordenada, residencial esparsa, áreas mistas de residências e comércios e as áreas de instituições públicas e *Shopping centers*. Também foi encontrada uma ampla área nativa, áreas verdes e ecossistemas de manguezal. Em relação às formas de disposição de esgoto sanitário na bacia do Itacorubi, foram mapeadas desde atendimento por rede coletora de esgoto da operadora (concessionária) até despejo de esgoto *in natura* na rede pluvial e nos corpos d'água. Foi verificado que nas áreas de ocupação densa desordenada e na ocupação residencial esparsa estão as maiores ocorrências de disposição de esgoto de forma irregular na rede pluvial ou fluvial. Já nas áreas de ocupação densa mais consolidada da bacia, como casas unifamiliares, condomínios verticais e áreas mistas de residências e comércios, a disposição dos esgotos sanitários é adequada, por meio da cobertura da rede coletora de esgoto ou de soluções individuais nos lotes. A qualidade da água na bacia a partir de uma análise pontual, e realizada apenas em uma data, mostra que há alteração de parâmetros ligados à disposição de esgotos, contudo, nas áreas de urbanização densa consolidada, onde há serviços de rede coletora e soluções individuais nos lotes, esta alteração é menos significativa, enquanto no ponto onde há disposição *in natura* de esgotos, os parâmetros mostraram valores acima do limite de qualidade. Desta forma, as áreas de urbanização irregular presentes a montante na bacia carecem de soluções eficientes de disposição de esgotos, sendo necessário um planejamento territorial que leve em conta esta questão. Deve-se salientar que a metodologia de cruzamento dos mapas de uso e ocupação com a forma de disposição de esgotos se mostrou adequada para as análises propostas.

Palavras-chave: Ocupação Urbana; Disposição de esgoto; Qualidade das águas

ABSTRACT

This research analyzes the different forms of human occupation in the territory of the Itacorubi River basin, in relation to the production of sanitary sewage, as well as the system of collection, treatment and destination of these, taking into account that there are different forms of human occupation in terms of standard and income class of residents in this area. Furthermore, it analyzes how residents with different occupation patterns dispose of their sewage. For this analysis, maps of land use and occupation and sewage disposal were produced, based on data collected from public agencies, sanitation companies and directly in the field. In relation to urbanized areas, it was found that they occupy more than 40% of the total Itacorubi basin, classified as: vertical dense residential, consolidated dense, disorderly dense, sparse residential, mixed areas of residences and businesses and areas of public institutions and shopping centers. A large native area, green areas and mangrove ecosystems were also found. In relation to the ways of disposing of sanitary sewage in the Itacorubi basin, they were mapped from service through the operator's sewage collection network (concessionaire) to the dumping of raw sewage into the rainwater network and water bodies. It was found that in areas of dense, disorderly occupation and sparse residential occupation there are the highest occurrences of irregular sewage disposal in the rainwater or river network. In areas of more consolidated dense occupation in the basin, such as single-family houses, vertical condominiums and mixed residential and commercial areas, the disposal of sanitary sewage is adequate, through coverage of the sewage collection network or individual solutions on the lots. The water quality in the basin based on a specific analysis, carried out on just one date, shows that there are changes in parameters linked to the disposal of sewage, however, in areas of consolidated dense urbanization, where there are collection network services and individual solutions in the lots, this change is less significant, while in the point where there is in natura disposal of sewage, the parameters showed values above the quality limit. Therefore, areas of irregular urbanization present upstream in the basin lack efficient sewage disposal solutions, requiring territorial planning that takes this issue into account. It should be noted that the methodology of crossing use and occupation maps with the form of sewage disposal proved to be suitable for the proposed analyses.

Keywords: Urban Occupation; Sewage Disposal; Water Quality

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema descentralizado Local ou em Cluster.....	23
Figura 2 . Sistemas individuais ou estáticos	24
Figura 3. Funcionamento de um tanque séptico (ou fossa séptica)	24
Figura 4. Sumidouro	25
Figura 5. Wetlands construído.....	26
Figura 6. Sistema de Esgotamento Dinâmico ou coletivo.....	28
Figura 7. Esquema de sistema de coleta, transporte, tratamento e disposição final de esgoto sanitário	30
Figura 8. Fluxograma dos níveis de tratamento de esgoto	31
Figura 9. Lodos Ativados Convencional	33
Figura 10. Estação de tratamento de esgoto	35
Figura 11. Serviços de esgotamento sanitário a partir de redes coletoras por regiões brasileiras no período 1989 -2017	39
Figura 12. Situação da coleta e destinação dos esgotos sanitários em Santa Catarina em 2017	41
Figura 13. Esquema de uma bacia hidrográfica	51
Figura 14. Ciclo hidrológico.....	52
Figura 15. Contaminação dos Canais	55
Figura 16. Cargas pontuais e difusas	56
Figura 17. Poluição Pontual	56
Figura 18. Poluição Difusa	57
Figura 19. Localização da Bacia do Rio Itacorubi, Florianópolis/SC	64
Figura 20. Climograma do município de Florianópolis	65
Figura 21. Uso e cobertura da terra na bacia do Itacorubi, Florianópolis/SC – 2012 ...	77
Figura 22. Manguezal do Itacorubi, Florianópolis, SC	79
Figura 23. Detalhe da cobertura de mata nativa das encostas dos maciços cristalinos do Itacorubi	80
Figura 24. Detalhe do uso e cobertura área verde do Jardim Botânico de Florianópolis em Itacorubi	81
Figura 25. Detalhe do uso por ocupação residencial esparsa – Subindo as encostas do bairro Itacorubi	82

Figura 26. Detalhe do uso por ocupação residencial densa consolidada – Bairro Santa Mônica	82
Figura 27. Detalhe do uso por ocupação residencial densa com verticalização – Bairro Itacorubi.....	83
Figura 28. Detalhe do uso por ocupação residencial densa desordenada – Assentamento Morro do Quilombo	84
Figura 29. Detalhe do uso por ocupação mista – Bairro Trindade	85
Figura 30. Detalhe do uso por instituições públicas e Shopping Center -Bairro Santa Mônica.	86
Figura 31. Uso e cobertura da terra na bacia do Itacorubi, Florianópolis/SC – 2023	87
Figura 32. Modificação de uso e cobertura em um trecho de encosta do maciço do Itacorubi entre 2012 e 2023.	89
Figura 33. Área de desmatamento no Bairro do Itacorubi -2023	90
Figura 34. Área de ocupação residencial densa desordenada no Bairro Itacorubi (Morro do Quilombo) em 2012	91
Figura 35. Mesma área da Figura 35 com ocupação residencial densa desordenada no Bairro Itacorubi (Morro do Quilombo) em 2023.....	92
Figura 36. Área de ocupação residencial esparsa no Bairro Itacorubi (Morro do Quilombo) - 2020	92
Figura 37. Mesma área da Figura 37 com ocupação residencial esparsa no Bairro Itacorubi (Morro do Quilombo) em 2023	93
Figura 38. Classes de disposição de esgoto sanitário presentes na bacia do rio Itacorubi, Florianópolis/SC – 2023.	95
Figura 39. Tratamento de esgoto Individual por “Fossas de Bananeiras”.....	98
Figura 40. Ocorrência de disposição de esgoto na rede Pluvial	99
Figura 41. Ocorrências de disposição de esgoto na rede Fluvial.....	100
Figura 42. Ocorrências de esgoto a céu aberto	100
Figura 43. Ocorrências de extravasamento de esgoto no bairro Itacorubi	101
Figura 44. Situação da rede coletora de esgotos da Concessionária na bacia do rio Itacorubi – 2023	103
Figura 45. Disposição de esgoto <i>in natura</i> na rede pluvial no Morro do Quilombo....	105
Figura 46. Arruamentos e edificações sobre afloramentos rochosos que dificultam a implantação de rede coletora de esgotos no Bairro Trindade.....	106

Figura 47. Ruas estreitas e declivosas que dificultam implantação de rede coletora de esgotos no Bairro Itacorubi.....	106
Figura 48. Atendimento do esgotamento sanitário segundo PLANSAB para a bacia do rio Itacorubi - 2023	107
Figura 49. Relação entre formas de disposição de esgoto sanitário e classes de uso e ocupação da terra	111
Figura 50 Localização do ponto de coleta das amostras em relação ao uso e ocupação da terra e à disposição do esgotamento sanitário.....	117
Figura 51. Caracterizações no ponto 01 da coleta	118
Figura 52. Caracterizações ponto 02 da coleta	119
Figura 53. Caracterizações do ponto 03 da coleta	120

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Composição do esgoto doméstico	19
Quadro 2. Contribuições indevidas para as redes de esgoto.....	20
Quadro 3. Sistema básico de classificação da cobertura e do uso da terra.....	44
Quadro 4. Parâmetros e limites para determinação de qualidade das águas superficiais (CONAMA 357/2005).....	59
Quadro 5. Informações sobre os pontos de coleta	74
Quadro 6. Uso e cobertura da terra na bacia do Itacorubi em 2012	78
Quadro 7. Comparação do uso e cobertura da terra na bacia do Itacorubi entre 2012 e 2023 ..	88
Quadro 8. Disposição de esgoto sanitário na bacia do rio Itacorubi, Florianópolis/SC – 2023.	96
Quadro 9. Parâmetros Coliforme fecal e Coliforme termotolerantes	121
Quadro 10. Parâmetros Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	121
Quadro 11. Parâmetros Nitrogênio Amoniacal Total	122
Quadro 12. Parâmetros de Oxigênio Dissolvido	123
Quadro 13. Parâmetros analisados e enquadramentos dos pontos de coleta, conforme CONAMA 357/2005.	124

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1. Uso e cobertura da terra na bacia do rio Itacorubi, Florianópolis – 2012	78
Gráfico 2. Variação do tamanho das classes de uso e cobertura da terra na bacia do rio Itacorubi entre os anos de 2012 e 2023.	88
Gráfico 3. Disposição de Esgoto Sanitário na bacia do rio Itacorubi, Florianópolis/SC – 2023.	96
Gráfico 4. Rede coletora de esgotos da Concessionária	104
Gráfico 5. Atendimento do esgotamento sanitário segundo PLANSAB para a bacia do rio Itacorubi - 2023	108

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APPs	Área de Preservação Permanente
Conama	Conselho Nacional do Meio Ambiente
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
SIG	Sistema de Informação Geográfica
Corsan	Companhia Rio-Grandense de Saneamento
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
CIASC	Centro de Informática e Automação do Estado de Santa Catarina
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
FIESC	Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina
PMISB	Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico
Mercosul	Mercado Comum do Sul
Concessionária	Companhia Catarinense de Água e Saneamento
Habitasul	Companhia Habitasul de Participações
Infraero	Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuário
SES	Sistema de esgoto Sanitário
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
Epagri	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
Celesc	Centrais Elétricas de Santa Catarina S. A
Funasa	Fundação Nacional de Saúde
NBR	Norma Brasileira
EEE	Estações Elevatórias de Esgoto
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
USEPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
OMS	Otto Mohr System
Samae	Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto
WC	Wetlands Construídos
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
OPAS	Organização Pan Americana da Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
PMF	Prefeitura Municipal de Florianópolis
BH	Bacia Hidrográfica
pH	Potencial Hidrogeniônico
mL	Mililitros
L	Litros
Mg	Miligrama
Condepe	Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco
Fidem	

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVO PRINCIPAL.....	16
1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
2. ESGOTAMENTO SANITÁRIO: DEFINIÇÕES, DESTINAÇÃO DE ESGOTOS SANITÁRIOS E PROBLEMAS DE QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	17
2.1 COMPOSIÇÕES DO ESGOTO	18
2.2 CARACTERÍSTICAS DO ESGOTO DOMÉSTICO	20
2.2.1 Características físicas dos esgotos domésticos	20
2.2.2 Características químicas dos esgotos domésticos	21
2.2.3 Características biológicas dos esgotos domésticos	21
2.3 DESTINAÇÕES DE ESGOTOS SANITÁRIOS	22
2.3.2 Formas de disposição de esgotos sanitários	22
2.3.2.1 Sistemas descentralizados	22
2.3.2.2 Sistemas de esgotamento sanitários centralizados	27
2.3.3 Níveis do tratamento de esgoto	30
2.3.3.1 Estação de tratamento de Esgoto (ETE).....	34
2.4 FORMAS DE ATENDIMENTO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO SEGUNDO O PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO (PLANSAB).....	36
2.5. CONSEQUÊNCIAS DO ESGOTO NÃO TRATADO	36
2.6. SITUAÇÃO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO BRASIL, EM SANTA CATARINA E EM FLORIANÓPOLIS.....	39
3. USO E OCUPAÇÃO DA TERRA E O PROBLEMA DA POLUIÇÃO NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS POR ESGOTOS SANITÁRIOS.....	43
3.1 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E O PLANEJAMENTO TERRITORIAL	45
3.2 BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANIZADAS E QUALIDADE DAS ÁGUAS.....	50
4. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO ITACORUBI	61
5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	68
5.1. CONSTRUÇÃO DO MAPA BASE	68
5.2. PADRÕES DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA DO RIO ITACORUBI NO ANO DE 2012.	68
5.3. PADRÕES DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA DO RIO ITACORUBI NO ANO DE 2023.	69
5.4. DISPOSIÇÃO DOS ESGOTOS SANITÁRIOS NA BACIA DO RIO ITACORUBI NO ANO 2023.....	70
5.4.1. Situação da rede coletora da Concessionária na bacia do rio Itacorubi	71
5.4.2. Situação das formas de disposição dos esgotos sanitários na bacia do rio Itacorubi em relação ao Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB).....	71

5.5. FORMAS DE DISPOSIÇÃO DOS ESGOTOS SANITÁRIOS NA BACIA DO RIO ITACORUBI EM RELAÇÃO AO PADRÃO DE USO E COBERTURA DA TERRA NO ANO DE 2023.....	73
5.6. QUALIDADE DA ÁGUA EM RELAÇÃO À FORMA DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA E À DISPOSIÇÃO DE ESGOTOS SANITÁRIOS NA BACIA DO RIO ITACORUBI	73
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
6.1. PADRÕES DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA DO RIO ITACORUBI EM 2012 E 2023	75
6.2. DISPOSIÇÃO DOS ESGOTOS SANITÁRIOS NA BACIA DO RIO ITACORUBI 2023	93
6.3 FORMAS DE DISPOSIÇÃO DOS ESGOTOS SANITÁRIOS NA BACIA DO RIO ITACORUBI EM RELAÇÃO AO PADRÃO DE USO E COBERTURA DA TERRA EM 2023	109
6.4. QUALIDADE DA ÁGUA E FORMAS DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA E DISPOSIÇÃO DE ESGOTOS SANITÁRIOS NA BACIA DO ITACORUBI.....	116
7. CONCLUSÃO	127
8. REFERÊNCIAS	129

1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização pelo qual passou o Brasil a partir da segunda metade do século XX e que continua no início do século XXI, criou zonas metropolitanas e muitas cidades de porte médio (THÉRY; MELLO, 2005). Infelizmente, este processo não foi acompanhado pela criação de infraestrutura de saneamento básico, especialmente de esgotamento sanitário.

De acordo com Philippi Jr (2018, p.277) “... as atividades desenvolvidas nas cidades interferem de forma direta no meio ambiente, modificando totalmente as relações entre os componentes dos ecossistemas”.

Estas mudanças podem ocorrer de forma harmoniosa para o meio ambiente, isto é, quando elas minimizam os impactos negativos que surgem com o chamado processo de urbanização, ou totalmente desastrosa, quando o meio ambiente é degradado por completo, gerando problemas de várias ordens. (PHILIPPI JR 2018, p.277)

Mesmo em áreas já urbanizadas, o contingente populacional pode se ampliar, uma vez que pode ocorrer o adensamento das ocupações em vazios urbanos e a partir de verticalizações, o que exigirá mais dos sistemas de infraestrutura. Dentro deste contexto, os sistemas de esgotamento sanitário em geral não acompanham o crescimento populacional das áreas urbanas.

Os efluentes de esgoto são oriundos de diversas fontes e usos, tais como aqueles provenientes de residências, escritórios, edifícios comerciais e institucionais, estabelecimentos industriais. Ainda sobrecarregam os sistemas de esgoto sanitário: as águas subterrâneas, superficiais ou de precipitação. Se este esgoto não passar por processos de tratamento adequado pode causar prejuízos à saúde pública, devido ao fato de causar transmissão de doenças e ainda poluir rios e fontes, com impacto negativo sobre os recursos hídricos e na vida vegetal e animal. Com o intuito de evitar esses problemas, as autoridades sanitárias implantam padrões de qualidade de efluentes, pois o planejamento de um sistema de esgotos tem por objetivos fundamentais: a saúde pública e a preservação ambiental (COMPANHIA RIO-GRANDENSE DE SANEAMENTO- CORSAN, 2018).

Em um mesmo município podem coexistir diversas formas de coletar e dar destino aos esgotos produzidos pela população. Existem diferentes processos de coleta e tratamento de esgotos, alguns são de iniciativa privada como condomínios, loteamentos, residências isoladas, ou de iniciativa do poder público (VON SPERLING, 2005; NUVOLARI, 2011; TONETTI et al, 2018).

Sistemas mais complexos de coleta e tratamento de esgotos costumam ser implementados pelo poder público, mas isto não é de ampla utilização no Brasil. Libralato et al. (2012) explicam que os sistemas centralizados que estão sendo adotados no tratamento de efluentes de regiões urbanizadas são de propriedade pública e eles realizam a coleta de grandes volumes de águas residuárias, as quais são tratadas e descartadas longe da fonte de geração.

Existem sistemas de tratamento de esgotos sanitários descentralizados (*in loco*), ou seja, unidades de saneamento que gerenciam o tratamento e disposição final dos despejos líquidos em locais próximos ao local da geração (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT, 1997). Desta forma, estes sistemas não possuem redes coletoras extensas, poços de visita e estações elevatórias etc. Em muitos lugares, os esgotos urbanos sem tratamento e os efluentes dos esgotos tratados têm como destino os rios, lagos/lagunas ou o mar.

No Brasil, um total de 55% da população tem atendimento adequado (com coleta e com tratamento ou com soluções individuais no lote), 18% têm atendimento precário (com coleta, mas sem tratamento) e 27% sem atendimento (sem coleta e sem tratamento) (ANA, 2017). Estes 27% sem atendimento, destinam seus efluentes de esgoto a partir de fossa rudimentar, vala a céu aberto ou, até mesmo, lançamento irregular em cursos d'água.

De acordo com Campos (2009) e Boppré et al. (2003), o município de Florianópolis, não difere muito da realidade de outros municípios do Brasil. A grande expansão urbana pela qual passou a partir dos anos 1980, foi tanto de forma horizontal em direção aos distritos do interior, quanto de forma verticalizada nas áreas já urbanizadas.

Desde 1980, Florianópolis passou a atrair um gradativo número de imigrantes e turistas, nacionais e estrangeiros, tornando-se importante centro turístico do sul do Brasil e do Mercado Comum do Sul - MERCOSUL. A ocupação humana do município foi então incitada por meio de diversas leis municipais que beneficiam o turismo e a construção civil (PLANO MUNICIPAL INTEGRADO DE SANEAMENTO BÁSICO - PMISB, 2010). O processo migratório vem produzindo um incremento populacional significativo e crescente em todas as classes sociais e em todos os distritos do município. Com este crescimento populacional e ocupação sem planejamento, há muitos casos de esgotos sanitários clandestinos. E isto se configura como problema costumeiro, pois muitos cursos d'água que atravessam as zonas urbanas são usados para despejo de esgotos domésticos, comprometendo a qualidade dos corpos d'água de acordo com o Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico do município de Florianópolis (PMISB, 2010).

Em 2023, no portal de notícias G1 Santa Catarina aparece que Florianópolis tem o pior início de verão em Balneabilidade em 21 anos. Análise de balneabilidade de praias famosas do município pelo Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA), indicaram quase todos os pontos impróprios para banho, com contaminação por coliformes fecais e outros poluentes. Provavelmente, as fortes chuvas que ocorreram em meados de dezembro de 2022, contribuíram para levar poluentes para o mar. Em janeiro e fevereiro de 2023, ocorreu uma epidemia de diarreia em Florianópolis. De acordo com a Secretaria Municipal de Saúde, mais de 3,2 mil pessoas haviam procurado o posto de saúde apenas em janeiro, causada pelo agente Norovírus. A Transmissão deste vírus é pela rota fecal - oral, a partir do consumo de água, alimentos contaminados e ambientes com condições sanitárias inadequadas. O lançamento de esgoto bruto na água, ligações irregulares na rede de drenagem, foram elencados como possíveis causas da contaminação. Isto gerou uma série de medidas da Prefeitura municipal de Florianópolis em termos de fiscalização nas ligações de esgotos particulares, na rede de drenagem pluvial e a realização de dragagem em rios e canais artificiais. Contudo, Precisa-se de uma efetiva fiscalização e investimentos públicos para melhoria na infraestrutura dos serviços de esgotamento sanitário em Florianópolis.

A infraestrutura pública de saneamento, em especial, de esgotamento sanitário, não acompanhou o crescimento populacional e urbano do município de Florianópolis. Cada morador ou condomínio/loteamento foi obrigado a resolver este problema de forma particular e descentralizada. Nestes casos, o efluente bruto é tratado e/ou liberado próximo à fonte, pois o poder público municipal não deu conta de gerenciar e atender todas as demandas do crescimento urbano (LIBRALATO; GHIRARDINI; AVEZZU, 2012).

Em 2011, foi aprovado o Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico-PMISB, (2010, p. 73). Neste documento é tratada a situação irregular e desordenada da infraestrutura de esgotamento sanitário no município de Florianópolis:

O setor de esgotamento sanitário do município de Florianópolis está em situação agravante, já que possui fragilidade ambiental devido a características de seus ecossistemas e um acelerado crescimento de zonas urbanas sem infraestrutura adequada de esgoto sanitário. [...] Nas regiões onde não há coleta pública o esgotamento sanitário é realizado através de soluções individuais, com ou sem tratamento, dispondo o esgoto final em rios, rede de drenagem, mar ou solo. Sabe-se que atualmente menos da metade dos esgotos domésticos são coletados pelos sistemas públicos que não possuem licença ambiental e apresentam muitas deficiências operacionais. (PMISB, 2010, p.73)

De acordo com a Revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico – PMISB (2021), atualmente, a infraestrutura de coleta e tratamento de esgoto no município de

Florianópolis tem diferentes administrações e logísticas. Há 08 Sistemas de Esgotamento Sanitário que são operados por uma concessionária, a Companhia Catarinense de Água e Saneamento- CASAN, e outros dois por sistemas operados por empreendedor privado (SES do Balneário de Jureré Internacional) pela Companhia Habitasul de Participações- HABITASUL, em um grande projeto imobiliário criado por esta companhia, e pela entidade pública federal (SES da Base Aérea) Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuário-INFRAERO, que gerencia uma base militar da Aeronáutica no território do município. Além destes sistemas, existem operações de esgotamentos sanitários operados por terceiros nos loteamentos, os quais depois do decreto municipal 18277/2018, estão sendo transferidos para operação e manutenção da CONCESSIONÁRIA.

Os sistemas de Esgotamento Sanitário (SES) operados pela CONCESSIONÁRIA são: SES de Florianópolis Continente, SES de Florianópolis Insular, SES da Lagoa da Conceição, SES da Barra da Lagoa, SES de Canasvieiras, SES de Saco Grande, SES do Parque Tecnológico, SES de Valparaíso. O sistema operado pela Companhia Habitasul é o SES de Jureré Internacional e aquele operado pela Infraero é o SES da Base Aérea de Florianópolis. (PMISB, 2021)

A bacia do rio Itacorubi, na parte central do município, não está completamente coberta pelos sistemas de coleta e tratamento de esgoto sanitário citados anteriormente, e esta é uma área onde vive um grande contingente populacional. O processo de adensamento da ocupação humana de suas terras ocorreu rápido e sem nenhum ordenamento.

A partir dos anos 1960, houve um processo de transformação do território da bacia de uma zona eminentemente rural para uma área urbana com verticalização, onde convivem bairros residenciais e usos comerciais e de serviços, além de instituições públicas (Universidade Federal de Santa Catarina- UFSC, Universidade do Estado de Santa Catarina-UDESC, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina- EPAGRI, Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A - CELESC) (CHERNIOGLO, 2019). Atualmente, na bacia existem bairros muito populosos, como os bairros Córrego Grande, Itacorubi, Pantanal, Santa Mônica e Trindade, os loteamentos Flor da Ilha, Jardim Anchieta, Jardim Germânia, Parque São Jorge e Jardim Itália, além dos assentamentos do Alto Pantanal, Quilombo e Sertão do Córrego (INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS - IPUF, 2008 *apud* SILVA, 2012).

A temática da presente pesquisa é a análise dos diferentes padrões de ocupação humana no território desta bacia hidrográfica em relação à produção de efluentes de esgotos e em relação

aos sistemas de coleta, tratamento e destino destes efluentes, haja vista, que há diferentes formas de ocupações humanas em termos de padrão e classe de renda dos moradores nesta área. Assim, se quer saber como os moradores de diferentes padrões de ocupação dão destino aos seus efluentes de esgotos.

Esta temática é muito importante, pois a produção e o destino irregular dos esgotos sanitários nas terras da bacia do rio Itacorubi podem comprometer a qualidade das águas dos rios e do ecossistema de manguezal presente na foz do rio Itacorubi, o Manguezal do Itacorubi, o qual é também uma unidade de conservação municipal (Parque Municipal).

A alteração em 2023 das normas de ocupação do território de Florianópolis em função da revisão de seu Plano Diretor mexe, principalmente, com alterações ligadas ao adensamento da ocupação humana, tais como aumento dos gabaritos das construções, incentivos para a construção civil para melhorar a oferta de moradias e habitação popular, transferência de potencial construtivo para as propriedades que contém Área de Preservação Permanente- APPs (onde é possível construir na propriedade poderá ter maior adensamento), desenvolvimento de centralidades (ou seja, formar núcleos autônomos de urbanização com oferecimento de comércio e serviços em vias pouco ocupadas). Nas audiências públicas e oficinas realizadas para esta revisão, a população questionou muito a proposta de revisão em geral, pois, no seu todo, ela aumenta o adensamento urbano e as pessoas estavam preocupadas com o não acompanhamento da infraestrutura, entre elas sistema viário, água potável e esgotamento sanitário. Desta forma, a presente pesquisa pode contribuir com resultados para esta discussão.

1.1 OBJETIVO PRINCIPAL

Analisar o padrão de ocupação humana nos terrenos da bacia hidrográfica do Itacorubi em relação ao sistema de disposição dos esgotos sanitários, inferindo sobre o potencial poluidor do lançamento de esgotos de forma irregular nos corpos hídricos locais.

1.1.1 Objetivos Específicos

1. Descrever os diferentes tipos padrões de ocupação humana na bacia do rio Itacorubi em relação à produção e disposição de esgotos sanitários;
2. Identificar os sistemas de disposição de esgotos encontrados em cada padrão de ocupação humana;
3. Verificar a qualidade das águas dos rios da bacia e sua relação com as formas de disposição dos esgotos encontradas no seu território.

2. ESGOTAMENTO SANITÁRIO: DEFINIÇÕES, DESTINAÇÃO DE ESGOTOS SANITÁRIOS E PROBLEMAS DE QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS.

Desde que o homem começou a se organizar em assentamentos fixos, juntando vários indivíduos em um mesmo lugar, a geração e a destinação de seus dejetos já passaram a ser um problema a ser resolvido, assim como a necessidade de abastecimento de água potável e para seus cultivos. Estas demandas fazem parte do saneamento básico das comunidades humanas. Saneamento vem do verbo sanear, tornar higiênico, remediar, tornar habitável (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE-FUNASA, 2006). Estas ações procuram preservar o meio ambiente, promover o bem-estar humano e prevenir interferências em sua saúde. A ideia de saneamento básico foi sendo transformada e determinada ao decorrer da história, em razão das condições sociais e de materiais utilizados no serviço de cada época, tendo ligação direta com as condições de saúde pública (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE-FUNASA, 2006).

Diferentes recursos básicos estão relacionados com o saneamento das comunidades humanas, tais como abastecimento, tratamento e distribuição de água; esgoto sanitário; coleta e destino adequado do lixo e limpeza pública (PORTAL DE SANEAMENTO BÁSICO, 2018). Segundo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2021, p. 6)

A Lei nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020, define saneamento básico como o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. A prestação dos serviços é orientada pela visão integrada dos quatro componentes e sua articulação com políticas de desenvolvimento urbano e regional, habitação, combate à pobreza e de sua erradicação, proteção ambiental, promoção da saúde, recursos hídricos e outras de interesse social relevante, destinadas à melhoria da qualidade de vida para as quais o saneamento básico seja fator determinante.

A Fundação Nacional de Saúde - FUNASA (2019) acrescenta que o saneamento básico, de acordo com a Lei do Saneamento 11.445/2007, inclui o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: a) abastecimento de água potável; b) esgotamento sanitário; c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Desse conceito conclui-se que o homem e o meio possuem uma relação intrínseca que pode ser mediada pelo campo do saneamento. À medida que o saneamento evolui em conhecimento, tecnologia e investe na melhoria das condições sanitárias, entende-se que sem o saneamento seria impossível desfrutar da qualidade de vida.

A redação do Art. 2º da Lei 13.517, de 04 de outubro de 2005 (SANTA CATARINA, 2005), apresenta uma definição mais abrangente de saneamento, inclusive acrescentando o

termo saneamento ambiental, compreendendo o abastecimento de água; a coleta, o tratamento e a disposição dos esgotos e dos resíduos sólidos e gasosos e os demais serviços de limpeza; o manejo das águas; o controle ambiental de vetores e reservatórios de doenças e a disciplina da ocupação e uso do solo, nas condições que maximizem a promoção e a melhoria de vida nos meios urbano e rural.

Dentro dos itens compreendidos como saneamento básico, a coleta e o tratamento de esgotos são essenciais ao saneamento básico. Essas operações descrevem promoção de saúde pública e manutenção de recursos naturais, entre eles os corpos hídricos onde é captada a água para abastecimento público, sendo que nas casas, a maior porção da água se transforma em esgoto após seu uso (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO-SNIS, 2021).

O **esgoto sanitário**, segundo definição da norma brasileira NBR 9648 (ABNT, 1986), é o despejo líquido constituído de esgoto doméstico e industrial, água de infiltração e mais a contribuição pluvial parasitária (aquela que penetra nos sistemas de coleta e tratamento em decorrência das precipitações). A Norma Brasileira NBR 7229 (ABNT, 1993), também apresenta uma definição semelhante para esgoto sanitário, a qual é “[...]água residuárias composta de esgoto doméstico, despejo industrial admissível a tratamento conjunto com esgoto doméstico e água de infiltração” (ABNT, 1993, p.02). A resolução CONAMA nº 430, DE 13 DE MAIO DE 2011, define esgotos sanitários como uma denominação genérica para despejos líquidos residenciais e comerciais e ainda as águas de infiltração na rede coletora, os quais podem conter parcela de efluentes industriais e efluentes não domésticos.

Fernandes (1997) detalha a fonte dos efluentes que constituem o esgoto sanitário: atividades domésticas, tais como lavagem de piso e de roupas, consumo em pias de cozinha e esgotamento de lavatórios, bacias sanitárias e ralos de chuveiros; esgoto industrial resultante das atividades industriais, onde se usa água no processo de produção, com características de acordo com o tipo de atividade de cada unidade fabril; esgoto pluvial, o qual tem a sua vazão a partir da coleta de águas de escoamento superficial, de drenos subterrâneos e até de lavagem das ruas.

2.1 COMPOSIÇÕES DO ESGOTO

O esgoto é oriundo de diversos fins (domésticos, águas pluviais e industriais) e se ele não passar por processos de tratamento adequado, pode causar enormes prejuízos à saúde pública, podendo causar transmissões de doenças, poluição de rios e fontes. Com o intuito de

evitar esses problemas, as autoridades sanitárias implantam padrões de qualidade de efluentes derivados do tratamento de esgotos, pois o planejamento de um sistema de esgoto tem por objetivos fundamentais, a saúde pública e a preservação ambiental (COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO- CORSAN, 2018).

Em geral, a constituição do esgoto sanitário é predominantemente de origem doméstica. Este tipo de esgoto é uma mistura de água e matéria orgânica, onde estão principalmente fezes, urina e água do serviço doméstico, sendo 99% do volume total de água e 1% de matéria orgânica (CORSAN, 2018). Nuvolari (2011) especifica que esgoto é um líquido cuja composição, quando não contém resíduos industriais, é de aproximadamente:

- 99,87% de água;
- 0,04% de sólidos sedimentáveis;
- 0,02% de sólidos não sedimentáveis; e
- 0,07% de substâncias dissolvidas.

Von Sperling (2005) explica que no esgoto sanitário doméstico podem ser encontrados sólidos orgânicos e inorgânicos (suspensos e dissolvidos) e microrganismos. A composição do esgoto doméstico pode ser vista no Quadro 1.

Quadro 1. Composição do esgoto doméstico

Tipos de substâncias	Origem
Sabões	Lavagem de louças e roupas
Detergentes (podem ser ou não biodegradáveis)	Lavagem de louças e roupas
Cloreto de sódio	Cozinhas e urina humana
Fosfatos	Detergente e urina humana
Sulfatos	Urina humana
Carbonatos	Urina humana
Ureia, amoníaco e ácido úrico	Urina humana
Gorduras	Cozinhas e fezes humanas
Substâncias Córneas, ligamentos da carne e fibras vegetais não digeridas.	Fezes humanas
Porções de amido	Fezes humanas
Urobilina, pigmentos hepáticos	Urina humana
Mucos, células de descamação epitelial	Fezes humanas
Vermes, bactérias, vírus, leveduras etc.	Fezes humanas
Outros materiais e substâncias: Areia, plástico, cabelos, sementes, fetos, madeiras, absorventes etc.	Areia: Infiltração nas redes de coleta, banhos em cidades litorâneas, parcela de águas pluviais etc. Demais substâncias são indevidamente lançadas nos vasos sanitários
Água	
Elementos Químicos: Carbono, Hidrogênio, Oxigênio, Nitrogênio, Fósforo, Enxofre e outros micros elementos.	

Fonte: Modificado de Nuvolari (2011, p.190)

De acordo com Nuvolari (2011), há uma parte que contribui indevidamente para rede de esgoto, que vem do lençol freático que sobe ou de águas pluviais (Quadro 2).

Quadro 2. Contribuições indevidas para as redes de esgoto

Presença no esgoto	Contribuições indevidas
Águas de infiltração e de subida do lençol freático	<ul style="list-style-type: none"> • Águas que penetram nas tubulações pelas juntas; • Águas que penetram nas canalizações através de imperfeições das paredes dos condutos; • Águas que penetram no sistema pelas estruturas de poços de visita, estações elevatórias etc.
Contribuição pluvial parasitária	<ul style="list-style-type: none"> • Ligações de canalizações pluviais prediais à rede de esgoto; • Interligações de galerias de águas pluviais à rede de esgoto; • Tampões de poços de visitas e outras aberturas; • Ligações abandonadas

Fonte: Produção do autor, baseado Nuvolari (2011, p.38)

2.2 CARACTERÍSTICAS DO ESGOTO DOMÉSTICO

Em função da composição dos esgotos, especialmente aqueles de fontes mais comuns, que são os de origem doméstica e comercial, pode-se estabelecer características físicas, químicas e biológicas dos esgotos. Estas características são importantes para entender a adequabilidade dos sistemas de coleta e tratamento dos esgotos e seu potencial poluidor.

2.2.1 Características físicas dos esgotos domésticos

De acordo com Fundação Nacional de Saúde- FUNASA (2019), as principais características físicas ligadas aos esgotos domésticos são: teor de matéria sólida, temperatura, odor, cor e turbidez.

- Teor de matéria sólida: Quaisquer poluentes da água com exceção dos gases, que compõem a carga de sólidos, sendo a matéria que se mantém como resíduo depois da evaporação a 103°C. É por causa de uma percentagem de 0,1% de sólidos nos esgotos que acontecem os problemas de poluição das águas, levando a necessidade de se tratar os esgotos. A turbidez da água ocorre pela presença de sólidos suspensos;

- Temperatura: o esgoto, em geral, tem temperatura pouco superior à das águas de abastecimento e acima da temperatura do ar, com exceção aos meses mais quentes do verão. A velocidade na decomposição do esgoto tem relação com a gradação de temperatura ambiente;
- Odor: os odores acontecem pelo processo de decomposição dos esgotos, formando gases característicos. Diferentes odores se formam de acordo com o grau de decomposição do esgoto: odor de mofo que deriva do esgoto fresco, sendo aceitável ainda ao nosso olfato, e odor de ovo podre que resulta do esgoto velho ou séptico, por efeito da presença de gás sulfídrico, sendo insustentável para o olfato humano;
- Cor e Turbidez: apontam diretamente para um estado que é o de decomposição do esgoto: coloração cinzenta e aspecto túrbido são características típicas de esgoto fresco e uma cor cinza escura ou preta já indica um o esgoto velho.

2.2.2 Características químicas dos esgotos domésticos

As principais características químicas ligadas aos esgotos domésticos de acordo com FUNASA (2019) são:

- Matéria orgânica: correspondendo em torno de 70% dos sólidos no esgoto, sendo de origem orgânica também os sólidos voláteis. Usualmente, esses compostos orgânicos têm uma combinação de carbono, hidrogênio e oxigênio, matéria orgânica carbonácea e, outras vezes, com nitrogênio, constituindo a matéria orgânica nitrogenada. Nos esgotos, os grupos de substâncias orgânicas são: proteínas, que é o principal constituinte do organismo humano (40 a 60%), depois os carboidratos, que é a principal molécula orgânica a ser destruída pelas bactérias (formando ácidos orgânicos - 25 a 50% constituído de carbono, hidrogênio e oxigênio) e, em seguida, as gorduras derivadas de manteiga, óleos vegetais, carnes e outros (10%). Por fim, há ainda: ureia, surfactantes, fenóis e outros.
- Matéria inorgânica: é formada basicamente pela presença de areia e de substâncias minerais não incineráveis, sólidos suspensos e de minerais dissolvidos, sendo partes de água de lavagem de ruas e calçadas, de infiltrações e lançamentos indevidos na rede coletora.

2.2.3 Características biológicas dos esgotos domésticos

De acordo com Fundação Nacional de saúde- FUNASA (2019), as principais características biológicas estão relacionadas ao grupo de microrganismos, como as bactérias, os fungos, os protozoários, os vírus e as algas. As bactérias são os microrganismos mais significativos, sendo responsáveis pela decomposição e estabilização da matéria orgânica. Elas

também são a fonte de alimento para protozoários, mantendo o equilíbrio de diversas formas de organismos no interior do esgoto.

2.3 DESTINAÇÕES DE ESGOTOS SANITÁRIOS

Existem diferentes formas de disposição dos esgotos sanitários, desde uma forma simples que é apenas canalizar os esgotos sem tratamento para um curso d'água ou corpo d'água ou se construir toda uma rede de coleta e tratamento dos esgotos. Pode-se também dispor os esgotos em fossas sépticas dentro das propriedades onde eles são produzidos, implicando em disposição com tratamento individual. Estas diferentes formas podem estar presentes em uma mesma cidade ou comunidade.

Quanto maior é adensamento humano em determinado local, maior é a produção de esgotos e mais elaborado deve ser a disposição deles, visando evitar problemas de saúde pública e poluição dos recursos hídricos superficiais e subsuperficiais. Em sistemas mais elaborados de disposição de esgotos sanitários há vários componentes: rede coletora, de transporte, tratamento e disposição final do esgoto sanitário. Conforme a NBR 7229 (ABNT, 1993), “[...]o sistema de esgotamento sanitário é um conjunto de instalações que reúne coleta, tratamento e disposição das águas residuárias”.

2.3.2 Formas de disposição de esgotos sanitários

Há diferentes tipos de disposição de esgotos sanitários, mais ou menos complexos, variando de sistemas centralizados até soluções individuais (descentralizadas). Neste item, serão apresentadas as formas de disposição dos esgotos sanitários, válidas especialmente para os esgotos domésticos.

2.3.2.1 *Sistemas descentralizados*

Os sistemas de tratamento de águas residuais descentralizados (que também são conhecidos como agrupados) (Figura 1) são projetados para operar em pequena escala (AGÊNCIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DOS ESTADOS UNIDOS- USEPA, 2004 *apud* MASSOUD, TARHINI E NASR, 2009). Estes sistemas consistem no lançamento dos esgotos gerados em uma ou poucas unidades habitacionais, usualmente envolvendo infiltração no solo,

o que implica na disponibilidade de área e solo com boas condições de infiltração (VON SPERLING, 2005).

Eles não apenas reduzem os efeitos sobre o meio ambiente e a saúde pública, mas também ampliam a reutilização final de águas residuais, conforme o tipo de comunidade, opções técnicas e configuração locais. Quando utilizados de forma eficaz, os sistemas descentralizados promovem o retorno do efluente tratado dentro da bacia de origem. Os sistemas descentralizados podem ser instalados de acordo a demanda. Eles são especialmente melhores em comunidades como habitações rurais e com habitações de baixa densidade (AGÊNCIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DOS ESTADOS UNIDOS- USEPA, 2004 *apud* MASSOUD, TARHINI e NASR, 2009).

Figura 1. Sistema descentralizado Local ou em Cluster



Fonte: (Asano et al. 2007 *apud* Mesquita et al., p.51, 2021)

Existem outros sistemas que também podem ser considerados como descentralizados por atenderem unidades uni-familiares, embora também possam atender a certo número de residências próximas entre si (VON SPERLING, 2005). São sistemas estáticos, com soluções locais. Os tipos de esgotos descentralizados mais individuais e de pequena monta podem ser observados na Figura 2.

Figura 2 . Sistemas individuais ou estáticos

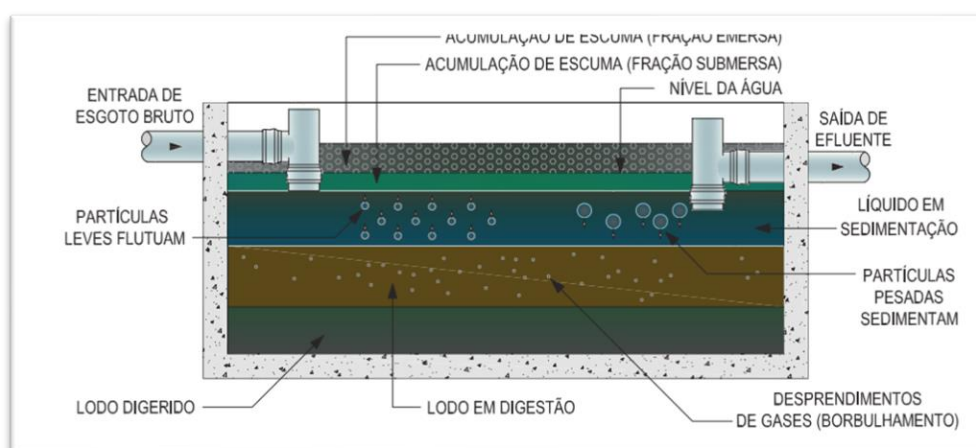


Fonte: Von Sperling (2005, p. 53)

a) Tanque séptico ou fossa séptica

De acordo com Massoud, Tarhini e Nasr (2009), o sistema de fossa séptica simples (Figura 3) é o método de tratamento primário mais conhecido para tratamento de efluentes no local, devido às suas vantagens consideráveis é a eficiência para a disposição e tratamento de esgoto em locais onde não tem redes coletoras. As fossas sépticas removem a maioria dos sólidos sedimentáveis e funcionam como um biorreator anaeróbico que promove a digestão parcial da matéria orgânica.

Figura 3. Funcionamento de um tanque séptico (ou fossa séptica)



Fonte: Funasa, 2019, p.173

O mecanismo de uma fossa séptica ou tanque séptico é composto por uma unidade cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal, onde o tratamento do esgoto ocorre por meio de processos de sedimentação, flotação e digestão (NBR 7229 – ABNT, 1993). De acordo com Companhia Riograndense de Saneamento – CORSAN (2018), para a construção do

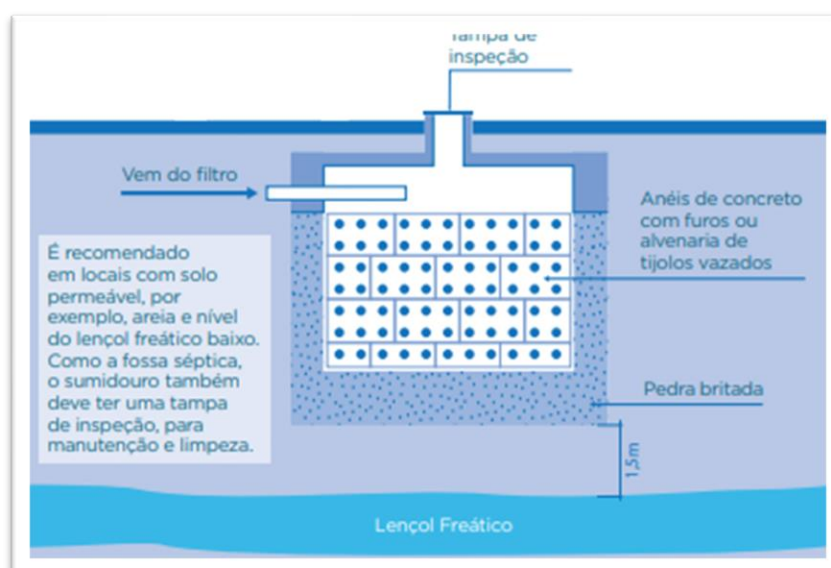
sistema de tratamento fossa séptica existem variadas possibilidades de materiais para a construção e que podem ser fabricadas no local, como alvenaria e concreto, ou que podem ser pré-fabricadas com fibra, plástico, concreto etc.

O **tanque séptico mais infiltração** significa que há ainda mais uma etapa que é a disposição final do efluente em valas de infiltração. Este processo depende de disponibilidade de terras para sua construção, além é claro, de solos com boa capacidade de absorção e dispersão dos efluentes.

b) Sumidouros

O efluente de uma fossa séptica pode ser lançado em um sumidouro (Figura 6), quando a taxa de absorção do solo for igual ou superior a 40L/m^2 dia (NBR 7229 – ABNT, 1993). Normalmente, os solos que possuem essa taxa de infiltração são argilosos e /ou siltosos (partículas mais finas que grãos de areia). Os sumidouros podem ser construídos com alvenaria de tijolos, blocos ou pedra ou ainda através de anéis pré-moldados de concreto, desde que sejam feitos furos na parede lateral e deixado o fundo livre para permitir a infiltração no solo a sua volta (Figura 4).

Figura 4. Sumidouro

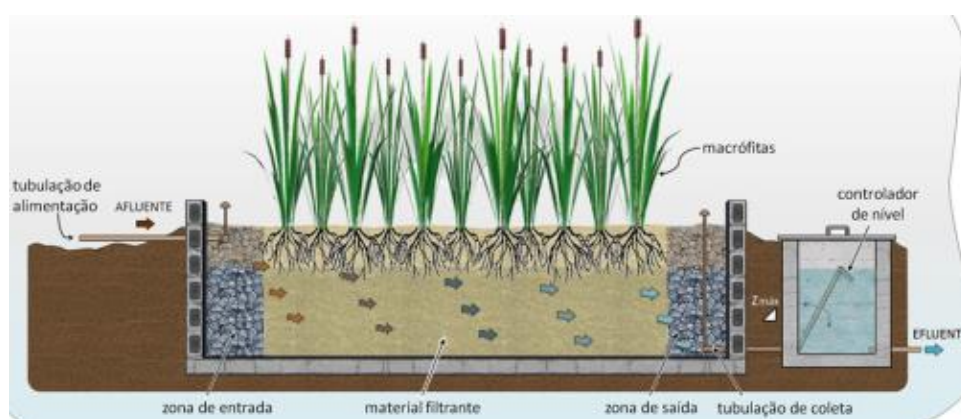


Fonte: Companhia Riograndense de Saneamento – CORSAN (2018 Não paginado).

c) *Wetlands* Construídas (Terras úmidas construídas)

De acordo com Von Sperling (2005), *Wetlands* Construídas (ou em tradução livre: Terras úmidas construídas) são denominações utilizadas para designar processos de tratamento de esgotos e dispersão de efluentes que consistem em lagoas ou canais rasos, com profundidade inferior a um metro e que abrigam plantas aquáticas. Estes processos são baseados em mecanismos biológicos, químicos e físicos para tratar os esgotos (Figura 5).

Figura 5. *Wetlands* construído



Fonte: Dimensionamento de *Wetlands* construídos no Brasil. Boletim *Wetlands* Brasil. Disponível em: <https://gesad.ufsc.br/files/2018/12/Boletim-Wetlands-Brasil-Edi%C3%A7%C3%A3o-Especial-Dimensionamento-de-Wetlands-Constru%C3%ADdos-no-Brasil-von-Sperling-Sezerino-2018-2.pdf> Acesso: 19 set, 2022.

Wetlands construídos (WC) são sistemas desenvolvidos no sentido que os processos naturais se repliquem e aperfeiçoem para ter a transformação da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, que sucedem em ambientes alagados, como pântanos e mangues. Em geral, são usados na qualidade de sistemas de tratamento de efluentes de variadas fontes, mas destacam-se efluentes industriais, agrícolas, domésticos ou pluviais (FUNASA, 2018).

e) Fossas negras (ou privadas higiênicas) e valas negras

A fossa negra ou privada higiênica é uma forma de disposição de esgoto sanitário precária e usada como solução individual. Consiste em um buraco no chão sem revestimento onde são depositados materiais sólidos e pastosos diretamente das necessidades humanas (SOUZA, 2015). Não se presta a receber efluentes líquidos. Deve ser construída longe das moradias e outras formas de ocupação e não pode ser empregada em terrenos propícios a inundações e/ou com lençol freático próximo à superfície.

No interior de uma fossa negra acontecem reações na matéria orgânica presente nas fezes. As reações entre esta matéria orgânica e a vida microbiana gera energia e libera um líquido com odor desagradável e com presença de nitrato e coliformes fecais, sendo chamado de chorume (SOUZA, 2015). De acordo com as Norma Brasileira NBR 8419 (ABNT, 1992), chorume ou sumeiro, é um líquido gerado pela decomposição de matérias orgânicas, tendo como características mau cheiro, cor escura e elevada demanda bioquímica de oxigênio. Este líquido infiltra-se nas paredes das fossas e lixívia através do solo, sendo capaz de chegar e contaminar as águas subterrâneas (FAUSTINO, 2011 *apud* SOUZA, 2015).

Em relação a valas negras, estas são formas de descarte de esgotos muito simples que consistem na abertura de valas que levam o esgoto diretamente das residências até o corpo receptor (rio, mar, lago, terreno alagado etc.).

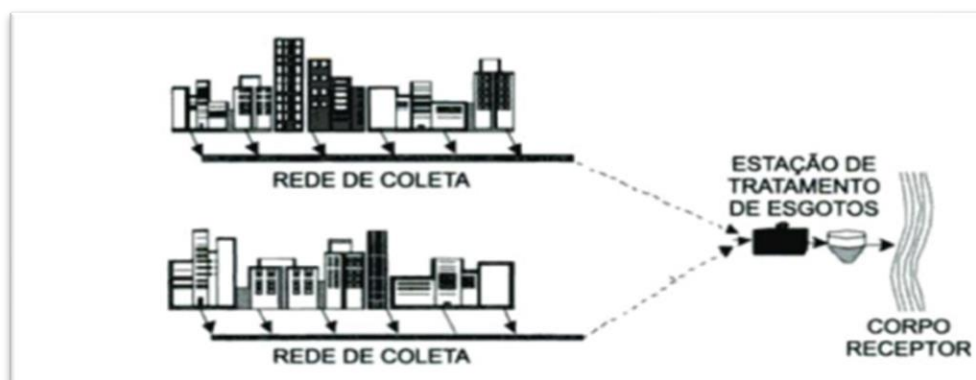
Alguns dos aspectos e/ou características relacionadas aos esgotos das valas e/ou fossas negras são: aparência desagradável e odores do esgoto bruto percorrendo a céu aberto pelas ruas nas valas negras; valas negras e fossas negras servindo como criadouros de mosquitos e outros vetores de doenças; transmissão de doenças por contato direto com o esgoto nas valas negras ou fossas negras. As doenças da qual as valas negras e fossas negras são fonte são: desintéria, leptospirose, dengue, varíola, amebíase e outras (SOUZA, 2015).

De acordo com Souza (2015), no Brasil, muitas regiões recorrem a esta forma inapropriada de descartes de seus esgotos. Nesta forma de descarte, os dejetos e águas residuárias são colocados diretamente no subsolo e têm contato com o solo e as águas subterrâneas e superficiais, causando contaminações e riscos ao meio ambiente e aos seres vivos. São formas muito primitiva de descartes de esgoto, comuns em muitas zonas rurais e periferias urbanas. Em alguns lugares, as fossas negras são chamadas de “patentes”. As valas e fossas negras tendem a camuflar a inexistência de coleta e tratamento de esgoto que afetam muitos sítios urbanos, pois são um destino que esconde o problema da falta de estrutura de esgotos em um primeiro momento.

2.3.2.2 Sistemas de esgotamento sanitários centralizados

Von Sperling (2005) comenta que os sistemas centralizados, conhecidos também como dinâmicos ou coletivos (Figura 6), são uma solução com afastamento dos esgotos da área servida, sendo indicados para locais com elevada densidade populacional, como no meio urbano.

Figura 6. Sistema de Esgotamento Dinâmico ou coletivo



Fonte: Von Sperling (2005, p.53)

Para Tsutiya e Sobrinho (2011), os sistemas de esgotos urbanos centralizados podem ser de três formas diferentes de acordo com o efluente trabalhado:

- Sistema de esgotamento unitário ou sistema combinado: transporta esgotos sanitários e águas de escoamento pluviais em uma mesma rede de canalizações.
- Sistema de esgotamento separador parcial: os esgotos sanitários são coletados e transportados em canalização separada da de águas pluviais, sendo exigido pela legislação vigente no Brasil (FUNASA, 2019).
- Sistema de esgotamento separador absoluto: é um sistema que trabalha apenas com esgotos. Nele, precisa-se de um conjunto de condutos, instalações e equipamentos de coleta, transporte, condicionamento e encaminhamento simplesmente de esgoto sanitário (NBR 9648- ABNT, 1986).

Quando se pensa na estrutura de um sistema de esgotamento sanitário centralizado, há vários dispositivos a partir de um conjunto de elementos envolvendo ligações prediais, coletores e seus órgãos acessórios (NUVOLARI, 2011; ANBR 8160/ABNT, 1999). Estes elementos são:

- Ligação predial: compreende o trecho do coletor predial que abrange entre si o limite de terreno e a coleta de esgoto;
- Coletor de esgoto: tubulação da rede coletora que recebe contribuição de esgoto dos coletores prediais (individuais) em qualquer ponto ao longo do seu comprimento;
- Coletor principal: coletor de esgoto cujo diâmetro é maior dentro de uma mesma bacia;
- Coletor tronco: são todos os coletores que recebem o esgoto de outros coletores;

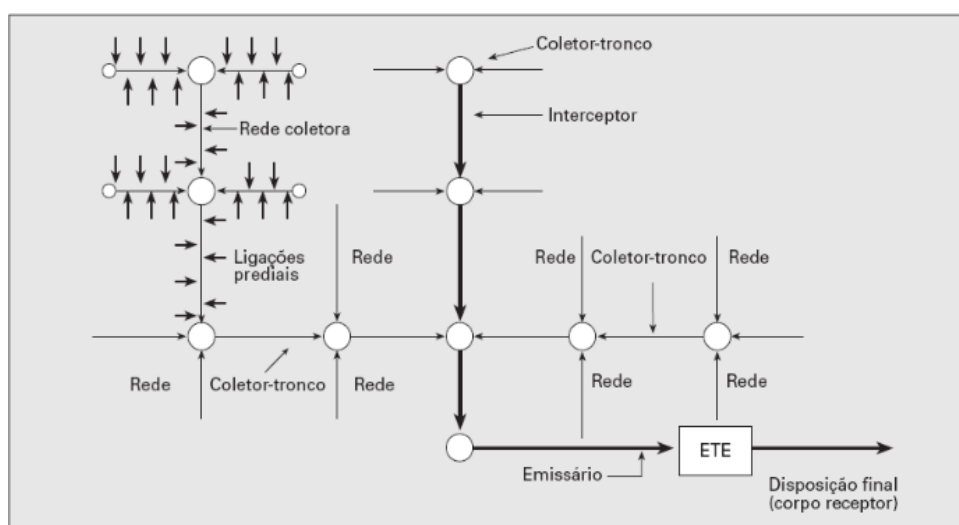
- Coletor predial: extensão de tubulação da instalação predial. O esgoto é captado entre a última implantação das canalizações. São aqueles que recebem efluentes de aparelhos sanitários e do coletor de esgoto;
- Órgãos acessórios: Dispositivos fixos sem equipamentos mecânicos. É possível ser: poços de visitas (PV), tubos de inspeção e limpeza (TIL), terminais de limpeza (TL) e caixas de passagem (CP).
- Interceptor: nada mais é do que uma canalização que recebe e transporta o esgoto sanitário coletado (recebe esta contribuição de coletores tronco e de alguns emissários). Controla o fluxo que recebe das linhas principais e o direciona para a estação de tratamento de águas residuais;
- Emissário: é simplesmente aquele que recebe as contribuições das canalizações, ficando, assim a montante destas canalizações, recebendo as contribuições de montante da bacia coletora de esgotos.
- Sifões invertidos e passagens forçadas consistem em trechos com drenagem sob pressão, tendo como objetivo passar por barreiras, desníveis ou cursos de águas. Quando são trechos rebaixados se utiliza os sifões e, quando não há rebaixamento, são usadas as passagens forçadas.

As estações elevatórias de esgoto (EEE) são instalações que contribuem para o transporte de esgoto começando “[...] do nível do poço de sucção das bombas ao nível de descarga na saída do recalque acompanhando aproximadamente as variações da vazão afluente”. (NUVOLARI, 2011, p. 62). A EEE se faz necessária, pois sua principal função é transportar os efluentes sanitários de um ponto mais baixo para um ponto mais alto, sendo que esta situação pode ocorrer em uma rede de coleta ou em uma estação de tratamento de esgoto (ETE). As elevatórias são operadas no sistema de esgoto para algumas ocorrências que são (NUVOLARI, 2011):

- na coleta, usa-se a elevação do esgoto para se ter ligação com o coletor de esgoto, usando-se em soleiras baixas e em terrenos com caimentos em fundos;
- na rede coletora, como possibilidades ao aprofundamento excessivo e antieconômico dos coletores de esgoto;
- no transporte, em caso de transferências de bacias de origem atravessando áreas planas, sendo necessário, neste caso, criar aglomerados com elevatórias;
- no tratamento ou disposição final, para alcançar um ETE ou um corpo receptor.

De acordo com Nuvolari (2011), a coleta, o transporte e o tratamento dos esgotos começam nas edificações a partir de tubulações e ramais internos, depois são ligados a rede pública para chegar nas estações de tratamento e na disposição final do efluente, conforme é observado na Figura 7.

Figura 7. Esquema de sistema de coleta, transporte, tratamento e disposição final de esgoto sanitário



Fonte: Nuvolari (2011, p. 62)

2.3.3 Níveis do tratamento de esgoto

De acordo com o Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto -SAMAE (2019), o tratamento de esgoto é uma providência de saneamento básico fundamental para a qualidade da vida da população. O tratamento adequado dos esgotos resulta em efluentes que podem ser reconduzidos para a natureza, certificando a proteção e preservação aos mananciais.

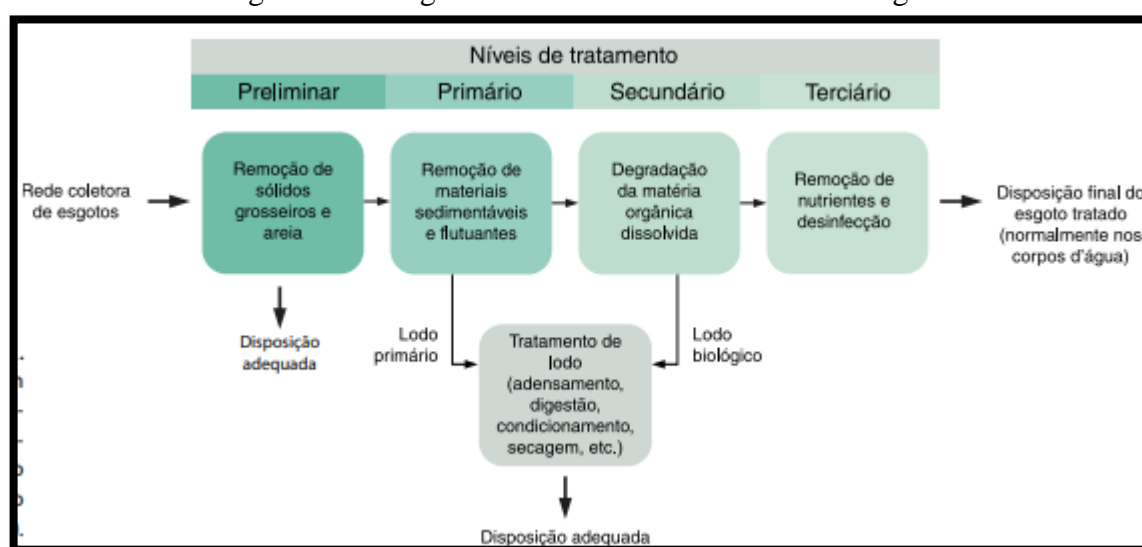
A resolução nº. 430/2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) “[...]dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores”. Esta resolução define os parâmetros orgânicos e inorgânicos, referindo-se a qualquer fonte poluidora que lance seus efluentes de modo direto em corpos receptores. Também existem normativas estaduais e municipais que podem fixar padrões mais restritivos do efluente final do que coloca a Resolução CONAMA Nº. 430/2011.

O parâmetro de lançamento de efluentes nos corpos hídricos é um instrumento, que em conjunto com o padrão de qualidade dos corpos receptores objetivam proteger a qualidade dos mananciais. Estes instrumentos possibilitam a fiscalização dos contaminadores e a identificação

e penalização dos culpados pela degradação e poluição dos corpos receptores (VON SPERLING, 1998 *apud* MORAIS; SANTOS, 2019).

O tratamento de esgotos pode se dar em quatro níveis básicos, conhecidos como: preliminar, primário, secundário e terciário, como mostra a Figura 8. Von Sperling (2005) comenta que estes diferentes níveis, tipos ou combinações de tratamento são selecionados de acordo com as características do esgoto a ser tratado e com nível de tratamento demandado para atender aos padrões de qualidade e de lançamento normatizado e legislado.

Figura 8. Fluxograma dos níveis de tratamento de esgoto



Fonte: Tonetti et al. (2018)

a) Tratamento preliminar

Para Von Sperling (2005), o tratamento preliminar tem como principal objetivo retirar os sólidos grosseiros, areia e por fim mensurar a vazão do líquido presente.

b) Tratamento Primário

O tratamento primário oferece a remoção de sólidos sedimentáveis suspenso (parte da matéria orgânica). Sua remoção ocorre por um processo simples que é sedimentação. Apenas com este procedimento se reduz a carga de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) em torno de 25 a 35% e a carga de sólidos em suspensão com eficiência de 60 a 70% (VON SPERLING, 2005).

c) Tratamento em nível secundário

No tratamento secundário, predominam mecanismos biológicos de processamento do esgoto, principalmente em relação à matéria orgânica e aos nutrientes (nitrogênio e fósforo). O esgoto neste momento apresenta dois tipos de matéria orgânica, a dissolvida que é removida

por processos físicos, como a sedimentação, e a em suspensão, a qual é em grande parte removida no tratamento primário. Contudo, os sólidos sedimentáveis mais lentos persistem na massa líquida.

Segundo Von Sperling (2005) os principais sistemas de tratamento de esgoto a nível secundário são:

- Sistemas de Lodos Ativados e Variantes (lodos ativados convencional, lodos ativados por aeração prolongada e lodos ativados de fluxo intermitente);
- Sistemas Aeróbio com Biofilmes (filtro biológico de baixa carga, filtro biológico de alta carga, biofiltros aerados submersos, biodisco e variantes);
- Sistemas Anaeróbio (reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo e filtro anaeróbio- sistema de tanque séptico);
- Disposição de Efluente no Solo (infiltração lenta, infiltração rápida, infiltração subsuperficial, escoamento superficial e terras úmidas construídas).
- Sistemas Anaeróbios: Estes sistemas são os filtros Anaeróbios- Sistemas de Tanque Séptico (Figura 9). Nestes filtros, parte dos sólidos é removido, estes que estão em suspensão se sedimentam e com isso ocorre a digestão anaeróbia no fundo tanque. Acontecendo então a remoção complementar de DBO em virtude do filtro anaeróbio. Este processo é inferior ao processo aeróbio, mas, em grande parte das situações, ele é suficiente, sendo amplamente utilizados por pequenas populações.

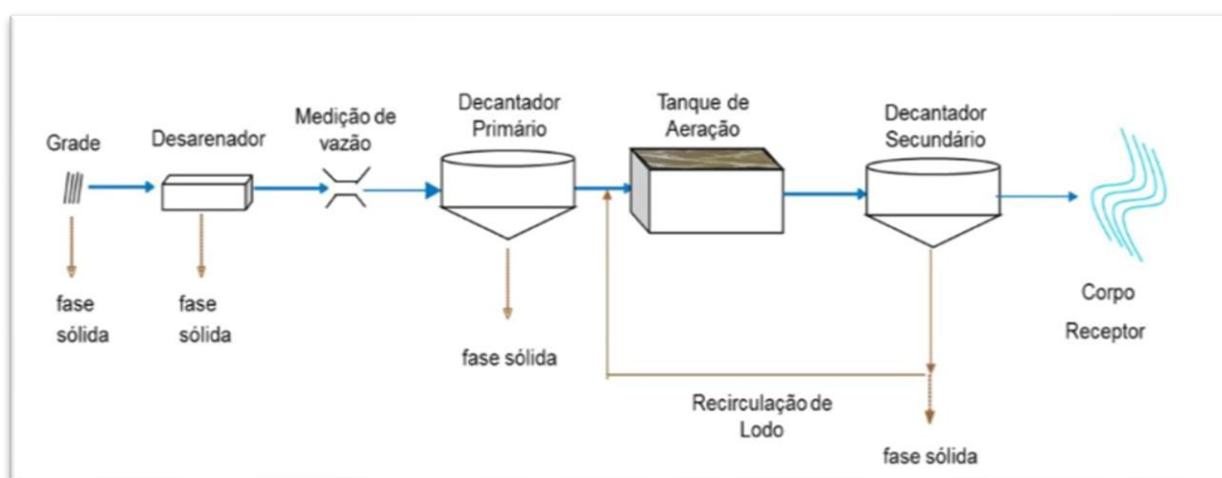
Figura 9. Filtro Anaeróbio



Fonte: Von Sperling (2005, p. 294)

- **Sistemas de Lodos ativados e Variantes:** os Lodos Ativados Convencional (Figura 10), é um método consistente em obter estabilidade da matéria orgânica por microrganismos aeróbios. É fundamental no processo de lodos ativados as bactérias presentes no decantador retornarem para o tanque de aeração, crescendo e se aglomerando nesta unidade. Quando existe uma maior quantidade de bactérias em suspensão, melhor vai ser o seu consumo. Consegue-se com isso identificar a matéria orgânica contida no esgoto bruto. O Tempo de 4 a 10 dias é o necessário para a retenção dos sólidos no sistema de lodos ativados convencional. É com esta permanência que se garante uma elevada eficiência nesse processo de lodo ativado, tendo um tempo suficiente para metabolizar toda a matéria orgânica dos esgotos. O fornecimento de oxigênio neste sistema é feito por aeradores mecânicos ou por ar difuso. A montante do reator, há uma unidade de decantação primária, de forma a remover os sólidos sedimentáveis do esgoto bruto.

Figura 9. Lodos Ativados Convencional



Fonte: Portal Tratamento de Água. Disponível em: < <https://tratamentodeagua.com.br/artigo/sistema-lodos-ativados/> > Acesso: 29 out, 2022

d) Tratamento em nível terciário

No tratamento terciário, ocorre a remoção de poluentes específicos (tóxicos) e a remoção complementar de poluentes não suficientemente removidos no tratamento secundário. Os tratamentos terciários normalmente são executados antes do lançamento final dos efluentes do esgoto no corpo receptor. Para Von Sperling (2005), contudo, também, deve-se ter a preocupação de tratar os esgotos em termos de desinfecção de organismos patogênicos, em especial, quatro principais classes de organismos de interesse em termos de saúde pública (bactérias, vírus, protozoários e helmintos). Desinfetar esgotos é uma prática que busca inativar

seletivamente espécies de organismos presentes no esgoto sanitário que ameaçam a saúde humana. Os principais processos utilizados para a remoção de organismos patogênicos são: cloração, ozonização, radiação ultravioleta e membranas.

A decisão sobre a implantação da desinfecção de esgoto não é simples devido aos custos e eficácia com relação: à efetiva remoção dos organismos patogênicos, à possível geração de compostos tóxicos, aos usos que são dados ao corpo receptor dos efluentes do esgoto, a uma visão integrada da bacia hidrográfica em que está a produção de esgotos e o sistema de tratamento de esgoto, entre outros aspectos.

2.3.3.1 Estação de tratamento de Esgoto (ETE)

Uma estação de tratamento de esgotos (ETE) (Figura 11) se destina ao tratamento de grande demanda de esgotos, sendo empregada para zonas urbanizadas, com grande contingente populacional, normalmente está associada à sistemas centralizados de esgotos, mas há casos de sistemas individualizados que apresentam esta forma de tratamento de esgotos.

A ETE consiste nos tratamentos preliminares, primários, secundários e terciários (a depender das exigências do corpo receptor), em um sistema com equipamentos e acessórios, que visam a redução de cargas poluidoras do esgoto sanitário e condicionamento da matéria residual (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR-12209, 1992).

Na ETE, o esgoto sofre processos físicos, químicos e biológicos que removem as cargas poluentes, entregando ao ambiente um produto, que deve estar em conformidade com os padrões exigidos pela resolução CONAMA no. 430/2011.

Figura 10. Estação de tratamento de esgoto



Fonte: Revisão do plano Municipal de Saneamento Básico de Florianópolis. (2021, p. 113)

As etapas do tratamento de esgoto na estação de tratamento de esgoto (ETE) são, segundo a SAMAE (2019):

- **Gradeamento:** é a etapa número um (01), quando o esgoto chega na estação de tratamento. Neste momento, ocorre a retenção dos resíduos sólidos que são jogados indevidos na rede, como fraldas, papel higiênico, restos de alimentos, roupas, calçados etc.;
- **Caixas de Areia ou Desarenador:** sendo uma estrutura para reter areia e outros resíduos menores, que tendem a passar pela etapa número um (01);
- **Reator Anaeróbio:** em tanques fechados, o efluente atravessa um compartimento com bactérias anaeróbias, para que ocorra a degradação da matéria orgânica;
- **Filtro Biológico Aerado:** atravessando por filtros de brita, o efluente recebe a injeção de oxigênio para que ocorra a aeração. Nesta etapa acontece o segundo passo para o tratamento biológico, que é ação das bactérias aeróbias;
- **Decantação:** neste processo, o lodo formado vai para o fundo do tanque, sendo assim decantado, para que na sequência seja raspado. Neste mesmo processo, no líquido coletado na parte superficial do tanque é adicionado um coagulante para a remoção de nutrientes. Em seguida, este líquido vai para o processo de desinfecção;

- Desinfecção: nesta fase, adiciona-se um produto químico sanitizante, para a redução de riscos de transmissão de doenças infectocontagiosas, reduzindo as quatro classes principais de organismos de interesse em saúde pública (bactérias, vírus, protozoários, helmintos). Aqui a qualidade da água é avaliada em função dos usos e do padrão de qualidade e características de um corpo receptor se for o caso.

2.4 FORMAS DE ATENDIMENTO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO SEGUNDO O PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO (PLANSAB)

O Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB, 2019) considera que o serviço de esgotamento sanitário existe sempre quando há coleta e afastamento do esgoto por meio de tubulação fechada. O plano distingue em relação ao saneamento básico o que é determinado como atendimento adequado e o que é considerado atendimento em situação de déficit. O conceito de déficit indica o atendimento precário ou inexistência de atendimento. É considerado atendimento adequado quando há oferecimento do serviço coletivo em funcionamento apropriado. De forma detalhada, pode-se dizer que:

- Atendimento adequado (Com coleta e com tratamento e Solução individual- no lote): como atendimento adequado as situações na qual existem fossa séptica sucedida por pós-tratamento ou unidade de disposição final, adequadamente projetados e construídos. Ou por rede coletora de esgoto seguida de tratamento.
- Atendimento precário (Com coleta e sem tratamento): As situações enquadradas neste atendimento significam que o serviço é ofertado em condições insatisfatórias, potencialmente comprometedoras da saúde humana e da qualidade do meio ambiente. Exemplos: Fossas rudimentar
- Sem atendimento (Sem coleta e sem tratamento): Não se enquadram em nenhuma das outras classes anteriores. Exemplos: lançamentos a céu aberto ou lançamentos em galerias pluviais antes de alcançarem efetivamente os corpos hídricos. (PLANSAB, 2019)

2.5. CONSEQUÊNCIAS DO ESGOTO NÃO TRATADO

Quando o esgoto sanitário coletado em redes é lançado *in natura* nos corpos hídricos, sem receber um prévio tratamento, espera-se sérios prejuízos a qualidade da água. Estes prejuízos são: aspecto visual e odores desagradáveis; declínio dos níveis de oxigênio dissolvido,

afetando a sobrevivência dos seres de vida aquática; contaminação de animais e seres humanos pelo contato e consumo da água (NUVOLARI, 2011).

Para Von Sperling (2005), a poluição das águas é a adição de substâncias que alterem a natureza do corpo d'água de uma maneira que prejudique o seu uso, tanto pelo ser humano quanto pelas faunas e flora que depende deste recurso hídrico. Sanchez (2013) corrobora com a visão de Von Sperling (2005), pois para ele a poluição é a introdução pelo homem de substâncias nocivas no ambiente, com efeitos de colocar em risco a saúde humana, causando danos aos recursos vivos e ecossistemas, prejudicando e interferindo com meio ambiente.

Boneto (2007) afirma que a poluição e a degradação das águas de uma bacia hidrográfica podem ser influenciadas por diversos fatores que estão relacionados à cobertura vegetal, topografia, geologia e ao uso e manejo do solo. Sendo as principais consequências da poluição das águas à eutrofização, acidificação e salinização. Lançar esgoto não tratado pode poluir o solo e as águas superficiais e subterrâneas, levando a morte de animais e reduzindo a quantidade de água potável disponível.

Von Sperling (2005) coloca que uma fonte comum e preocupante de poluição é o despejo de esgoto doméstico sem tratamento ou com tratamento incompleto. De acordo com este autor, os maiores problemas dizem respeito a introdução de grande quantidade de matéria orgânica, de organismos patogênicos e de nutrientes (Nitrogênio e Fósforo), aliado ao aumento do consumo de oxigênio dissolvido no corpo hídrico em função das alterações químico-biológicas produzidas pelo esgoto. Tudo isto pode levar a extinção da fauna e flora aquática e a contaminação de organismos vivos que usam o corpo d'água para dessedentação e outros usos, incluindo também o ser humano.

De acordo com Bovolato (2015), há muitas doenças humanas que estão relacionadas com a contaminação de recursos hídricos, em especial pelo despejo de esgoto sanitário não tratado ou com tratamento incompleto. Existem dois grupos de doenças relacionadas com a água classificados em doenças de transmissão hídrica e doenças de origem hídrica (BOVOLATO, 2015).

a) Doenças de transmissão hídrica: a água atua como vetor patogênico. Os patógenos atingem a água por meio de fezes humanas ou animais, causando principalmente problemas intestinais. Estas doenças são ocasionadas por vermes, bactérias, protozoários e vírus (BOVOLATO, 2015).

As doenças que têm transmissão hídrica são, conforme Tundisi (2005 *apud* MELO, 2014) e o Ministério da Saúde (2022):

- Doenças diarreicas agudas: causadas por microrganismos infecciosos (bactéria, vírus, e outros parasitas como o protozoário), com sintomas de diminuição da consistência das fezes, aumento do número de evacuações, cólicas abdominais, febre, náuseas, vômitos etc.
- Febre Tifoide: Causadas por microrganismo infeccioso a bactéria, com sintomas de febre alta, dores de cabeça, falta de apetite, aumento de volume do baço etc.
- Difteria: causada pelo microrganismo infeccioso a bactéria, com sintomas de membrana grossa e acinzentada, cobrindo amígdalas e podendo cobrir outras estruturas da garganta, dor de cabeça discreta, palidez, febre não muito elevada etc.
- Poliomielite: causada pelo microrganismo infeccioso vírus, com sintomas de febre, diarreia, dores musculares e, em estágios mais avançados, paralisia e atrofia dos músculos;
- Cólera: causada pelo microrganismo infeccioso bactéria, com sintomas de diarreia severa e grande perda de líquido, desencadeando outros sintomas como câimbras musculares e choque;
- Hepatite A: causada pelo microrganismo infeccioso vírus, sintomas são inespecíficos, iniciando como fadiga, mal-estar, febre, dores musculares seguidos por enjoos, vômitos etc.

b) Doenças de origem hídrica: causadas por tipos de substâncias que podem ser inorgânicas ou orgânicas presentes em concentrações inadequadas no corpo hídrico, com padrões superiores aos estabelecidos para consumo humano. De acordo com o Guia da Organização Pan-Americana da Saúde – OPAS (1987 *apud* Funasa, 2014), os contaminantes químicos inorgânicos e orgânicos que tem um potencial de risco a saúde humana significativos são:

- Contaminante arsênio: causa nos seres humanos intoxicação aguda, comprometendo o sistema nervoso e podendo levar ao coma e a morte;
- Contaminante Cádmio: provoca distúrbios gastrointestinais graves, bronquite, enfisema pulmonar, anemia e cálculo renal;
- Contaminante Benzeno: na exposição aguda, provoca depressão do sistema nervoso central e anemia;
- Contaminante Clordano: provoca vômitos e convulsões.

A poluição dos recursos hídricos e dos mananciais causados por efluentes e rejeitos, tem sido um dos maiores fatores de riscos para a saúde humana, principalmente em regiões com inadequação da disposição de esgotos sanitários, o que se observa em regiões brasileiras com alto índice de aglomerações em áreas urbanas (FUNASA, 2014).

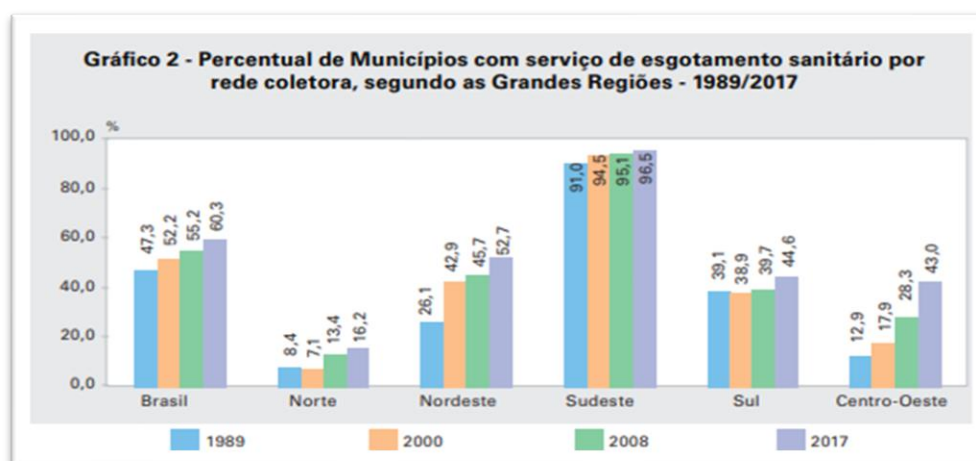
2.6. SITUAÇÃO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO BRASIL, EM SANTA CATARINA E EM FLORIANÓPOLIS

Rezende e Heller (2002) comentam que no Brasil, o progresso das movimentações de saneamento, se atrelou aos aspectos econômicos e interesses determinantes, sendo que os investimentos realizados não excederam as carências sociais do país. Entretanto, os investimentos que tiveram prioridade nesse departamento foram de abastecimento de água, segmentando a visão do saneamento e deixando de lado a questão da disposição dos esgotos.

A quantidade significativa de municípios que não possuem coleta e tratamento de esgoto ocorre porque o saneamento não é compreendido como prioridade. Não há uma política que direcione ações mais efetivas e globais. Os programas de saneamento são trabalhados em um caráter individualizado, pois no meio dos encaminhamentos relativos ao saneamento, aparecem questões políticas - partidárias – administrativas que impossibilitam a formulação de projetos de infraestrutura sanitária nos municípios. Desta forma, acarretando o prejuízo dos recursos públicos de investimentos (PEREIRA, 2003).

De acordo com o (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2017, p. 19), “[...] a abrangência de serviço de esgotamento sanitário por rede coletora é bem menor e muito mais heterogênea entre as grandes regiões”, conforme Figura 12.

Figura 11. Serviços de esgotamento sanitário a partir de redes coletoras por regiões brasileiras no período 1989 -2017



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 1989/2017

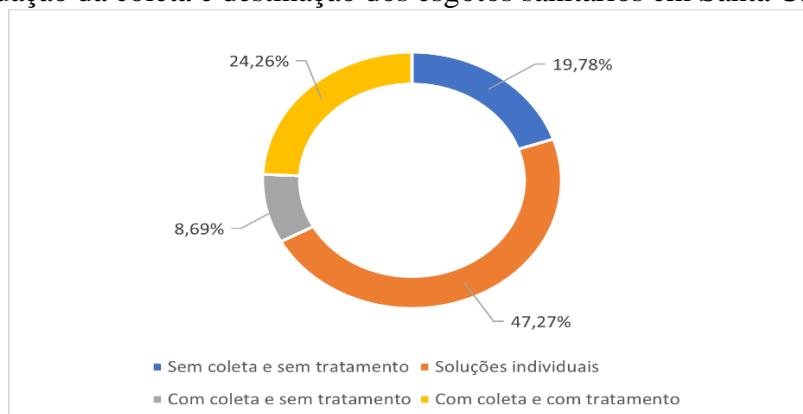
No Sudeste, mais de 90% dos municípios possuíam serviço de esgotos por rede coletora desde 1989, contudo, na região Norte, a quantidade de municípios com rede coletora de esgotos

era muito baixa, com apenas 16,2% deles em 2017. A região Nordeste mostrou um avanço na distribuição deste serviço entre 1989 e 2017, passando de 26,1% de seus municípios atendidos para 52,7% do total de atendidos em 2017, um percentual de aumento de mais do que o dobro. Mas, o melhor desempenho foi no Centro Oeste, em que a proporção de municípios atendidos com rede coletora de esgotamento sanitário passou de 12,9% em 1989, para 43,0 % em 2017. Já na região Sul, o avanço foi tímido, analisando os bons indicadores socioeconômicos da região, mas são positivos em relação as outras regiões (IBGE, 2017).

A proporção de municípios no Brasil com serviço de esgotamento sanitário aumentou de 47,3%, em 1989, para 60,3%, em 2017 (IBGE, 2017). Foi observado que o aumento do atendimento por serviços de esgotamento sanitário ocorreu de forma mais verticalizada do que horizontalizada, ou seja, houve maior expansão em municípios que já possuíam este serviço do que em novos municípios que ainda não eram atendidos por ele (IBGE, 2017).

O estado de Santa Catarina possui 295 municípios e uma população urbana de 5.594.950 habitantes (ANA, 2017) e verifica-se que é comum no estado a condição de os próprios domicílios tratarem seu esgoto em fossas sépticas individuais ou a destinação dos esgotos diretamente nas redes de coleta de águas pluviais (ANA, 2017). A Figura 13 ilustra a situação dos sistemas de coleta e/ou tratamento de esgotos sanitários em Santa Catarina no ano de 2017. De acordo com os dados da (Figura 15), em Santa Catarina, 24,26% do esgoto sanitário são coletados e tratados pelo serviço público, cerca de 47,27% dos esgotos sanitários produzidos no Estado, recebem uma destinação a partir de soluções individuais de seus habitantes, as quais podem ser fossas sépticas com pós tratamento ou unidade de disposição final (adequadas e construídas) sendo estas do grupo de atendimento adequado, 8,69% dos esgotos sanitários são coletados, mas não são tratados, sendo do grupo de atendimento precário e 19,78% não são coletados e não são tratados sem oferta do serviço coletivo público fazendo parte do grupo dos sem atendimento, usando fossa rudimentar, valas negras, liberando seus esgotos nos recursos hídricos.

Figura 12. Situação da coleta e destinação dos esgotos sanitários em Santa Catarina em 2017



Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico -ANA. Atlas esgoto: Despoluição das bacias hidrográficas. Disponível

em:<<https://app.powerbi.com/viewr=eyJrIjoizjA1ZjQwZWUtYmRkYS00YjM0LWFhMjItMTMyOTQ0NDljNGQyIiwidCI6ImUwYmI0MDEyLTgxMGItNDY5YS04YjRkLTkyN2ZjZDFiYWY4OCJ9>>. Acesso em 18 set. 2022.

Em relação à situação do esgotamento sanitário no município de Florianópolis, de acordo com a Revisão do Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de Florianópolis - PMISB (2021), o município apresentava uma condição em relação ao esgotamento sanitário desfavorável, pois possui uma grande vulnerabilidade ambiental de seus ecossistemas e um rápido crescimento da área urbanizada, o que não era acompanhado da implantação de uma infraestrutura apropriada de esgotamento sanitário. Existem em Florianópolis 10 (dez) sistemas de esgotamento sanitário em operação com coleta e tratamento dos esgotos: 08 (oito) deles são operados pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CONCESSIONÁRIA); 01 (um) operado por um empreendedor privado, o Sistema de Esgotamento Sanitário de Balneário Jurerê Internacional; e 01 (um) mantido por entidade pública federal, o Sistema de Esgotamento Sanitário da Base Aérea.

No município de Florianópolis (SC) está em andamento um programa que se chama “Floripa se liga na rede”, esta é uma parceria entre a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) e a Prefeitura Municipal de Florianópolis (PMF), visando promover a ligação de esgotos de todos os imóveis que já têm rede pública de coleta a esta rede e retirar as inadequações nas instalações prediais que possam causar prejuízo ao sistema como um todo.

Este programa tem como objetivo proteger os recursos hídricos, prevenindo a contaminação, sensibilizar a população para a ligação adequada a rede de esgoto, inspecionar imóveis atendidos por rede pública de esgoto, regularizar imóveis que estejam lançando seus esgotos nas galerias pluviais, cursos d`água, lagos e praias etc.

O Programa “Floripa se liga na rede”, entre os anos de 2020 e 2021, fez 4.348 inspeções de esgoto, incluindo retornos (952) de inspeções, com 3.396 imóveis inspecionados (prédios residenciais, empresariais, casas, restaurantes, shoppings, hotéis, escolas, comércios de rua) nas localidades do Centro, Agronômica e Coqueiros. Destes, somente 914 imóveis estavam com as ligações de esgoto regulares. As irregularidades mais comuns encontradas foram relativas à caixa de gordura, constando falta, subdimensionamento ou inconformidade com as normas técnicas, em um total de 2.345 casos. Os casos menos frequentes, entretanto, mais graves, foi relacionado ao esgoto conectado diretamente à rede de drenagem pluvial, com ocorrência em 229 imóveis, sendo a maior parte localizada no centro da cidade. Com isso, estas ligações inadequadas poluem mar, rios e baías, entopem redes públicas de esgoto e causam vazamentos na rua (FLORIANOPOLIS, 2021)

Outros casos de irregularidades encontrados no Programa “Floripa se liga na rede” ocorreram em uma inspeção no bairro Itacorubi em janeiro de 2022, quando dois condomínios foram multados por crime ambiental, ambos sem licença de operação das suas estações de tratamento de esgoto. Também na mesma operação de inspeção de janeiro de 2022, foi analisado o andamento de obras de adequação do sistema de tratamento de um supermercado no bairro Santa Mônica e, no Sul de Florianópolis (Bairros Campeche, Ribeirão e Carianos), foram encontrados lançamento de esgoto sem tratamento na drenagem pluvial, extravasamento de rede de esgoto inoperante e, por fim, despejo de esgoto de lavanderia direto em curso d’água. No centro da cidade, foram detectadas ligações clandestinas para redes pluviais. (FLORIANÓPOLIS, 2022).

De acordo com a revisão do Plano Municipal integrado de Saneamento Básico (PMISB) (2021), a utilização dos corpos hídricos superficiais da ilha como corpo receptores de efluentes tratados está sendo uma possibilidade utilizada. Sendo que a baixa vazão da maioria dos corpos de água está sendo a principal problemática enfrentada, aliando também está a alta sensibilidade destes ambientes. A quantidade e qualidade do efluente lançado no corpo receptor faz com que ocorra o descumprimento das normas vigentes e acarreta impactos ambientais nesta destinação final.

3. USO E OCUPAÇÃO DA TERRA E O PROBLEMA DA POLUIÇÃO NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS POR ESGOTOS SANITÁRIOS

O uso da terra deve ser compreendido como a forma pela qual o uso do espaço está sendo apropriado pelo homem (ROSA, 2007). Para Schlindwein et al. (2007), a expressão uso da terra se refere ao que o homem maneja, constrói ou acrescenta sobre a superfície do solo. Para Novo (1989), o uso da terra está ligado à utilização cultural da terra, quer dizer, a ação antrópica faz parte das circunstâncias desenvolvidas no espaço geográfico, dispondo sobre o uso dos recursos da terra.

O uso da terra, dentre as várias definições existentes, geralmente associadas às atividades conduzidas pelo homem relacionadas com uma extensão de terra ou a um ecossistema, foi considerado como uma série de operações desenvolvidas pelos homens, com a intenção de obter produtos e benefícios, através do uso dos recursos da terra” (BIE; LEEUWEN; ZUIDEMA, 1996, p.? *apud* IBGE, 2013 posição 43).

De acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013), as atividades humanas podem ser materializadas e observadas no tipo de revestimento da superfície da Terra, seja ele florestal, agrícola, residencial ou industrial, com características de espaço rural ou urbano. A seguir, o Quadro 3 apresenta o sistema de classificação da cobertura e do uso da terra de acordo com o IBGE (2013).

Quadro 3. Sistema básico de classificação da cobertura e do uso da terra

Classes – Nível 1	Subclasses – Nível 2	Unidades- Nível 3
Áreas antrópicas não agrícolas	Áreas Urbanizadas	Vilas
		Cidades
		Complexos industriais
		Áreas Urbano- Industrial
		Outras áreas urbanizadas
Áreas Antrópicas Agrícolas	Culturas Temporárias	Cultivos temporários diversificados
	Usos não identificados	Outros cultivos temporários
		Uso não identificado
Áreas de vegetação Natural	Área florestal	Unidades de conservação de proteção integral e em área florestal
		Uso não identificado em área florestal
	Área campestre	Unidades de conservação de proteção integral em área de campestre
		Outras áreas protegidas em área campestre
		Outras áreas protegidas em área campestre
Águas	Águas Continentais	Uso não identificado em corpo de água continental
		Uso diversificado em corpo de água continental
	Águas Costeiras	Uso não identificado em corpo de água costeira
		Uso diversificado em corpo de água costeira
Outras Áreas	Áreas descobertas	Uso não identificado em área descoberta
		Uso diversificado em área descoberta

Fonte: Manual técnico de uso da terra – IBGE (2013)

Nas áreas antrópicas não agrícolas, dispõem-se de coberturas relacionadas a terrenos construídos, em que prevalecem edifícios, representando crescimento urbano e agrupamentos industriais (IBGE, 2013). Em áreas antrópicas agrícolas, encontram-se regiões com ramos para a produção de alimento, fibras ou outras matérias primas que são capazes de ser utilizadas na área industrial (IBGE, 2013). Em relação a cobertura referente a classe de “vegetação natural”, reúnem-se um encadeado de fisionomias da vegetação nativas ou exóticas, as quais são ordenadas em dois tipos: as arbóreas (florestais) e as de aspecto arbustivo e herbáceo (campestres) (IBGE, 2013). Neste sistema de classificação do IBGE, as águas dispõem de representações estruturadas baseadas em dois conjuntos: os continentais e os costeiros, nos quais pode-se reconhecer os usos homogêneos ou variados, sendo para utilização econômica ou como para lazer (IBGE, 2013). Ainda podem ser classificadas neste sistema do IBGE, as áreas descobertas que representam elevações rochosas, praias etc., e distintas categorias que até a presente publicação do Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE (2013) não foi categorizado.

A diferença entre um ambiente urbano e um que é considerado natural, é precisamente o adensamento de pessoas e de construções que fazem parte dos métodos sociais humanos. Derivando assim da paisagem natural, as cidades construídas alteram o meio ambiente. As

cidades tornam-se cada vez mais ambientalmente inapropriadas para a ocupação humana, sendo pela concentração de população, falta de áreas livres, espaços de lazer e poluição. Em uma única cidade, existem características diversas relacionadas ao tipo de edificação, ao grau de adensamento e verticalização, também ao tipo e intensidade de uso a que é sujeitado estes padrões (HOCHLEIM e BORTOLUZZI, 2004).

A manifestação urbana instaurada nas cidades é variada por uma diversidade de ações e formas, que se manifestam e se unem em uma estrutura dinâmica que é o espaço urbano. Este entendimento mostra uma dimensão da realidade social, abrindo perspectivas para compreender os processos históricos e sociais envolvidos na sua estruturação (LEFEBVRE, 2008).

Estas diferenciações acontecem no contexto da cidade pela concentração de pessoas que exercem uma atribuição na divisão social do trabalho e outras séries de atividades concorrentes ou integrantes, acarretando uma disputa de usos do espaço. Logo, o desenvolvimento do espaço urbano baseia-se num progresso heterogêneo e, portanto, o espaço naturalmente refletirá contrastes (CARLOS, 1994). Para Del Rio (1990), o uso do solo discorre de tipos de funções e intensidades da utilização do solo e das edificações, buscando, variando e misturando funções compatíveis, procurando agregar na área urbana um maior dinamismo possível.

A relevância do uso e ocupação do solo é um dos instrumentos de gestão urbana, conveniente e influenciador da densidade, com parâmetros de desenvolvimento urbano, facultando as diretrizes para a urbanização, ordenando e oferecendo transparência ao mercado imobiliário. A gestão da densidade urbana é de suma importância no processo de planejamento e gestão dos assentamentos humanos (ACIOLY e DAVIDSON, 1998).

3.1 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E O PLANEJAMENTO TERRITORIAL

O planejamento urbano e regional, ou seja, territorial, é um instrumento importante na gestão dos sítios de ocupação humana, objetivando a melhoria da qualidade de vida dos seus habitantes. Para Philippi, Romero e Bruna (2004), o planejamento urbano tem como finalidade ordenar, articular e equipar o espaço, de modo lógico, assim como suas áreas ou zonas, para determinados usos e funções. Santos (2004), explica que o planejamento produz ações eficazes para a organização das atividades humanas, sendo definido por um:

Processo contínuo que envolve a coleta, organização e análise sistematizadas das informações, por meio de procedimentos e métodos, para chegar a decisões ou a escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis. Sua finalidade é atingir metas específicas no futuro, levando a melhoria

de uma determinada situação e ao desenvolvimento das sociedades (SANTOS, 2004, p. 24)

Para Crepani et al., (2014), dominar o uso do território é importantíssimo, nesse caso simplifica o planejamento governamental, ajudando na tomada de decisões dos legisladores, permitindo o melhor desenvolvimento de políticas do uso do solo. Em se tratando da relação sociedade-natureza nos locais de ocupação humana, pode-se citar uma forma mais direcionada de planejamento, o planejamento urbano. Para Almeida et al. (1999), o planejamento ambiental tem de ser observado em todo seu aspecto, nos processos de definições e decisões, apropriado a muitos tipos e níveis de atividade humana, tendo ações constantes revertidas à tomada de decisões para a resolução de objetivos específicos.

Rolnik (2001), menciona que o Estatuto da Cidade que regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal de 1988, sobre a Política Urbana, teria que demonstrar o conceito de função social da cidade e da propriedade urbana e seu cumprimento, mas, delegou essa tarefa aos municípios, simultaneamente com instrumentos de intervenções do território, incluindo e aprovando o plano diretor. O Plano Diretor materializa as diretrizes, objetivos e instrumentos do planejamento territorial para a gestão dos espaços urbanos e rurais dos municípios no Brasil.

Mota (1999) destaca que o Plano Diretor é um instrumento básico de orientação do desenvolvimento e expansão urbana e do município como um todo, devendo conter os instrumentos para o progresso econômico, social justo e ecologicamente equilibrado. O plano tem a finalidade de conservar o ambiente urbano, assim entender a utilizar os recursos disponíveis, sem prejudicar a magnitude destes recursos assegurando a sua finalidade pelas gerações atuais e futuras. (BORTOLUZZI, 2004)

Na elaboração do plano diretor, é necessário fazer um zoneamento com a distribuição espacial das atividades socioeconômicas e da população no espaço do município (MOTA, 1999). Zoneamento representa a segmentação do complexo territorial urbanizado ou a ser urbanizado acontecendo em espaços distintos, decorrendo de parâmetros criteriosos de uso e ocupação particulares (ROLNIK, 2008).

O zoneamento é um instrumento primordial para a organização das cidades e para a normatização urbanística. Estabelece diretrizes que norteiam a estruturação das cidades e ordena as normas de uma legislação, para que as atividades heterogêneas não entrem em atrito, permitindo assim o equilíbrio fundamental do conjunto (PUPPI, 1981).

Para Carvalho (2000), o zoneamento é como um conjunto de proporções e princípios, atuando como um sistema de classificação e de significados. Nos significados são atribuídos

valores ao espaço urbano, induzindo predisposições da ocupação do solo, já nas classificações o espaço (cidade) transformado em zonas territoriais e determina, para cada uma delas, as regulamentações pertinentes quanto ao uso e ocupação do solo. As providências tomadas neste nível desempenham um imenso impacto sobre a adequação, distribuição e produção dos espaços, em especial considerando que ocorra dentro de um sistema de mercado.

Entretanto, para Carvalho (2000), o conceito de zoneamento mantém a distribuição do território, mas, não segrega os seus usos, sendo assim, não teria a mera função de ordenar espaços ou controlar densidade, mas sim a associar o crescimento urbano.

O zoneamento compõe-se das fases de inventário e diagnóstico, que resultam na definição de áreas que compartimentam os diversos sistemas ambientais componentes do espaço estudado. As zonas supostamente homogêneas referem-se às áreas identificadas numa paisagem passíveis de ser delimitadas no espaço e na escala adotada e que possuem estrutura e funcionamento semelhantes. São definidas por agrupamentos das variáveis (componentes, fatores e atributos ambientais) que apresentam alto grau de associação dentro da paisagem. (...) Estas zonas precisam considerar as potencialidades, vocações e fragilidades naturais, identificar os impactos, bem como expressar as relações sociais e econômicas do território (SANTOS, 2004, p. 35-36).

Assim sendo, recomendações de ordenamento, gestão e ocupação do solo são oportunos na medida em que, classificam a capacidade de suporte do ambiente e indicam mecanismos disciplinantes das ações antrópicas. Sendo estas propostas realizadas como estudos ambientais complementares, pesquisando a relação sociedade-natureza e os problemas ambientais (LIMA, 2017).

A partir dessas discussões é possível afirmar que o ordenamento territorial tende a organizar os padrões de ocupação. Moraes (2005, p. 45) destaca que:

O ordenamento territorial diz respeito a uma visão macro do espaço, enfocando grandes conjuntos espaciais (biomas, macrorregiões, redes de cidades etc.) e espaços de interesse estratégico ou usos especiais (zona de fronteira, unidades de conservação, reservas indígenas, instalações militares etc.). Trata-se de uma escala de planejamento que aborda o território nacional em sua integridade, atentando para a densidade da ocupação, as redes instaladas e os sistemas de engenharia existentes (de transporte, comunicações, energia etc.). Interessam a ele as grandes aglomerações populacionais (com suas demandas e impactos) e os fundos territoriais (com suas potencialidades e vulnerabilidades), numa visão de contiguidade que se sobrepõe a qualquer manifestação pontual no território.

O planejamento territorial, e dentro dele o ordenamento territorial, deve sempre levar em consideração o ambiente natural dos assentamentos humanos. O decreto nº 4.297/2002 que regulamenta o artigo 9º, inciso II, da Lei Federal nº 6.938/81 que institui a Política Nacional do Meio Ambiente traz em seu 2º artigo que o zoneamento ambiental é:

... instrumento de organização do território a ser obrigatoriamente seguido na implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas, estabelece medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos

recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população. (Decreto nº 4.297/2002)

As ocupações planejadas acontecem da necessidade do aumento de ofertas para novas áreas urbanas, para que se consiga atender a demanda potencial de terras para habitação e outros usos. Elas derivam da oferta de lotes e de conjuntos habitacionais, por meio de iniciativa privada ou pública (AGÊNCIA ESTADUAL DE PLANEJAMENTO E PESQUISAS DE PERNAMBUCO- CONDEPE FIDEM, 2019). As ocupações espontâneas ocorrem comumente por invasão de áreas, públicas ou privadas, remanescentes de loteamentos ou nas suas proximidades, por iniciativa individual ou coletiva, sendo suas características de acordo com (CONDEPE FIDEM, 2019):

- Ocupação desordenada;
- Carência de reserva de áreas de servidão;
- Rede viária interrompidas e sem categorização;
- Retirada da vegetação natural;
- Baixo padrão construtivo das habitações;
- Inexistência de impermeabilização no entorno da casa;
- Inexistência das águas servidas e pluviais;
- Inexistência de rede coletora e estação de tratamento de esgotos;

Para Rolnik (2008), os assentamentos irregulares representam sinais da cidade brasileira para além das metrópoles. Apesar que não exista uma síntese segura do número de famílias e domicílios instalados em favelas, loteamentos clandestinos e outras formas de assentamento em estado de irregularidade administrativa e patrimonial, é possível afirmar que este fenômeno acontece em todas as redes urbanas brasileiras. A pesquisa perfil municipal do IBGE (2001) “...revela a presença de assentamentos irregulares em quase 100% das cidades com mais de 500 mil habitantes e em 80% das cidades entre 100 mil e 500 mil. Até nos municípios com menos de 20 mil habitantes, os assentamentos informais aparecem em mais de 30% dos casos” (ROLNIK, p.24, 2008). Pessoas desprovidas de moradia própria ou sem condições de pagar aluguel, podem acabar em espaços de assentamentos irregulares, que configuram espaços de segregação socioespacial (RAMOS e ROCHA DE SÁ, 2003).

Jacobi (2006) coloca que a tipologia habitacional tem relação com as características físicas e aparentes, disponibilidade de infraestrutura urbana e o vínculo da família com a sua habitação (própria, alugada, cedida, emprestada ou invadida), sendo composta por moradias

adequadas e moradias precárias. De acordo com este autor, pode-se encontrar as seguintes tipologias de moradias em um ambiente urbano:

- a) Moradias adequadas: São casas unifamiliares e apartamentos em alvenaria, com diversificados padrões de construção e conservação, possuindo instalações hidrossanitárias, e que cada cômodo tenha sua função;
- b) Moradias precárias: constituída por casas multifamiliares precárias (loteamentos periféricos) e favelas.
- c) Casa unifamiliar: edificações em alvenaria em loteamentos de bairros periféricos com condição precária de urbanização. Padrão de construção inadequado, espaços mal iluminados, pouco ventilados, elevado adensamento e limitações na rede de esgoto.
- d) Moradia favela: caracteriza-se como assentamento, situação fundiária não regularizada, se encontra em áreas livres de natureza pública, imprópria à urbanização, sendo sujeita a inundações e deslizamentos. Padrão de construção ocioso, constituída de barracos construídos inteiramente ou parcialmente com material adaptado, elevada densidade habitacional e instalações sanitárias precárias;
- e) Casa coletiva: habitação coletiva de aluguel, habitada por várias famílias (casarões, porões ou cômodos de quintal) com características de superlotação, tendo deficiências na ventilação, iluminação e serviços hidráulicos, levando a degradação de condições de habitabilidade e marcada por problemas de infiltração e vazamentos.

Mesmo em locais centrais de urbanização com assentamentos regulares, sem segregação socioespacial, é possível encontrar problemas urbanos graves ligados a falta de infraestrutura, como sistema viário, esgotamento sanitário, água potável, abastecimento de energia, educação, saúde etc. Para Bourscheid (1993), o crescimento da verticalização, com decorrência do aumento da população, agrava a infraestrutura urbana, e que é mensurada às custas de toda comunidade. Além do acréscimo da população fixa ou flutuante, refletido no aumento da verticalização, outros fatores implicam no agravamento do crescimento vertical, como as alterações realizadas na legislação por exemplo. Legislações que atendem mais parâmetros políticos e econômicos do que técnicos, principalmente em áreas que não suportam um processo maior de infraestrutura e já possuem um número de habitantes acentuado.

Macedo (1986), comenta que a paisagem urbana se expressa por elementos integrantes, sendo eles: suporte físico, edificações humanas (edifícios, pontes, muros etc.), elementos da

vegetação, espaços livres de edificações, os seres vivos em particular e os seres humanos em específico, suas máquinas e instituições, exprimindo entre si dentro de uma estabelecida conjuntura de clima.

Os problemas ambientais não se encontram com igualdade em todo espaço urbano, atingindo muito mais espaços físicos de ocupação das classes menos favorecidas do que as de classe favorecidas (COELHO, 2001). A cidade é um ambiente construído, artificial e, portanto, resulta em impactos significativos sobre o espaço natural. Quanto mais complexa a cidade, maiores são os impactos (SOUZA, 2000).

A procura por melhoria das condições de vida da população tem levado a propostas de situações adequadas de moradia, saneamento, abastecimento e saúde. Nos grandes centros urbanos, a compressão por infraestrutura e suas modificações têm provocado aborrecimentos sociais, em decorrência de problemas socioambientais, sendo que nem todas as técnicas favoreceram as cidades (PORTO e FERREIRA, 2012).

O crescimento de zonas periféricas, degradou o desenvolvimento urbanístico, ampliando um ambiente discriminado e altamente deteriorado, alterando a qualidade de vida da população. Apresentando uma restrita relação entre riscos urbanos, uso e ocupação do solo, sendo estas questões relevantes da situação ambiental da cidade, aquelas onde se indicam os problemas ambientais de maior dificuldade de confronto, principalmente quando se refere aos recursos hídricos (JACOBI, 2006). De acordo com este autor, a inexistência de saneamento em muitos loteamentos e favelas, poluem os recursos hídricos, constituindo problemas de saúde, causando prejuízo a qualidade de vida e perda da valorização dos lugares. Na maior parte da Terra, os assentamentos humanos se materializam em terrenos de bacias hidrográficas, e os elementos de sua rede hidrográfica (rios, planícies, lagos etc.) são degradados neste processo.

3.2 BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANIZADAS E QUALIDADE DAS ÁGUAS

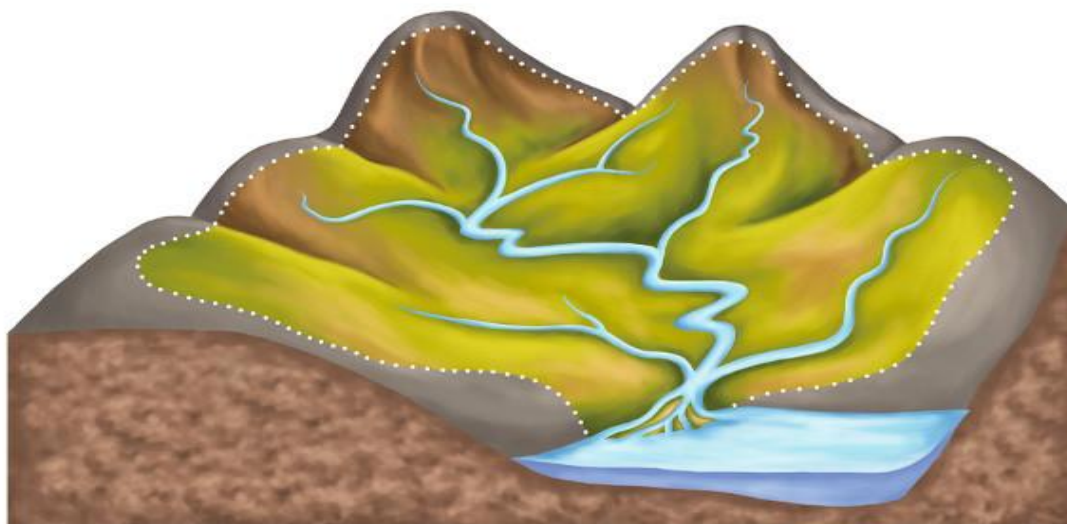
A Bacia Hidrográfica (BH) (Figura 14) é uma unidade de planejamento e gestão ambiental, adaptada ao planejamento e ao gerenciamento da paisagem por apresentar integração aos sistemas ecológicos e hidrológicos, considerando as mudanças nos padrões de uso da terra, suas implicações ecológicas, sociais e econômicas (CASTRO, ALVARENGA, MAGALHÃES, 2005; CARVALHO, 2020). A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, conceitua bacia hidrográfica como sendo

uma unidade territorial para implementar e gerenciar os recursos hídricos incorporando princípios e normatizações.

Define-se bacia hidrográfica como um conjunto de terras drenadas por um rio e seu afluentes, estruturada em regiões mais altas do relevo com divisores de água, sendo que as águas da chuva, escoam superficialmente formando riachos e rios e suas cabeceiras estão em terrenos mais altos dos divisores (TUCCI, 1997; BARELLA, 2001). À medida que as águas descem se agrupam a outros riachos, aumentando seu fluxo e formando rios, esses pequenos rios recebem mais água de outros tributários, formando rios maiores até desembocarem no oceano ou em um corpo d'água interior (lagos, lagoas) ou em áreas áridas (desertos).

Diante destas definições, a bacia hidrográfica é constituída pelos terrenos limitados pelos divisores de água até os fundos dos vales e pela rede hidrográfica, que é o conjunto de rios, lagos, lagoas que drenam os seus terrenos. Para Santana (2003), as bacias podem ser desmembradas em um número de sub-bacias, conforme seu ponto de saída sendo considerado o seu eixo tronco ou canal coletor. Cada bacia hidrográfica se conecta por ordem hierárquica superior, estabelecendo em relação a última, uma sub-bacia, sendo que os termos são relativos a bacias e sub-bacias.

Figura 13. Esquema de uma bacia hidrográfica



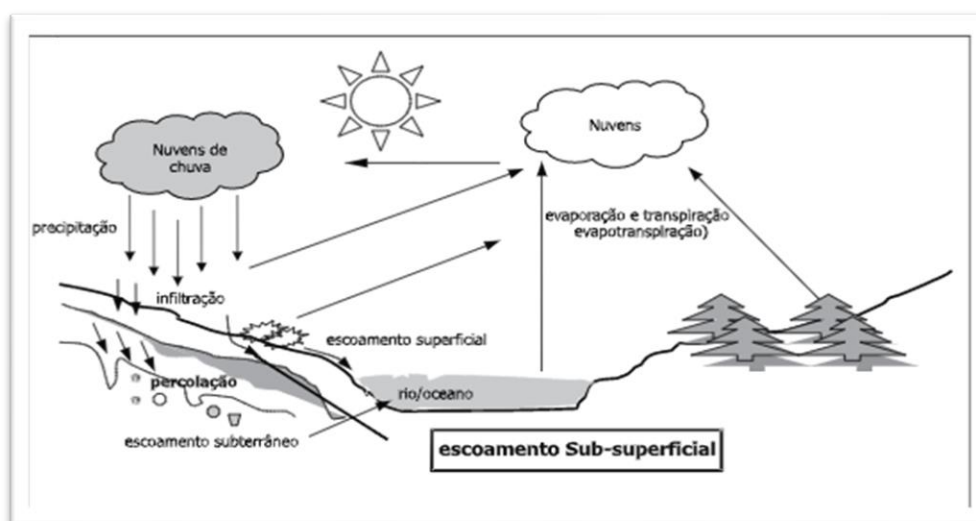
Fonte: Brasil escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/bacias-hidrograficas.htm>. Acesso em 17 agosto. 2023.

A bacia hidrográfica é a porção terrestre do ciclo hidrológico, englobando a infiltração e o escoamento superficial (TUCCI, 1997). O ciclo hidrológico é o conjunto de fases em que a água circula na superfície e na atmosfera mediante a diversas transformações físicas. Para

Matsumura e Tundisi (2008), a água circula na superfície e na atmosfera mediante diversas transformações físicas, sendo as principais transformações (Figura 15):

- Evaporação: Transformação da água presente no solo em vapor, pela ação do sol (temperatura) sobre a superfície da água;
- Transpiração: Evaporação da água nos organismos vegetais por causa dos seus aspectos fisiológicos;
- Evapotranspiração: Junção da evaporação e transpiração;
- Precipitação: Liberação e queda de água condensada na forma de gotículas (chuva);
- Interceptação: Retenção da água da precipitação antes de chegar no solo pela cobertura e uso do solo;
- Infiltração: Entrada da água nas várias camadas do solo por gravidade;
- Percolação: Movimento de ordem subterrânea de água no solo até o lençol freático;
- Escoamento Superficial: Parcela de água que não precipitou, nem infiltrou ou percolou no solo, se movimentando sobre a superfície.

Figura 14. Ciclo hidrológico



Fonte: Schiavetti, Camargo (ed.) (2002, p. 53)

O ciclo hidrológico, evidentemente não tem começo e nem fim, pois a água é evaporada dos oceanos, lagos e da superfície continental, indo para a atmosfera. Da atmosfera, precipita-se para os oceanos e continentes. Nos continentes, as águas são interceptadas pela cobertura vegetal, podendo escoar pelos terrenos e infiltrar nos solos, onde também pode ser absorvida pelas plantas; assim a água envolve-se por vários e complicados processos hidrológicos (LIMA, 2008).

A bacia hidrográfica deve ser considerada como um sistema aberto. De acordo com Lima (2008), diversos parâmetros físicos foram desenvolvidos para se entender a estrutura e a dinâmica de uma bacia hidrográfica, alguns deles aplicáveis à bacia como um todo, enquanto outros relativos a algumas características de determinado subsistema dela. Mas o importante é identificar que nenhum desses parâmetros deve ser compreendido como apropriado a simplificar a profunda dinâmica da bacia hidrográfica. Estes parâmetros podem ser classificados como:

- Parâmetros físicos são: fator de forma, área, altitude média, comprimento da bacia padrão de drenagem, direção e comprimento do escoamento superficial, declividades etc.;
- Parâmetros geológicos são: tipos de sedimento, tipos de rochas, tipos de solo etc.;
- Parâmetros de vegetação: coberturas vegetais, espécies, densidade, biomassa etc.

Segundo Lima (1976), o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica tem influência de suas características geomorfológicas (forma, relevo, área, geologia, rede de drenagem, solo etc.) e a cobertura vegetal existente. Sendo assim, Tonello (2005) coloca que as características físicas e biológicas de uma bacia têm um importante papel no ciclo hidrológico. Para compreender o andamento de uma bacia, é necessário expor quantitativamente as manifestações de forma (área e geometria) e os processos (Escoamento superficial e deflúvio) (LIMA, 2008).

Os processos do ciclo hidrológico em uma bacia podem sofrer alterações em função da influência antrópica como, desmatamento, retificação dos rios, construção de hidrelétricas, dentre outros. As bacias localizadas nos grandes centros urbanos apresentam recorrentes problemas devido ao elevado grau de impermeabilização delas e redirecionamento das águas por canalizações e drenagem de áreas úmidas (várzeas, planícies) (LIMA, 2008).

A ocupação antrópica dos terrenos e dos canais (rede de drenagem) da bacia hidrográfica resulta em transformações destes, mas também em problemas de adaptação das populações em relação à dinâmica das bacias hidrográficas. Porto e Ferreira (2012, p. 44) comenta que,

Entre os problemas urbanos merecem destaque os constantes alagamentos, enchentes e deslizamentos ligados à rede de drenagem urbana, ocasionados pela falta de infraestrutura, planejamento e gestão adequada dos cursos de água que cortam as cidades. A ocupação de suas margens, a canalização e a impermeabilização dos solos, potencializa os riscos de alagamento assim como o aumento dos vetores transmissores de doenças.

Para Martins (2007), as cidades se concentram em áreas ciliares das margens dos rios por motivos simples: os recursos hídricos contribuem para o abastecimento, facilitando o lançamento de efluentes, os vales apresentam terrenos mais férteis, pois recebem sedimentos do ponto mais alto. Notáveis parcelas das cidades, incluindo os grandes centros urbanos, mostram-se neste mesmo panorama, pela extensão das margens dos rios, os canais das principais atividades urbanas, tudo isso acarretando aos rios grandes modificações de suas condições naturais em decorrência da junção urbana (PORTO, FERREIRA, 2012).

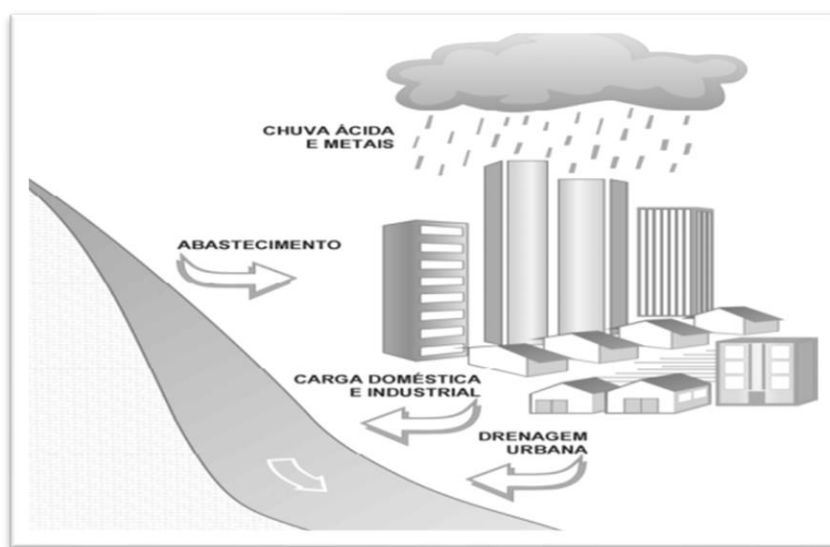
Tucci (2005) apresenta como principais problemas relacionados com os corpos hídricos no ambiente urbano:

- Falta de tratamento de esgoto;
- Falta de drenagem urbana;
- Ocupação do leito de inundação;
- Impermeabilização e canalizações dos rios;
- Deterioração da qualidade da água;
- Carência de uma gestão organizacional dos recursos hídricos.

Por demasiado período, os corpos hídricos em áreas urbanas suportaram várias interferências que afetaram a qualidade/quantidade de suas águas e a biota que deles depende. O potencial que as bacias hidrográficas têm de recuperar a água é um de seus serviços mais relevantes, pois a perda da qualidade da água acaba em danos à saúde humana (SILVA; PORTO, 2017). O aumento da urbanização dos terrenos de uma bacia resulta em vários impactos aos corpos hídricos, se acentuando ainda mais quando esta urbanização não é planejada, trazendo alguns efeitos sobre os canais (Figura 16), tais como:

- Aumento da produção de sedimentos, principalmente durante o desenvolvimento da construção civil;
- Alteração da qualidade da água devido a poluição;
- Aumento da vazão de pico devido ao aumento do escoamento superficial, devido a impermeabilização.

Figura 15. Contaminação dos Canais



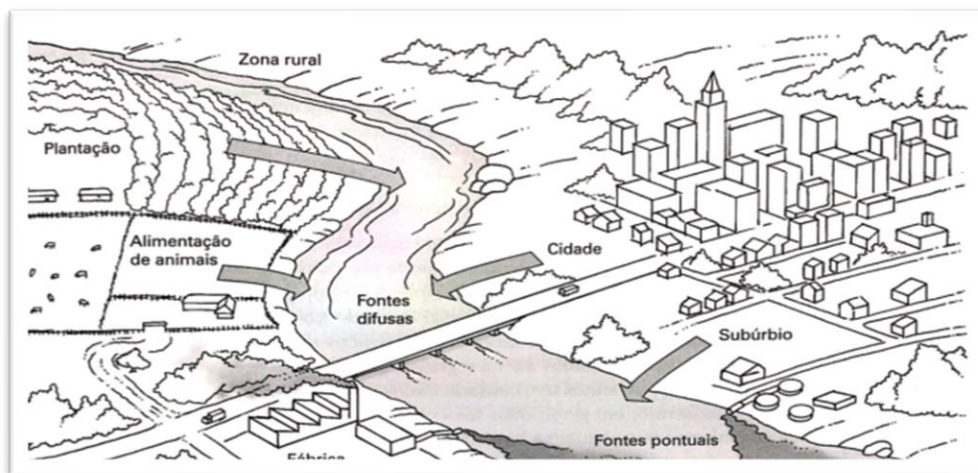
Fonte: Tucci (2005, p. 18)

“A poluição/contaminação das águas de uma bacia hidrográfica pode ser influenciada ou agravada por diversos fatores, dentre os relacionados estão: a cobertura vegetal, a topografia, a geologia e o uso e manejo do solo” (NETO, 2014, p.20). As principais consequências da poluição das águas são:

- Contaminação Biológica e química das águas superficiais;
- Problemas de saúde pública (veiculação patológica);
- Eutrofização;
- Eusaprobidade (crescimento excessivo das bactérias heterotróficas);
- Assoreamento.

No sentido sanitário, a água está contaminada quando seu consumo oferece risco a saúde humana ou ocorre a não possibilidade ou inadequação de balneabilidade. Isto pode ocorrer pela existência de significativa quantidade de substâncias e microrganismos patogênicos gerado por meio de esgotos domésticos tornando a água dos mananciais contaminada para o abastecimento público. As fontes de poluição dos recursos hídricos podem ser pontuais, difusa ou mistas. A resultante para os efeitos dos poluentes no meio aquático depende da natureza do poluente, do caminho que ele percorre e do uso que se faz desse corpo hídrico, sendo os poluentes inseridos no meio hídrico de forma pontual ou difusa (Figura 17) (NETO, 2014).

Figura 16. Cargas pontuais e difusas



Fonte: Braga et al (2005, p.83)

Na poluição pontual, o poluente se concentra em um determinado espaço ou ponto, como exemplo a descarga de um emissário transportando esgoto de uma comunidade. Já em relação à poluição difusa, os poluentes adentram o corpo hídrico ao longo de toda uma extensão distribuídos, sendo neste caso veiculada pela drenagem (VON SPERLING 2005).

As cargas pontuais (Figura 18) são incorporadas em lançamentos especificados, como o despejo de esgoto sanitário ou efluentes industriais, sendo seu controle mais eficiente e mais rápido. Como exemplo o lançamento de efluentes das Estações de Tratamento de Esgotos - ETES e efluentes domésticos, que não são levados para a estação de tratamento sendo lançados sem tratamento no corpo hídrico (NETO, 2014).

Figura 17. Poluição Pontual



Fonte: Von Sperling (2005, p. 49)

As cargas difusas (Figura 19) não têm um ponto de lançamento específico e ocorrem ao longo das margens dos rios, tendo como exemplos, substâncias provenientes de campos agrícolas, de atividades pecuárias etc. Então, são oriundos da deposição de poluentes de forma dispersa sobre a área de contribuição da bacia hidrográfica, chegando aos corpos d'água de

forma descontínua, correlacionada à precipitação. Estas cargas são geradas derivando de áreas expandidas de ocupação antrópica e arrastadas pelo escoamento superficial (NETO, 2014).

Figura 18. Poluição Difusa



Fonte: Von Sperling (2005, p. 49)

A qualidade da água é muito mais abrangente do que a simples caracterização da água. Sperling (2005), explica que isto se dá devido a água ter suas propriedades solventes e ter a capacidade de transportar partículas incorporando a si diversas impurezas, assim definindo a qualidade da água. Nuvolari (2011) relaciona os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água para seu uso ou finalidade, sendo que a água ela pode ser de boa qualidade para um determinado uso e para outro ser de má qualidade, isso depende de suas características e exigências para um requerido uso específico.

A resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (2005) “dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais...” (p. 2). Em seu texto é colocado:

“Que a água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável, baseado nos princípios da função ecológica da propriedade, da prevenção, da precaução, do poluidor-pagador, do usuário-pagador e da integração, bem como no reconhecimento de valor intrínseco à natureza”. (Brasil, 2005, p.01)

A classificação das águas doces, salobras e salinas, fundamental à proteção de seus padrões de qualidade, analisado por situações e padrões específicos, de modo a garantir seus usos. Relevantes (BRASIL, 2005)

O enquadramento dos corpos de água superficiais tem de estar fundamentado não absolutamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender as necessidades das comunidades. (BRASIL, 2005)

O gerenciamento da poluição está de modo direto associado a proteção à saúde, a proteção do meio ambiente ecologicamente equilibrado e ao desenvolvimento da qualidade de vida, portando em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água superficial.

No artigo 2º da Resolução do CONAMA 357/2005, está a seguinte definição: as águas doces, são águas com salinidade igual ou inferior a 0,5‰. Este enquadramento é estabelecido como meta ou objetivo de qualidade da água (classe), a ser necessariamente alcançados ou mantidos em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos relevantes pretendidos, ao longo do tempo (BRASIL, 2005)

As águas de melhor qualidade têm potencial para serem aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água, permitidos outros requisitos pertinentes. As águas doces são classificadas em: classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4 e que cada uma destas classes observarão as seguintes condições e padrões.

- pH entre 6,0 à 9,0
- Materiais flutuantes;
- Óleos e graxas
- Substâncias que comuniquem gosto ou odor,
- Corantes provenientes de fontes antrópicas
- Resíduos sólidos objetáveis,
- Coliformes termotolerantes
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5 dias a 20°C.
- Oxigênio dissolvido (OD),
- Turbidez,
- Cor verdadeira,

Todas as classes têm parâmetros de avaliação com valores de referência. O Quadro 4 traz alguns desses parâmetros e limites da determinação da qualidade das águas superficiais. E concomitantemente tem -se os parâmetros inorgânicos para cada classe.

Quadro 4. Parâmetros e limites para determinação de qualidade das águas superficiais (CONAMA 357/2005)

PARÂMETROS	UNIDADES	CLASSES PARA ENQUADRAMENTO- ÁGUAS DOCES				
		Especial	1	2	3	4
Coliforme Fecal	NMP/100mL		≥ 200	≥ 1000	≥ 4000	Valores não fixados
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL		≥ 200	≥ 1000	≥ 4000	Valores não fixados
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L		≤ 3	≤ 5	≤ 10	Valores não fixado
Nitrogênio amoniacal total	mg/L		3,7mg/L N, para pH $\leq 7,5$ 2,0 mg/L N, para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$ 1,0 mg/L N, para $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$ 0,5 mg/l N, para pH $> 8,5$	3,7mg/L N, para pH $\leq 7,5$ 2,0 mg/L N, para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$ 1,0 mg/L N, para $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$ 0,5 mg/l N, para pH $> 8,5$	13,3 mg/L N, para pH $\leq 7,5$ 5,6 mg/L N, para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$ 2,2 mg/L N, para $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$ 1,0 mg/l N, para pH $> 8,5$	Valores não fixado
Oxigênio Dissolvido	mg/L		≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 2
pH	-		pH 6,0 a 9,0	pH 6,0 a 9,0	pH 6,0 a 9,0	pH 6,0 a 9,0
Observações: - Parâmetro classe especial: Devem ser mantidas as condições naturais do corpo de água						

Fonte: BRASIL, 2005

De acordo com a resolução 430/2011 (artigo 18), o efluente não terá de acarretar ou conter potencialidade afim de originar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, conforme os critérios de ecotoxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

Diferentes autores identificaram a degradação dos recursos hídricos pelo inadequado lançamento de efluentes. Nagalli e Nemes (2009); Miranda Junior, Borges e Leme (2017), abordaram o impacto do lançamento dos efluentes sem tratamento na qualidade dos recursos hídricos, aprofundando a análise nos padrões de lançamento de efluentes. Nagalli e Nemes (2009) estudando um pequeno córrego na Região Metropolitana de Curitiba-PR, que atua como corpo receptor de efluentes, fizeram caracterizações físico-químicas e biológicas das águas residuárias e do curso hídrico que permitiram inferir se havia uma autodepuração no córrego e os efeitos associados às poluições pontuais que seriam dos despejos de esgotos domésticos e de

uma lavanderia. Neste caso, foi verificado que os parâmetros de oxigênio dissolvido, temperatura da água, demanda química de oxigênio, demanda bioquímica de oxigênio, variação de óleos e graxas estavam todos fora dos padrões de qualidade, evidenciando poluição do corpo hídrico por lançamento de esgotos. A pesquisa de Miranda Junior, Borges e Leme (2017) se refere a influência de lançamento de esgotos e a respectiva qualidade da água no trecho do rio Mogi - Guaçu compreendido dentro do perímetro urbano do município de Mogi Guaçu/SP. Os autores encontraram que o índice de qualidade de água em três pontos analisados era ruim e outro deles era razoável. Os parâmetros que ficaram fora do padrão foram: coliformes termotolerantes, fósforo total, demanda bioquímica de oxigênio, oxigênio dissolvido. Caracterizando poluição por esgotos.

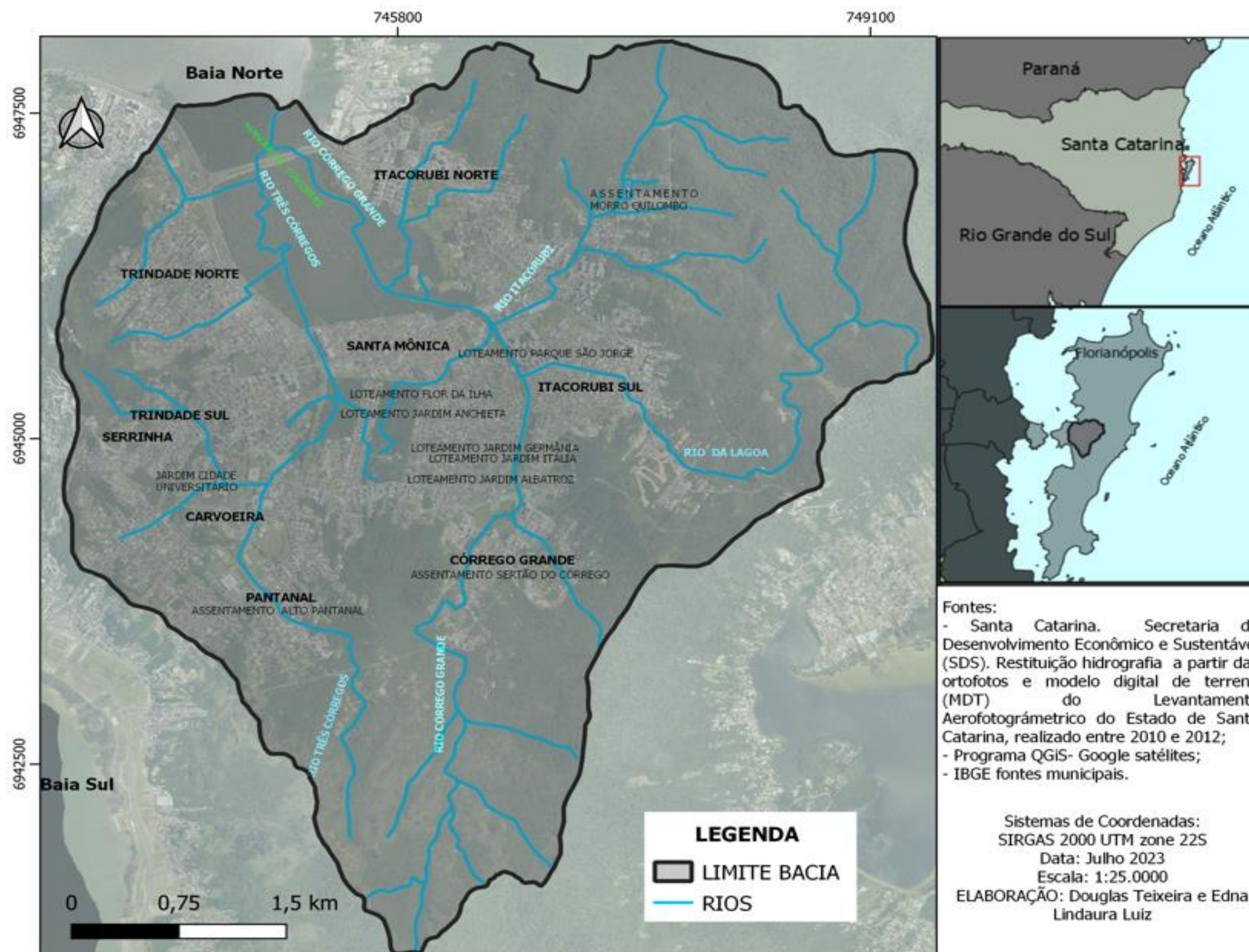
Almeida Júnior (2020) estudou os impactos na qualidade da água do rio Piancó em Pombal na Paraíba por causa lançamento de esgotos. Os tipos de esgotos encontrados na área foram domésticos, comercial, industrial. Devido à ausência de funcionamento de uma rede de coleta de esgotos tratamento de esgotos, a qualidade da água do rio apresenta padrão de qualidade muito ruim.

Os problemas com a contaminação percorrem vários locais, inclusive em Florianópolis/SC. O rio do Brás que deságua na praia de Canasvieiras, vem sofrendo com poluição por despejo de esgotos desde o aumento da ocupação humana na área em 1980. Nas primeiras décadas de 2000, com ocorrências de fortes chuvas na região, houve episódios de poluição causados pelo vazamento de uma Estação de Tratamento de Esgotos na sua proximidade. Infelizmente, ocorreu a passagem de esgotos *in natura* e das lagoas de tratamento para o rio do Brás (MARTINS, 2000, GRISA, 2016). A poluição do rio também ocorre por ligação de esgotos clandestinos na rede pluvial que drena para o rio, segundo informações da empresa Concessionária que opera o sistema de coleta e tratamento de esgotos na região.

4. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO ITACORUBI

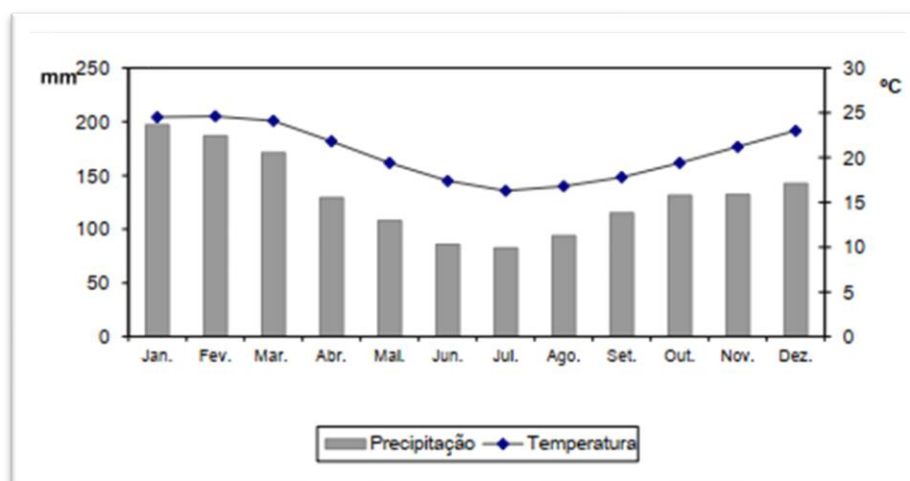
A bacia do rio Itacorubi encontra-se na parte centro-oeste da ilha de Santa Catarina, município de Florianópolis, entre as coordenadas UTM 6.948.067,39 m N e 6.940.985,71 m N; 745.535,84 m E e 745.895,37 m E, Fuso 22 sul. Esta bacia possui uma área de 25 km² e tem dois rios tributários que se juntam próximo do litoral, na Baía Norte, para formar um único rio junto à foz, os rios Córrego Grande e o rio Três Córregos (também chamado rio do Sertão), de modo que o Córrego Itacorubi é apenas um afluente do rio Córrego Grande conforme representado na Figura 20 (CHERNIOGLO, 2019). A vazão é perene nos maiores rios da bacia, tais como o rio Itacorubi, rio da Lagoa, e os principais rios, Córrego Grande e o Três Córregos, tendo escoamento contínuo em sentido à Baía Norte (DUTRA, 1998). Na atualidade, a rede hidrográfica da bacia do Rio Itacorubi está altamente modificada. Os afluentes estão assoreados, degradados e poluídos. Fundamentalmente, o problema é possível de ser caracterizado pela ocupação humana com pouca ou nenhuma preocupação ambiental (PINTO; STEFFENS; OLIVEIRA, 2007).

Figura 19. Localização da Bacia do Rio Itacorubi, Florianópolis/SC.



A bacia do rio Itacorubi está sob influência de um clima subtropical úmido, com chuvas distribuídas ao longo de todo o ano, contudo diminuindo um pouco no inverno conforme Figura 28. Esta distribuição de chuvas permite que existam rios perenes na bacia hidrográfica do Itacorubi. A temperatura média mensal de Florianópolis oscila de 16,3°C no mês de julho a 24,6°C em fevereiro, e a precipitação mensal mínima ocorre em julho, com 82,6mm, e a máxima em janeiro, com 197mm, segundo dados da estação climatológica de São José. Monteiro (2001) observa temperaturas e precipitações mais elevadas no verão e na primavera causadas pelo fenômeno de convecção tropical. Isto também ocorre devido à umidade que chega pelo oceano ou vem da Amazônia e causa maior desenvolvimento de chuvas (MONTEIRO, 2001). No inverno, a formação de chuvas na região Sul do Brasil está condicionada principalmente pela formação de frentes frias. Entretanto, a inclusão de massas polares mais para o interior do continente nesta estação faz com que elas tenham menos umidade para contribuir para chuva frontais (MONTEIRO, 2001), acarretando assim a diminuição das chuvas no inverno na área de estudo (Figura 21).

Figura 20. Climograma do município de Florianópolis



Fonte: Estação Meteorológica de São José – Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

O relevo da bacia do Itacorubi é caracterizado pela presença de maciços cristalinos que circundam uma área de baixada contendo planícies e um manguezal junto à foz, na Baía Norte. Estes maciços são os do Itacorubi, da Lagoa, do Córrego Grande, do Morro da Cruz, entre outros. As altitudes vão de zero na foz a 360 m no alto do maciço da Lagoa. O maciço do Morro da Cruz possui altitude de 285 m. Para a bacia de estudo existem dois tipos de modelados de dissecação de relevo, segundo Hermann e Rosa (1991):

- Dissecação em montanhas (Dm) - com vales muito encaixados e amplitude altimétrica maior que 200m;

- Dissecação em morros (Do) - com vales menos encaixados e uma amplitude altimétrica menor que 200m.

Os modelados de acumulação presentes na bacia do rio Itacorubi são (HERRMANN e ROSA, 1991): modelado de acumulação “colúvio-aluvionar”, formando rampas e planícies na base das encostas cristalinas; modelado de acumulação “flúvio-marinha”, que constitui a planície fluvial, resultado do retrabalhamento de depósitos marinhos pelos rios Itacorubi, Córrego Grande e do rio Três Córregos; modelado de acumulação “planície de maré”, onde se encontra o Manguezal do Itacorubi e que é construído pela deposição de sedimentos trazidos pelas marés altas e pelos rios. O Manguezal do Itacorubi Abrange uma porcentagem pequena em relação a área total da bacia, cerca de, 1,8 Km² e seu avanço é controlado devido às adversidades locais tanto naturais como impostas pela urbanização da região (SCOTTON, 2007).

De acordo com Santos (2001), existem declividades muito acentuadas nos maciços cristalinos e baixas declividades a jusante, principalmente na região do Manguezal do Itacorubi. Os maciços são modelados em rochas graníticas da unidade Granito Itacorubi, em sua maioria, e Granito Ilha, além de corpos tabulares de composição básica (diques de diabásio) e ácidos (riolitos) (CARUSO JÚNIOR, 1993). As áreas baixas da bacia são construídas a partir de depósitos de sedimentos de colúvio-alúvio mais junto ao sopé das encostas, sedimentos flúvio-lagunares-lacustres, sedimentos marinhos, sedimentos de planície de maré (manguezal) no baixo vale dos rios (TOMAZOLLI; PELLERIN, 2014).

As altas declividades de muitos setores das encostas dos maciços cristalinos e as rochas graníticas mais resistentes ao intemperismo condicionam a existência de solos pouco profundos nestes locais, como Neossolos Litólicos e Cambissolos; inclusive, no maciço do Morro da Cruz é muito comum observar amplos afloramentos rochosos nas suas encostas. No entanto, no mapeamento realizado por Sommer e Rosatelli (1991) com escala 1:50.000, os autores encontraram ali uma associação de Podzólico Vermelho Amarelo (atual Argissolo Vermelho Amarelo) álico, Tb (argila de atividade baixa), horizonte A moderado, textura média e média/argilosa cascalhenta e não cascalhenta, relevo forte ondulado e montanhoso com fase rochosa mais Podzólico Vermelho Escuro (atual Argissolo Vermelho), álico, Tb (argila de atividade baixa), textura argilosa em relevo forte ondulado e ondulado. Solos podzólicos, atuais

argissolos, são solos com gradiente textural (diminuição relativa da quantidade de argila) entre o horizonte A e o horizonte B e que apresentam profundidades variáveis.

Nas diferentes planícies da bacia do rio Itacorubi, ocorrem solos em geral hidromórficos, ou seja, que apresentam o lençol freático próximo da superfície, tais como os solos Gleissolos (SOMMER; ROSATELLI, 1991). Estes solos são desenvolvidos sobre depósitos marinhos, fluviais e colúvio-aluvionares e quanto menor a altitude que se encontram, mais próximo da superfície o lençol freático estará.

Os solos pouco profundos das áreas altas e sua maior declividade e os solos saturados dos terrenos de planície da bacia não são um adequado substrato para a disposição de esgotos sanitários produzidos na área. Dado o grande adensamento urbano que vem ocorrendo nas últimas décadas nos bairros e localidades situados na bacia do rio Itacorubi, a produção de esgotos também vem aumentando e suas formas de disposição merecem atenção.

A Bacia do Itacorubi engloba várias localidades de Florianópolis: bairros Córrego Grande, Pantanal, Trindade, Itacorubi, Carvoeira, Santa Mônica além dos loteamentos Jardim Albatroz, Jardim Germânia, Jardim Itália, Jardins Flor da Ilha e Anchieta, Parque São Jorge, Jardim Cidade Universitária, além de Assentamentos do Alto Pantanal, Quilombo, Serrinha e Sertão do Córrego (IPUF, 2008; CLARO, 2012; SOUZA, 2014). Em 2007, segundo Pinto, Steffens e Oliveira (2007), havia na área da bacia 45 mil habitantes. Atualmente, este número deve ser maior, pois houve um grande processo de verticalização nas localidades presentes na bacia e avanço das ocupações para as encostas conforme observado por (CHERNIOGLO, 2019).

Na bacia localizam-se bairros residenciais e mistos (também com atividades de comércio e serviços), além de empresas e instituições como UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), UDESC (Universidade do Estado de Santa Catarina), CGT ELETROSUL (Companhia de Geração e Transmissão de Energia Elétrica do Sul do Brasil), CELESC (Centrais elétricas de Santa Catarina S.A), EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina), CIASC (Centro de Informática e Automação do Estado de Santa Catarina) e FIESC (Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina e, ainda, de redes educacionais de ensino e um Cemitério municipal. Com estas características, estimava-se que em 2010, havia outras 50 mil pessoas circulando diariamente pela região, levando um número de usuários a 90 mil pessoas/dia nos terrenos da bacia (RÉGIS FILHO, 2008; IBGE, 2010).

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Diferentes procedimentos de campo e de escritório foram necessários para alcançar os objetivos propostos. Para a aquisição de dados foram realizadas pesquisas em órgãos públicos, empresa de saneamento e diretamente em campo. É importante destacar que foi utilizada a estratégia de espacializar os dados levantados a partir de mapeamentos com escala 1:25.000. Desta forma, os dados levantados foram generalizados para representação cartográfica 1:25.000. Isto condicionou as análises dos dados dos padrões de uso e ocupação da terra e as formas de disposição dos esgotos sanitários, bem como o cruzamento destes temas. A seguir são detalhados os materiais e procedimentos para obtenção e sistematização dos dados e suas análises e discussões.

5.1. CONSTRUÇÃO DO MAPA BASE

Para a construção das bases de mapeamento foram utilizados os produtos do Levantamento Aerofotogramétrico do Estado de Santa Catarina, realizado entre os anos de 2010 e 2012, sendo eles: as ortofotos digitais com 39 cm de resolução espacial e Modelo Digital com 1 metro de resolução. Os dados de rede de drenagem da bacia vieram da restituição da hidrografia do Estado de Santa Catarina, disponibilizada pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Sustentável de Santa Catarina (SDS), a qual foi realizada a partir das ortofotos e modelo digital de terreno (MDT). Estes dados foram detalhados e corrigidos a partir de interpretação visual das ortofotos e também da confecção de um relevo sombreado (hillshade), realizado a partir do citado MDT. Utilizou-se também *Shapes files* de Ruas e Bairros obtido na Secretaria Municipal de Mobilidade e Planejamento Urbano (SMPU). A delimitação da bacia hidrográfica foi realizada manualmente guiada pelo relevo sombreado, pela rede de drenagem e ainda por um mapa com curvas de nível com equidistância de 1m, obtido também do MDT da SDS. Todas as operações em ambiente SIG foram feitas no Programa QGIS DESKTOP 3.16, Versão HANNOVER.

5.2. PADRÕES DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA DO RIO ITACORUBI NO ANO DE 2012.

Foram caracterizados o uso e a ocupação da terra na bacia do rio Itacorubi relacionados principalmente com o padrão dos assentamentos humanos. Este padrão de ocupação se baseia

no traçado da rede viária, no tamanho do lote e na ocupação do lote pelas edificações e também nos seus possíveis usos. Também foram observados os padrões de cobertura vegetal. Para este fim, foi realizado um mapeamento na escala 1:25.000 dos padrões de uso e ocupação e de cobertura vegetal a partir de interpretação visual das ortofotos digitais.

A partir da interpretação do padrão de ocupação e cobertura da terra presentes na área de estudo nas ortofotos de 2012, estabeleceu-se as seguintes classes de uso e ocupação da terra:

- Área de Manguezal;
- Área de mata nativa;
- Área Verde;
- Área de ocupação residencial esparsa (casas);
- Área de ocupação residencial densa consolidada (casas);
- Área de ocupação residencial densa verticalizada (prédios);
- Área de ocupação residencial densa desordenada (casas);
- Área de ocupação mista (residências / comércio);
- Área de ocupação instituições públicas/ *Shopping Center*.

5.3. PADRÕES DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA DO RIO ITACORUBI NO ANO DE 2023.

As mudanças nos padrões de 2012 nestes mais de dez anos foram analisadas a partir de diferentes materiais e procedimentos. Na Secretaria Municipal de Mobilidade e Planejamento Urbano (SMPU), foi obtida uma imagem satélite CBERS 4A, da data de 22 de abril de 2020, que abrange o recorte da área de estudo. Esta imagem já estava com tratamento de fusão (PAN + RGB) e com resolução espacial de 2 m. A atualização também foi feita a partir da visualização das imagens do Programa *google Earth* para auxiliar na visualização das mudanças do uso e ocupação da terra, além de visitas a campo.

Com a análise das imagens, encontrou-se mais uma classe: a área de Desmatamento. Verificou-se que havia expansão da ocupação humana para as áreas das encostas e maior adensamento urbano a partir da verticalização. Estes fenômenos intensificaram-se na área de estudo ao longo dos últimos anos.

5.4. DISPOSIÇÃO DOS ESGOTOS SANITÁRIOS NA BACIA DO RIO ITACORUBI NO ANO 2023

A próxima etapa do trabalho é a compreensão de como ocorre a disposição dos esgotos sanitários em cada uma das classes de padrão de uso e ocupação encontrados no mapeamento de uso e cobertura da terra para 2023. Para esta etapa foram levantados dados e documentos em diferentes órgãos públicos municipais, tais como: Secretaria Municipal de desenvolvimento Urbano (SMDU), Secretaria Municipal de Mobilidade e Planejamento Urbano (SMPU) e Companhia Catarinense de águas e Saneamento (CONCESSIONÁRIA). Loteamentos e condomínios horizontais e verticais que não foram encontrados nas pesquisas em órgãos públicos foram levantados com o auxílio do Programa *Google Earth* e em campo.

Na Secretaria Municipal de desenvolvimento Urbano (SMDU), encontrou-se projetos de disposição de esgoto sanitário implantados na bacia do rio Itacorubi, de Loteamento e condomínios (verticais e horizontais) na bacia do rio Itacorubi, confeccionado uma planilha com todos os dados. Os outros loteamentos e condomínios (horizontais e verticais) que não foram encontrados nestas fontes foram levantados com o auxílio de imagens do programa *Google Earth* para posterior pesquisa em campo.

A concessionária que administra a rede de coleta e tratamento de esgotos na bacia do rio Itacorubi é a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN). Nesta concessionária foram obtidos arquivos com extensão KML (versão *Google Earth*) que contêm os dados sobre os locais da bacia que possuem a rede coletora que já está em funcionamento, a implantada, mas que ainda não está em funcionamento, e, os locais onde há projetos para ampliação da rede. Estes arquivos foram transformados em arquivos *shapes file* para manipulação no Programa QGis.

Foram realizadas várias visitas a campo para reconhecimento *in loco* das formas de disposição de esgotos sanitários a partir de observações diretas e conversa (entrevistas não estruturadas) com moradores. Realizou-se observações *in loco* e registros fotográficos de valas negras e de ligações de esgoto direto na rede pluvial ou fluvial.

Os dados obtidos nesta etapa foram sistematizados em classes de disposição de esgotamento sanitário e posteriormente espacializados em um mapa com escala 1:25.000. A generalização foi feita a partir da demarcação de polígonos que assumiam a classificação da

forma de disposição de esgotos mais prevalente em determinada porção da bacia. As classes identificadas e representadas cartograficamente foram:

- Classe 01 - Rede coletora de esgoto da concessionária,
- Classe 02 - Estação de tratamento de esgoto individual com lançamento de efluente tratado na rede pluvial ou fluvial,
- Classe 03 - Fossa séptica com filtro anaeróbio, sumidouro e/ou disposição final na rede pluvial ou fluvial,
- Classe 04 - Fossa séptica com filtro anaeróbio, sumidouro e/ou vala de infiltração e/ou remoção periódica do lodo,
- Classe 05- Fossa séptica com filtro anaeróbio, vala de infiltração e/ou disposição em rede pluvial ou fluvial.
- Classe 06 - Fossa séptica com sumidouro e/ou vala de infiltração.
- Classe 07 - Disposição de esgoto *in natura* na rede pluvial ou fluvial,
- Classe 08 – Sem especificação da disposição do esgoto sanitário.

5.4.1. Situação da rede coletora da Concessionária na bacia do rio Itacorubi

A Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) possui a concessão do poder público para abastecimento de água potável e esgotamento sanitário em Florianópolis, incluindo a região da bacia do Rio Itacorubi. Para realizar a análise da situação da rede coletora desta concessionária na área de estudo, foi feita uma revisão de documentos, relatórios, mapas, plantas e registros operacionais obtidos na sede da Companhia e no seu sítio da internet. Também foi feito um reconhecimento de campo a esse respeito. Os dados levantados mostraram diferentes situações para a rede coletora: em funcionamento; em implantação (mas que ainda não está em funcionamento), e os locais onde há execução de projetos para ampliação da rede. Assim, foi realizada a representação cartográfica destas situações da rede coletora da concessionária também na escala 1:25.000, visando cruzar os dados com as outras informações da presente pesquisa.

5.4.2. Situação das formas de disposição dos esgotos sanitários na bacia do rio Itacorubi em relação ao Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB)

O PLANSAB é um documento que estabelece diretrizes, metas e ações para o saneamento básico no Brasil, visando à universalização dos serviços até 2033. Desta forma, as

formas de esgotamento sanitário encontradas na área de estudo foram classificadas de acordo com as classes de atendimento previstas no PLANSAB:

- Atendimento adequado: com coleta e com tratamento ou com soluções individuais no lote. As situações na qual existem fossa séptica sucedida por pós-tratamento ou unidade de disposição final, adequadamente projetados e construídos. Ou por rede coletora de esgoto seguida de tratamento.
- Atendimento precário: com coleta, mas sem tratamento. As situações enquadradas neste atendimento significam que o serviço é ofertado em condições insatisfatórias, potencialmente comprometedoras da saúde humana e da qualidade do meio ambiente. Exemplos: Fossas rudimentares.
- Sem atendimento: sem coleta e sem tratamento. Não se enquadram em nenhuma das outras classes anteriores. Exemplos: lançamentos a céu aberto ou lançamentos em galerias pluviais antes de alcançarem efetivamente os corpos hídricos.

Com esta finalidade, as formas de disposição de esgotos encontradas na bacia foram agrupadas da seguinte maneira:

As classes que cumprem o **atendimento adequado** são:

- Classe 01 - Rede coletora de esgoto da Concessionária.
- Classe 02 - Estação de tratamento de esgoto individual com lançamento de efluente tratado na rede pluvial ou fluvial,
- Classe 03 - Fossa séptica com filtro anaeróbio, sumidouro e disposição final na rede pluvial ou fluvial,
- Classe 04 - Fossa séptica com filtro anaeróbio, sumidouro, vala de infiltração e remoção periódica do lodo,
- Classe 05- Fossa séptica com filtro anaeróbio, vala de infiltração e/ou disposição em rede de esgoto pluvial ou fluvial.
- Classe 06 - Fossa séptica com sumidouro, caixa de gordura e vala de infiltração,
- Classe 07 - Fossa séptica com sumidouro.

As classes que demonstram o **não atendimento** são:

- Classe 08 - Disposição de esgoto *in natura* na rede pluvial ou fluvial,
- Classe 09 – Sem especificação da disposição do esgoto sanitário.

5.5. FORMAS DE DISPOSIÇÃO DOS ESGOTOS SANITÁRIOS NA BACIA DO RIO ITACORUBI EM RELAÇÃO AO PADRÃO DE USO E COBERTURA DA TERRA NO ANO DE 2023

Nesta etapa, foram cruzados os mapeamentos na escala 1:25.000 do padrão de uso e cobertura da terra no ano de 2023 e das formas de disposição dos esgotos sanitários. Realizou-se a sobreposição dos polígonos de padrão de uso e cobertura da terra e as classes de disposição dos esgotos sanitários no ambiente SIG. Para melhor visualização das informações deste cruzamento, elaborou-se mapas com as formas de disposição de esgotos para cada classe de uso e ocupação da terra.

5.6. QUALIDADE DA ÁGUA EM RELAÇÃO À FORMA DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA E À DISPOSIÇÃO DE ESGOTOS SANITÁRIOS NA BACIA DO RIO ITACORUBI

A escolha dos pontos para as análises de qualidade de água foi baseada nos resultados da etapa anterior. Foram selecionados três pontos de acordo com as formas de disposição observadas a montante de sua localização, ou seja, na sua área de contribuição, e também de acordo com sua posição no relevo da bacia – alto, médio e baixo vale. Assim, um ponto foi selecionado em função de sua área de contribuição ter as melhores formas de disposição dos esgotos (Ponto 1), outro ponto porque tinha as piores formas de disposição a montante (Ponto 3) e, o último, porque estava em uma posição intermediária em relação as formas de disposição observadas em sua área de contribuição e porque estava localizado no médio vale (Ponto 2). A localização dos pontos foram (Quadro 5):

Ponto 1: Afluente do Rio Três Córregos que passa junto avenida Prof. Henrique da Silva Fontes, próximo ao Corpo de Bombeiros Militar na Trindade e ao Manguezal do Itacorubi.

Ponto 2: Afluente do Rio Três Córregos, que entra na UFSC, próximo da rua Desembargador Vitor de Lima, no interior do Campus da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Ponto 3: Cabeceiras do rio Itacorubi, na servidão Monte Sião, Assentamento Morro do Quilombo.

Quadro 5. Informações sobre os pontos de coleta

Pontos	Coordenadas		Local	Ambiente	Posição no vale do rio	Período da coleta
Ponto 01	27°35'9.11"S	48°31'11.95"O	Avenida Prof. Henrique da Silva Fontes	Lótico	Baixo vale	Maio/2023
Ponto 02	27°35'53.98"S	48°31'21.81"O	Rua Desembargador Vitor de Lima	Lótico	Médio vale	Maio/2023
Ponto 03	27°34'53.67"S	48°29'47.80"O	Servidão Monte Sião, Assentamento Morro do Quilombo.	Lótico	Alto vale	Maio/2023

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A coleta ocorreu no mês de maio de 2023, em uma situação de estiagem, sendo que não chovia há várias semanas. As técnicas de amostragem seguiram a NBR 9898/1987. As amostras foram enviadas ao Laboratório comercial “QMC Saneamento Ltda”, que fez as análises.

Os parâmetros investigados foram aqueles que poderiam ser influenciados pela disposição de esgotos sanitários em corpos d’água receptores (rios e lagos). Estes parâmetros foram:

- Parâmetros Químicos: pH, Nitrogênio amoniacal, Nitrogênio Total, Matéria orgânica, OD, DBO;
- Parâmetros Biológicos: Coliformes fecais e termotolerantes.

Os resultados da qualidade de água destes três pontos foram analisados levando em conta as formas de disposição de esgotos e os padrões de uso e ocupação da terra. Procurou-se confirmar ou não se as condições de escolha dos pontos de coleta realmente tinham influência nos resultados e se os padrões de uso e ocupação da terra podem ser levados em conta quando se analisa a forma de disposição de esgotos e a qualidade da água dos recursos hídricos superficiais.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item, são discutidas as mudanças dos padrões de uso e ocupação humana nos terrenos da bacia do rio Itacorubi entre a década passada (2012) e atualmente (2023). Também, são apresentadas as tipologias de disposição dos esgotos sanitários que são empregadas pelas diferentes formas de ocupação humana na bacia. Pretende-se também fazer uma análise preliminar sobre a qualidade da água dos rios da bacia em relação ao padrão de uso e ocupação da terra e em relação às formas de disposição de esgotos encontrados na bacia.

6.1. PADRÕES DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA DO RIO ITACORUBI EM 2012 E 2023

Para se ter uma ideia das mudanças em relação à ocupação humana na bacia do rio Itacorubi em aproximadamente uma década, foram estabelecidos os padrões de uso e ocupação da terra em 2012 e depois em 2023. A seguir são apresentados os padrões de uso e ocupação da terra observados em 2012 e, depois, as modificações que eles eventualmente sofreram neste período.

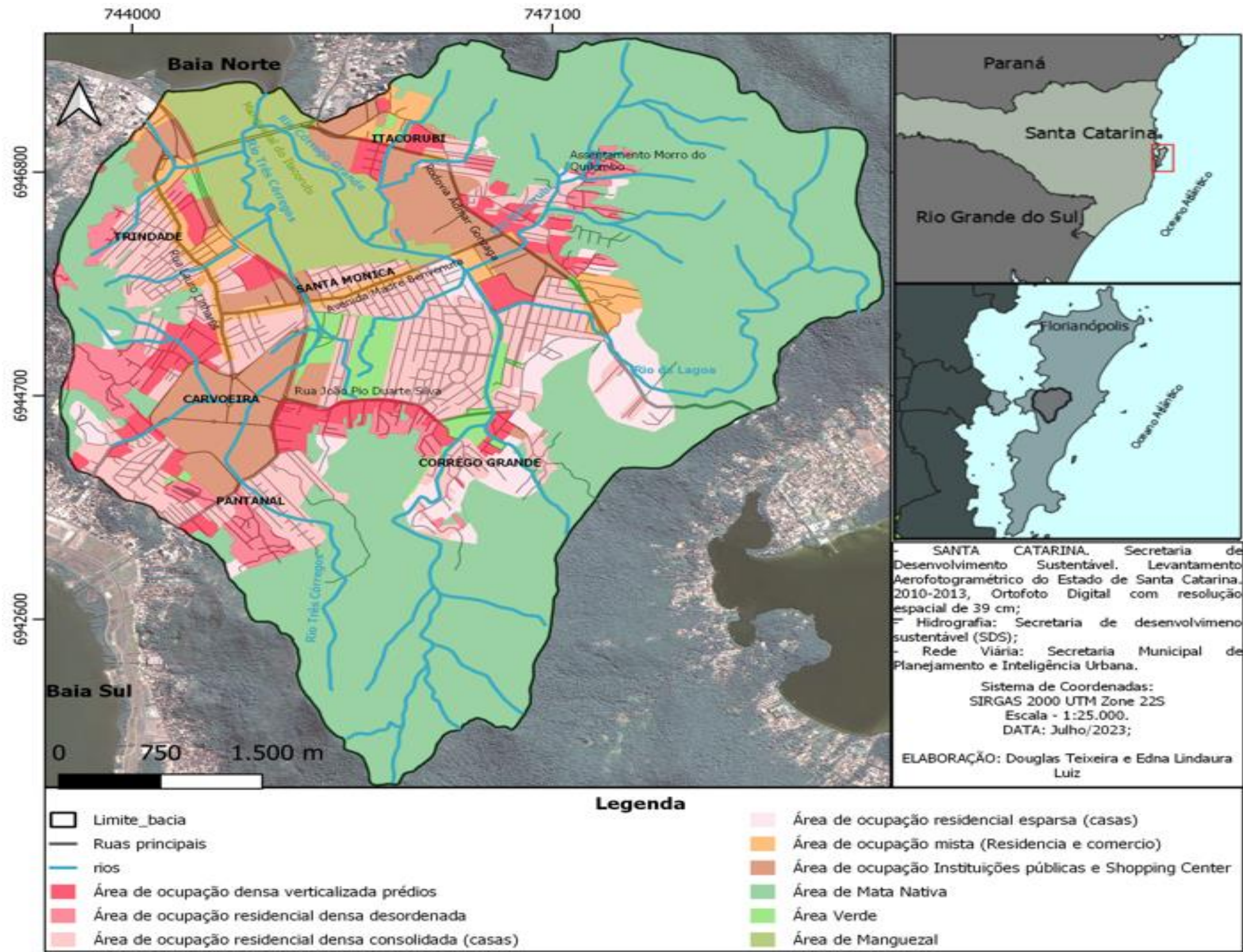
6.1.1. Padrões de uso e ocupação da terra na bacia do rio Itacorubi em 2012

Diferentes padrões de ocupação humana foram mapeados na bacia a partir da interpretação visual de ortofotos digitais de 2012, na escala 1:25.000. Já neste ano, quase todos eles eram característicos de ocupação urbana. Também foi encontrada uma ampla área com cobertura de mata nativa e algumas áreas verdes no meio de áreas urbanizadas, além do ecossistema do manguezal do Itacorubi, como classes de cobertura vegetal. As classes de uso e ocupação da terra (Figura 22, Quadro 6 e Gráfico 1) encontradas naquele ano na bacia eram:

- Área de Manguezal;
- Área de mata nativa;
- Área Verde;
- Área de ocupação residencial esparsa (casas);
- Área de ocupação residencial densa consolidada (casas);
- Área de ocupação residencial densa verticalizada (prédios);

- Área de ocupação residencial densa desordenada (casas);
- Área de ocupação mista (residências / comércio);
- Área de ocupação instituições públicas/ *Shopping Center*.

Figura 21. Uso e cobertura da terra na bacia do Itacorubi, Florianópolis/SC – 2012



*Estas classes correspondem a uma generalização cartográfica na escala 1:25.000.

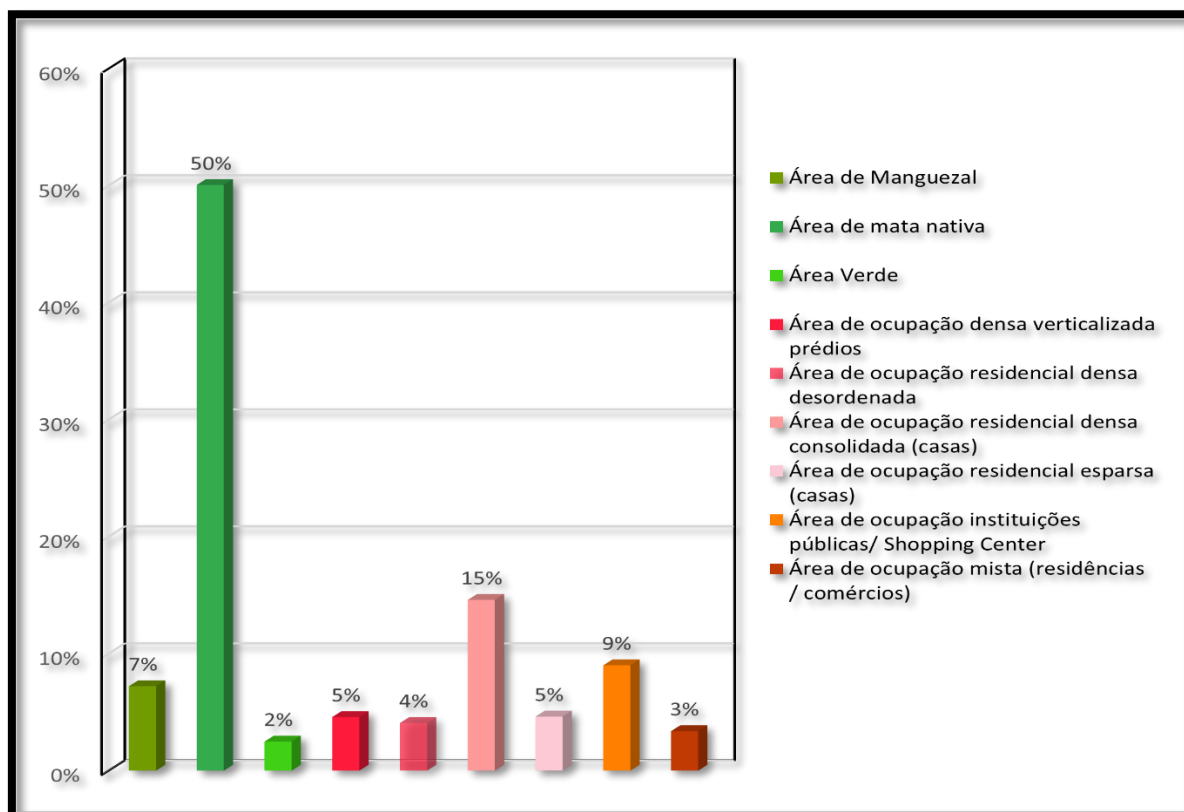
Quadro 6. Uso e cobertura da terra na bacia do Itacorubi em 2012

Uso e cobertura da terra	Área em Km ² - 2012	%
Área de Manguezal	1,86	7%
Área de mata nativa	12,9	50%
Área Verde	0,64	2%
Área de ocupação densa verticalizada prédios	1,18	5%
Área de ocupação residencial densa desordenada	1,05	4%
Área de ocupação residencial densa consolidada (casas)	3,76	15%
Área de ocupação residencial esparsa (casas)	1,19	5%
Área de ocupação instituições públicas/ Shopping Center	2,32	9%
Área de ocupação mista (residências / comércios)	0,87	3%
Área total da bacia	25,77	100,00%

*Estes valores correspondem a uma generalização cartográfica na escala 1:25.000.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Gráfico 1. Uso e cobertura da terra na bacia do rio Itacorubi, Florianópolis – 2012



*Estes valores correspondem a uma generalização cartográfica na escala 1:25.000.

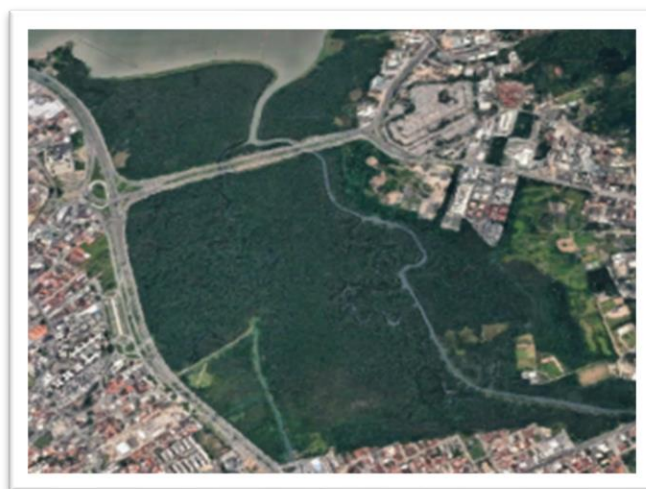
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Os terrenos cobertos por vegetação na bacia do rio Itacorubi em 2012 ocupavam mais da metade do total da sua área. A cobertura vegetal era de vegetação nativa, mata atlântica e manguezal, e de vegetação exótica em setores de áreas verdes urbanas (parques, jardins etc.)

A área correspondente ao **Manguezal do Itacorubi** (Figura 23) é de 1,86 km² na bacia do Itacorubi e está localizada no baixo vale dos rios córregos Grande e Três Córregos. No seu entorno estão os bairros Itacorubi, Santa Mônica, Trindade e Agrônômica. Está cercado por áreas urbanizadas, sem conexão direta com outras áreas de vegetação nativa, como a encontrada nos maciços cristalinos que compõem a bacia.

Os manguezais são considerados um ecossistema costeiro de transição entre os ambientes terrestre e marinho. A partir da aprovação da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei 12.651/2012), os manguezais foram claramente considerados como APPs (Áreas de Preservação Permanente), desta forma, o Manguezal do Itacorubi é uma área protegida por esta lei federal, porém também recebe proteção por ser uma unidade de conservação municipal de Florianópolis, o Parque Municipal Natural do Manguezal do Itacorubi. Infelizmente, por sua localização junto a foz da bacia, pode ser atingido pela disposição irregular de esgotos sanitários nos terrenos de montante a ele.

Figura 22. Manguezal do Itacorubi, Florianópolis, SC

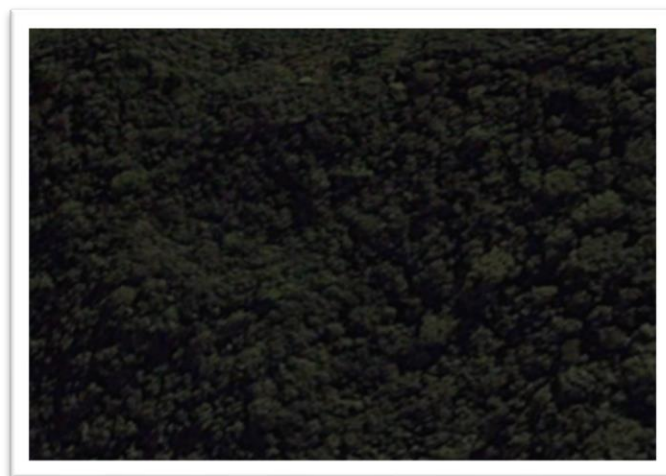


Fonte: Programa *Google Earth*, 2023.

As áreas com **cobertura de mata nativa** (Figura 24) em 2012 eram constituídas pela Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica) em estágio médio e avançado de regeneração, correspondendo a um total 12,9 km², o que dava 50 % do total da área da bacia. Elas estavam

localizadas nas encostas dos maciços cristalinos do Itacorubi, Lagoa, Córrego Grande, Pantanal e Morro da Cruz. A cobertura de mata nativa destas encostas é relativamente recente, pois conforme Chernioglo (2019), até próximo da década de 1980, estas áreas eram utilizadas para atividades de agricultura e de pecuária, com exceção dos terrenos do maciço do Itacorubi, que mantinham uma cobertura de mata já antes desta época. O bioma Mata Atlântica é protegido por lei federal, a Lei nº 11.428/2006.

Figura 23. Detalhe da cobertura de mata nativa das encostas dos maciços cristalinos do Itacorubi



Fonte: Programa *Google Earth*, 2023.

As **áreas verdes** (Figura 25) são aquelas destinadas ao lazer e recreação de uso público ou privado. Na bacia do rio Itacorubi, esta forma de uso e cobertura da terra representava em 2012 0,64 km² do total. São áreas de parques, jardins e hortos florestais que se localizam nos bairros Itacorubi, Córrego Grande, Santa Mônica e Carvoeira. Uma parte significativa da vegetação encontrada nesta área não é nativa, mas sim de espécies exóticas de gramíneas e plantas ornamentais, com exceções como no Parque Linear do Córrego Grande e Parque do Córrego Grande.

Figura 24. Detalhe do uso e cobertura área verde do Jardim Botânico de Florianópolis em Itacorubi



Fonte: Programa *Google Earth*, 2023.

As áreas urbanas com diferentes padrões de ocupação têm formas geométricas bem-marcadas, com ângulos retos e estruturas lineares, além de cores mais claras, facilmente identificáveis nas fotografias aéreas e imagens de satélite. A mancha urbana ocupava uma área de 40% do total da bacia do Itacorubi em 2012.

A **área de ocupação residencial esparsa** (Figura 26) é definida segundo a densidade da área construída no terreno e o tipo de edificação (casas), contabilizando um total de 1,19 km² do uso da terra da bacia em 2012. Estas áreas esparsas apareciam nos bairros: Trindade, Santa Mônica, Itacorubi, Córrego Grande e Pantanal. Elas estão no final dos arruamentos consolidados, subindo as encostas, onde também havia caminhos ainda não pavimentados.

Figura 25. Detalhe do uso por ocupação residencial esparsa – Subindo as encostas do bairro Itacorubi



Fonte: Programa *Google Earth*, 2023.

A **área de ocupação residencial densa consolidada** (Figura 27) é definida pela maior área edificada no terreno e menor tamanho de lotes, contudo, ainda são edificações com apenas um ou dois pavimentos. Esta classe de uso da terra ocupa 15 % do território da bacia. Está localizada especialmente nos terrenos mais planos da bacia e no sopé dos morros, abrangendo partes dos bairros Itacorubi, Santa Mônica, Córrego Grande, Pantanal, Trindade, Jardim Itália.

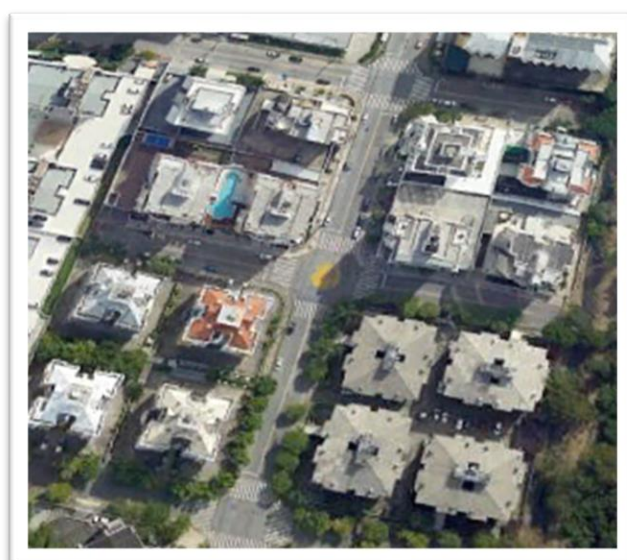
Figura 26. Detalhe do uso por ocupação residencial densa consolidada – Bairro Santa Mônica



Fonte: Programa *Google Earth*, 2023.

A **área de ocupação residencial densa com verticalização** (prédios) (Figura 28) é uma área com grande ocupação dos terrenos e que configurava 5% do território da bacia em 2012. Estas áreas em que prevalecem edifícios constituem, em sua maioria, condomínios residenciais, mas havia alguns condomínios comerciais também nesta época. Os bairros com padrão de ocupação urbana com verticalização em 2012 eram: Itacorubi, Trindade, Pantanal e Córrego Grande.

Figura 27. Detalhe do uso por ocupação residencial densa com verticalização – Bairro Itacorubi.



Fonte: Programa *Google Earth*, 2023.

A **área de ocupação residencial densa desordenada** (Figura 29) corresponde a um padrão de arruamentos desorganizado e edificações construídas sem projeto e com materiais mais baratos ou até material adaptado, além do grande adensamento destas edificações. São áreas de ocupação espontânea, sem nenhum tipo de planejamento, constituídas por casas unifamiliares e multifamiliares. Em 2012, este tipo de ocupação constituía 4% da área total da bacia. Os locais que tinham em 2012 partes com esta classe de uso e ocupação da terra eram: Itacorubi, Trindade, Pantanal, Jardim Cidade Universitária e Córrego Grande, formando assentamentos como: Serrinha, Alto Pantanal, Sertão do Córrego, Morro do Quilombo. Este tipo de ocupação urbana estava nas áreas mais a montante das encostas dos maciços que formam a bacia do rio Itacorubi, em locais de maior declividade e de fundo de vale dos rios afluentes que descem estas encostas.

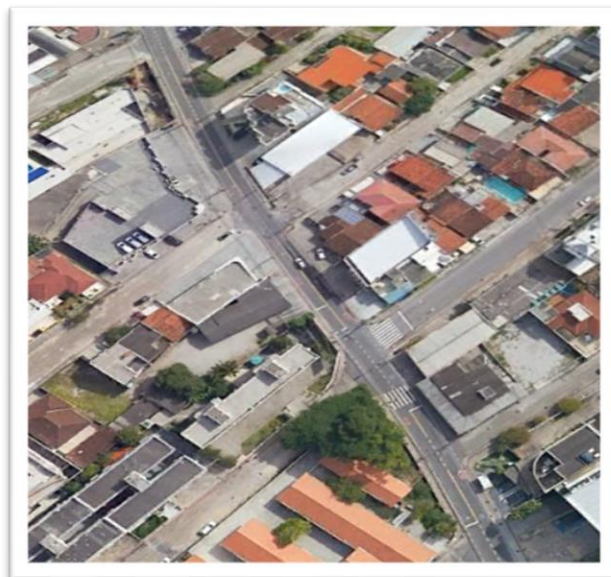
Figura 28. Detalhe do uso por ocupação residencial densa desordenada – Assentamento Morro do Quilombo



Fonte: Programa *Google Earth*, 2023.

As **áreas de ocupação mista** (residências/comércios) (Figura 30) são aquelas que concentram além de residências, atividades complementares às funções urbanas e que fortalecem a agregação da comunidade urbana, tais como comércio e serviços. Estas áreas ocupavam 3% dos terrenos da bacia do Itacorubi em 2012. Em todos os bairros existia ocupação mista, mas se destacavam áreas maiores nos bairros Trindade, Santa Mônica e Itacorubi, especialmente ao longo de suas vias principais, Avenida Madre Benvenuta, Rodovia Admar Gonzaga, Rua Lauro Linhares, Rua deputado Antônio Edu Vieira e Rua João Pio Duarte Silva.

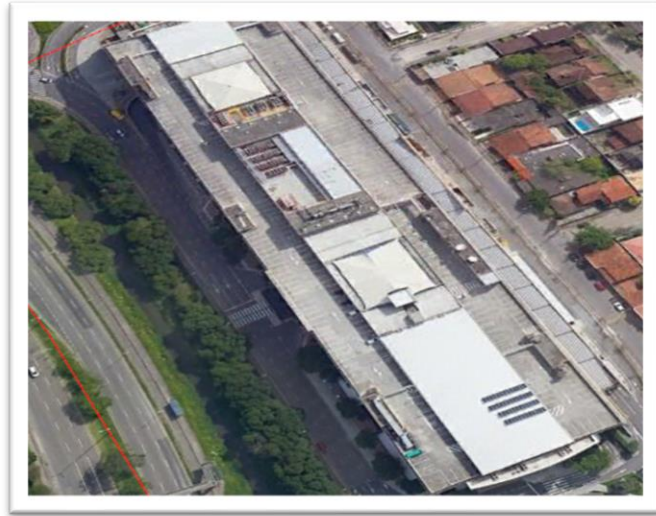
Figura 29. Detalhe do uso por ocupação mista – Bairro Trindade



Fonte: Programa *Google Earth*, 2023.

Área de **ocupação por instituições públicas e *Shopping Center*** (Figura 31) são destacadas porque concentram diferentes usos, como educacionais, de laboratórios, de comércio e serviços, institucionais etc., e por isso, podendo gerar diferentes tipos de efluentes como esgoto. Este tipo de uso e ocupação representava 9% do total da bacia do Itacorubi em 2012, com ocorrências nos bairros Itacorubi, Santa Mônica, Pantanal e Trindade. São várias as instituições públicas presentes na bacia do rio Itacorubi em 2012 e ainda hoje, são elas: UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), UDESC (Universidade do Estado de Santa Catarina), CGT ELETROSUL (Companhia de Geração e Transmissão de Energia Elétrica do Sul do Brasil), CELESC (Centrais elétricas de Santa Catarina S.A), EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina) , CIASC(Centro de Informática e Automação do Estado de Santa Catarina) e FIESC (Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina), além de estabelecimentos educacionais de ensino municipais e estaduais e um Cemitério municipal. Um *Shopping Center* ocupava e ainda ocupa toda uma quadra no bairro Santa Mônica e está muito próximo do Manguezal do Itacorubi.

Figura 30. Detalhe do uso por instituições públicas e *Shopping Center* -Bairro Santa Mônica.

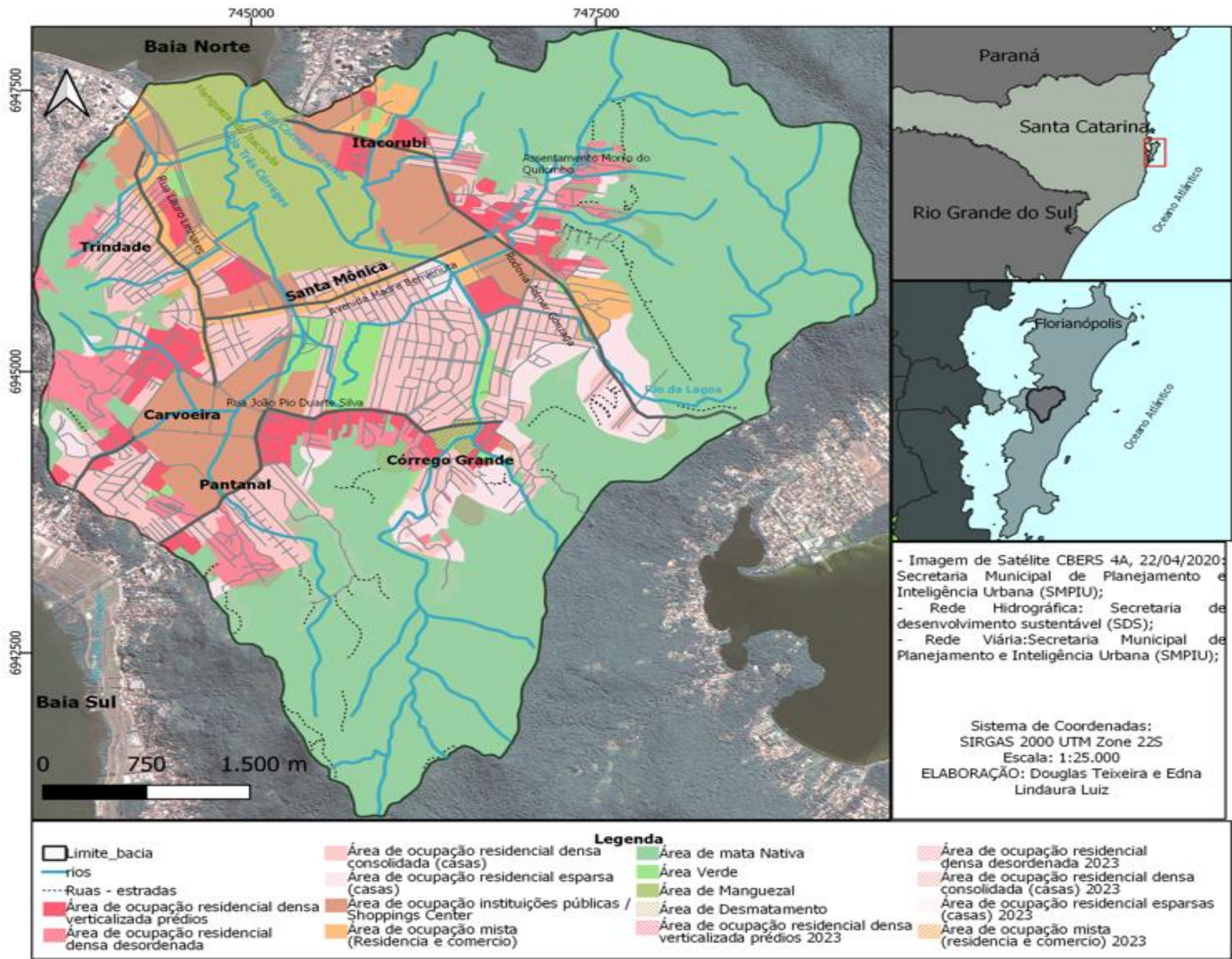


Fonte: Programa *Google Earth*, 2023.

6.1.2 Padrões de uso e ocupação da terra na bacia do rio Itacorubi em 2023

Uma década depois, no ano de 2023, o uso e cobertura da terra da bacia do rio Itacorubi mostraram algumas modificações, como a transformação de espaços residenciais de casas (a classe área de ocupação residencial densa consolidada) que em muitos lugares deram lugar a edifícios de condomínios residenciais e/ou comerciais, ou ainda, áreas de mata nativa que foram desmatadas em função do aumento das áreas de ocupação densa desordenada. A Figura 32, o Quadro 7 e o Gráfico 2 indicam estas modificações.

Figura 31. Uso e cobertura da terra na bacia do Itacorubi, Florianópolis/SC – 2023



*Estas classes correspondem a uma generalização cartográfica na escala 1:25.000.

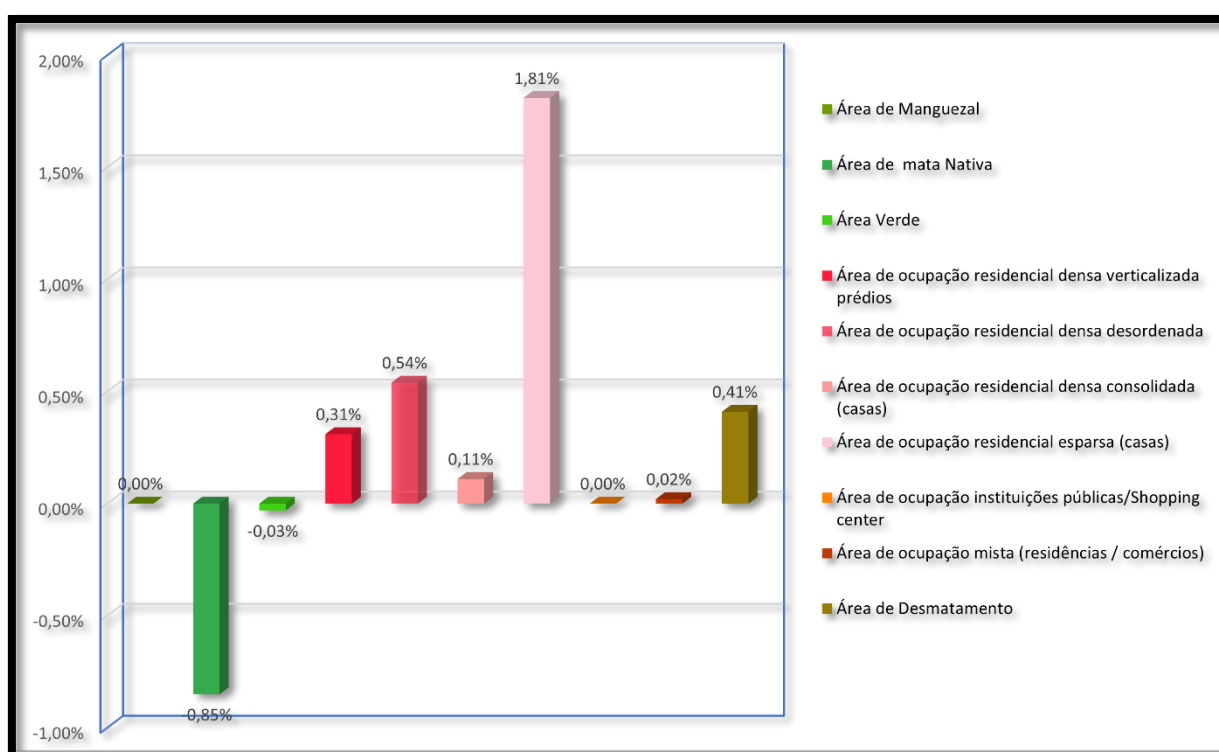
Quadro7. Comparação do uso e cobertura da terra na bacia do Itacorubi entre 2012 e 2023

Uso e cobertura da terra	Área em Km ² - 2012	%	Aumento área Km ² - 2023	%
Área de Manguezal	1,86	7%	0	0,00%
Área de mata Nativa	12,9	50%	-0,70	-0,85%
Área Verde	0,64	2%	-0,03	-0,03%
Área de ocupação residencial densa verticalizada prédios	1,18	5%	0,08	0,31%
Área de ocupação residencial densa desordenada	1,05	4%	0,14	0,54%
Área de ocupação residencial densa consolidada (casas)	3,76	15%	0,03	0,11%
Área de ocupação residencial esparsa (casas)	1,19	5%	0,46	1,81%
Área de ocupação instituições públicas/Shopping center	2,32	9%	0	0,00%
Área de ocupação mista (residências / comércios)	0,87	3%	0,007	0,02%
Área de Desmatamento	0		0,106	0,41%
Área total da bacia	25,77	100,00%	0,603	2,32%

*Estes valores correspondem a uma generalização cartográfica na escala 1:25.000.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Gráfico 2. Variação do tamanho das classes de uso e cobertura da terra na bacia do rio Itacorubi entre os anos de 2012 e 2023.



*Estes valores correspondem a uma generalização cartográfica na escala 1:25.000.

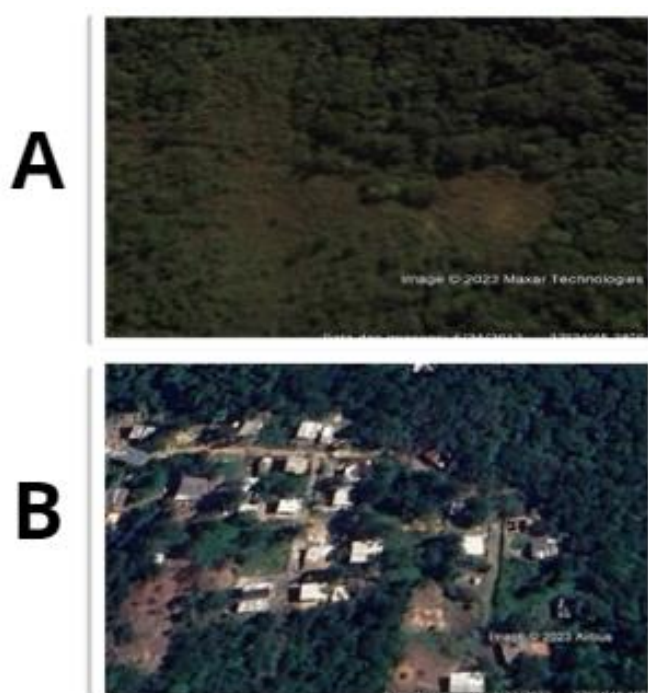
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

No que se refere ao uso e ocupação do solo na bacia do Itacorubi em 2023, é possível constatar que houve algumas modificações significativas em um pouco mais de dez anos. Por exemplo, a classe de área de ocupação residencial esparsa (casas) teve um aumento de 1,81% (0,46 km²), enquanto a classe de área de mata nativa perdeu 0,85% (0,70km²) de sua

área de 2012, a partir da generalização cartográfica da escala 1:25.000 em que os mapeamentos foram elaborados.

A **área de ocupação residencial esparsa (casas)** é estabelecida de acordo com a pequena ocupação do lote por edificações. Ela apresentava uma área de 1,19 km² em 2012 e, agora em 2023, houve um aumento de 0,46 km² contabilizando 1,65 km² (6,40%) da bacia. Esta ocupação inicia-se mais ao final de arruamentos consolidados, sofrendo expansão ainda maior nas encostas dos maciços presentes nos bairros Pantanal (assentamento Altos do Pantanal), Córrego Grande (assentamento Altos do Córrego grande) e Itacorubi (assentamento Morro do Quilombo). Aumento este que ocorreu em detrimento da classe de Mata Nativa como mostra a Figura 33.

Figura 32. Modificação de uso e cobertura em um trecho de encosta do maciço do Itacorubi entre 2012 e 2023.



A) Área com desmatamento no maciço do Itacorubi em 2012; B) Mesma área com ocupação residencial esparsa (casas) em 2023.

Fonte: Programa *Google Earth*, 2023.

Desta forma, a **classe Mata Nativa** passou de 12,9 km² em 2012 para 12,2 km² (47,34%) do total da área em 2023, ou seja, perdeu 0,70 km² (0,85%). Esta perda foi para as seguintes classes: Classe de desmatamento, área de ocupação residencial densa desordenada, área de ocupação residencial densa consolidada (casas) e área de ocupação residencial esparsa.

Infelizmente, a mata nativa presente nas encostas dos maciços dos bairros Itacorubi, Córrego Grande e Trindade foi a mais afetada. Em função das manchas de desmatamento terem ficado maiores em 2023, esta forma de uso e cobertura da terra foi acrescentada ao mapeamento de 2023.

A classe **Desmatamento** em 2023 como mostra na figura 34, corresponde a uma área de 0,106 km² do total da bacia do rio Itacorubi, compreendendo os bairros: Itacorubi, Córrego Grande e Trindade.

Figura 33. Área de desmatamento no Bairro do Itacorubi -2023



Fonte: Programa *Google Earth*, 2023

Á área de ocupação residencial densa consolidada (casas) ocupava uma área de 3,76 km² em 2012. Em 2023, observa-se um pequeno aumento de 0,03 km², ocupando agora 3,79km² (14,7%) do total da bacia. Aumento este que se deu em detrimento da classe Mata Nativa nos bairros Trindade, Pantanal, Córrego Grande. De maneira geral, o que ocorreu foi a implantação de loteamentos em grandes glebas de terrenos presentes nestes bairros, como o que se pôde observar recentemente no bairro Córrego Grande e que gerou grandes transtornos em virtude das obras de terraplenagem durante chuvas intensas em dezembro de 2022 (PACHECO; BIKEL, 2022).

Á área de ocupação residencial densa verticalizada (prédios) ocupava uma área de 1,18 km² em 2012. Já em 2023, houve um aumento de 0,08 km², ocupando uma área de 1,26 km², ou seja, 4,8 % do total da bacia. Os edifícios deste padrão de ocupação são condomínios residenciais, entretanto a cada dia que passa nota-se o aumento do número de condomínios comerciais. Este aumento da ocupação ocorreu principalmente sobre a classe de área verde nos bairros Itacorubi e Córrego Grande inclusive, neste último bairro, houve a verticalização do terreno da chamada “Fazendinha”. Contudo, muitos lotes da área

residencial consolidada se transformaram também em condomínios verticais residenciais ou comerciais nesta última década na bacia do rio Itacorubi, especialmente nos bairros Itacorubi, Córrego Grande e Trindade.

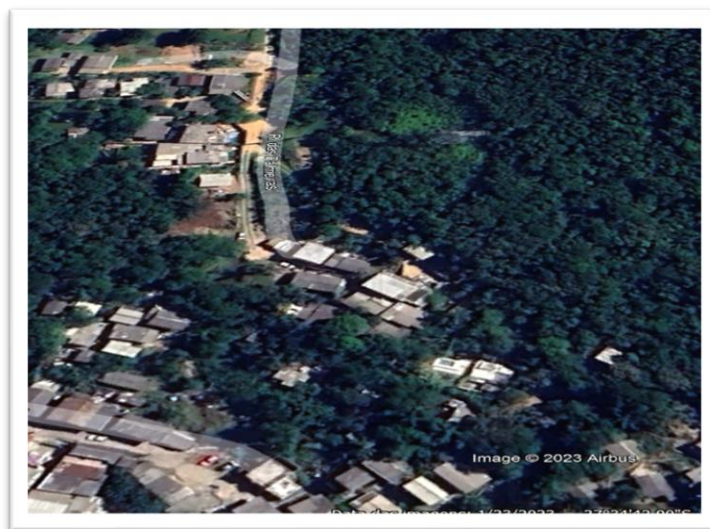
Á **área de ocupação residencial densa desordenada** (Figura 35), em 2012, ocupava uma área de 1,05 km², já em 2023 ocorreu um aumento de 0,14 km², ocupando uma área de 1,19 km², totalizando 4,6% do total de seus terrenos. Houve uma expansão significativa dos assentamentos precários sobre a classe de área de mata nativa nos bairros Itacorubi (Morro do Quilombo), Córrego Grande (Sertão do Córrego), Pantanal (Alto Pantanal), Serrinha e Morro da Penitenciária (Bairro Trindade) (Figura 36).

Figura 34. Área de ocupação residencial densa desordenada no Bairro Itacorubi (Morro do Quilombo) em 2012



Fonte: Programa *Google Earth*, 2023

Figura 35. Mesma área da Figura 35 com ocupação residencial densa desordenada no Bairro Itacorubi (Morro do Quilombo) em 2023



Fonte: Programa *Google Earth*, 2023.

Analisando visualmente as imagens do Programa *Google Earth*, pode-se constatar que houve um aumento significativo da área das classes ocupação residencial esparsa (casas) e ocupação residencial densa desordenada entre abril de 2020 e janeiro de 2023, conforme pode ser observado nas Figuras 37 e 38. Infelizmente, estes aumentos ocorrem nas encostas dos maciços da bacia, especialmente no Assentamento morro do Quilombo, no Bairro Itacorubi.

Figura 36. Área de ocupação residencial esparsa no Bairro Itacorubi (Morro do Quilombo) - 2020



Fonte: Programa *Google Earth*, 2023.

Figura 37. Mesma área da Figura 37 com ocupação residencial esparsa no Bairro Itacorubi (Morro do Quilombo) em 2023



Fonte: Programa *Google Earth*, 2023.

Em relação à classe **área de ocupação mista** (residências /comércios), esta classe em 2012 ocupava uma área de 0,87 km², atualmente em 2023, houve um aumento de 0,007 km², totalizando 3,37% dos terrenos da bacia, especialmente no bairro da Trindade.

Para a classe **instituições públicas e Shopping Center** não foram observadas mudanças entre 2012 e 2023.

6.2. DISPOSIÇÃO DOS ESGOTOS SANITÁRIOS NA BACIA DO RIO ITACORUBI 2023

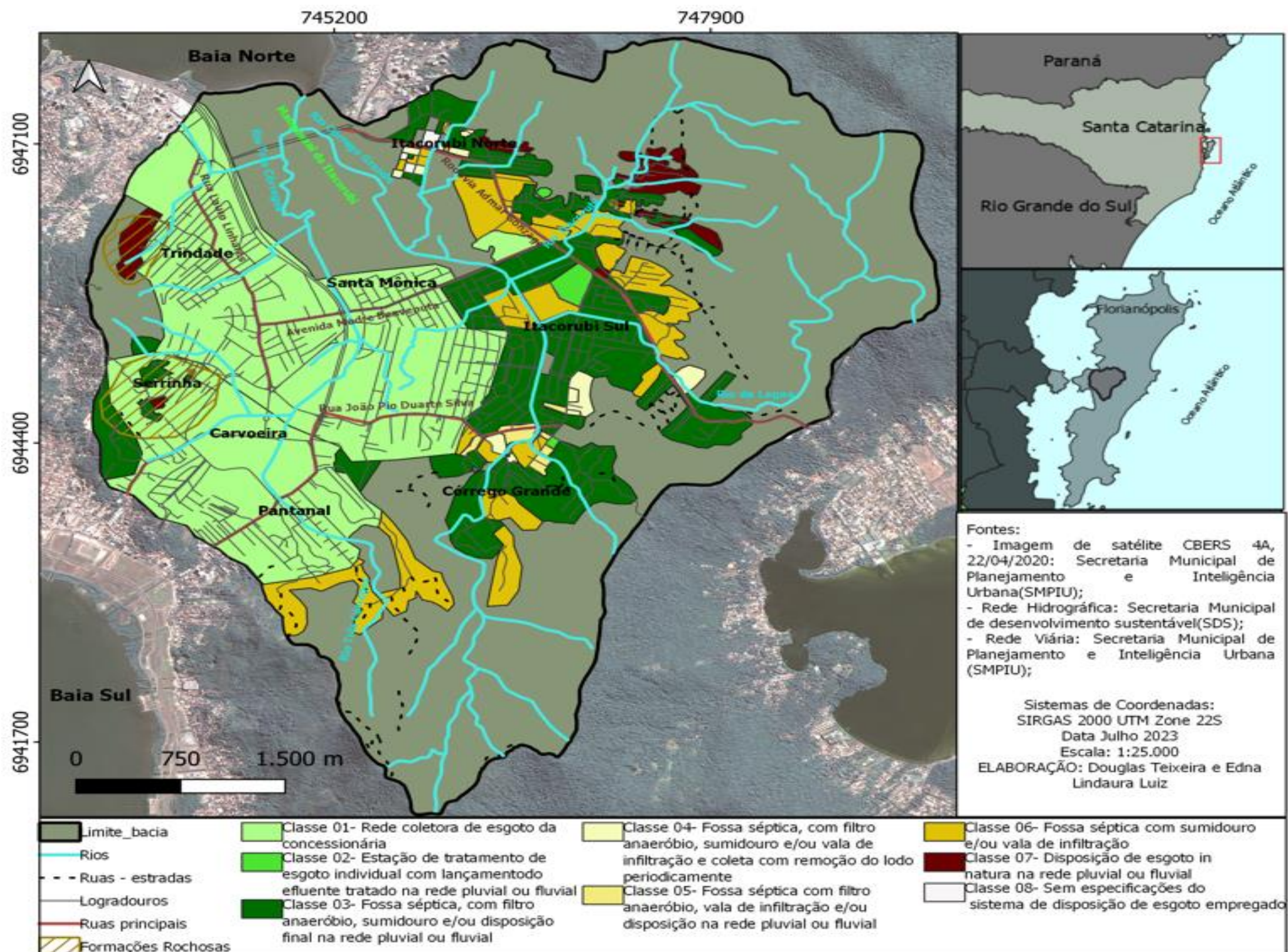
A partir das formas pesquisadas de disposição de esgotos sanitários e dos dados levantados junto à Concessionária, nos órgãos públicos municipais e em trabalhos de campo, foram elencadas as classes de disposição de esgotos sanitários presentes na bacia do rio Itacorubi, são elas:

- Classe 1: Rede coletora de esgoto da Concessionária,
- Classe 2: Estação de tratamento de esgoto individual com lançamento de efluente tratado na rede pluvial ou fluvial,
- Classe 3: Fossa séptica com filtro anaeróbio, sumidouro e/ou disposição final na rede pluvial ou fluvial,
- Classe 4: Fossa séptica com filtro anaeróbio, sumidouro e/ou vala de infiltração e/ou remoção periódica do lodo,

- Classe 5: Fossa séptica com filtro anaeróbio, vala de infiltração e/ou disposição em rede pluvial ou fluvial.
- Classe 6: Fossa séptica com sumidouro e/ou vala de infiltração.
- Classe 7: Disposição de esgoto *in natura* na rede pluvial ou fluvial,
- Classe 8: Sem especificação da disposição do esgoto sanitário.

O Apêndice 1 detalha o funcionamento de cada tipo de disposição de esgotos encontrados na bacia do rio Itacorubi. Com exceção das áreas atendidas pela rede coletora da Concessionária, as outras formas de disposição de esgotos sanitários foram generalizadas por regiões, a partir da maior ocorrência de uma ou outra em determinados locais. Assim, foi possível especializar em um mapa 1:25.000, manchas de ocorrência das formas de disposição de esgoto sanitário na bacia do rio Itacorubi em 2023, como mostra a Figura 39 a seguir.

Figura 38. Classes de disposição de esgoto sanitário presentes na bacia do rio Itacorubi, Florianópolis/SC – 2023.



*Estas classes correspondem a uma generalização cartográfica na escala 1:25.000.

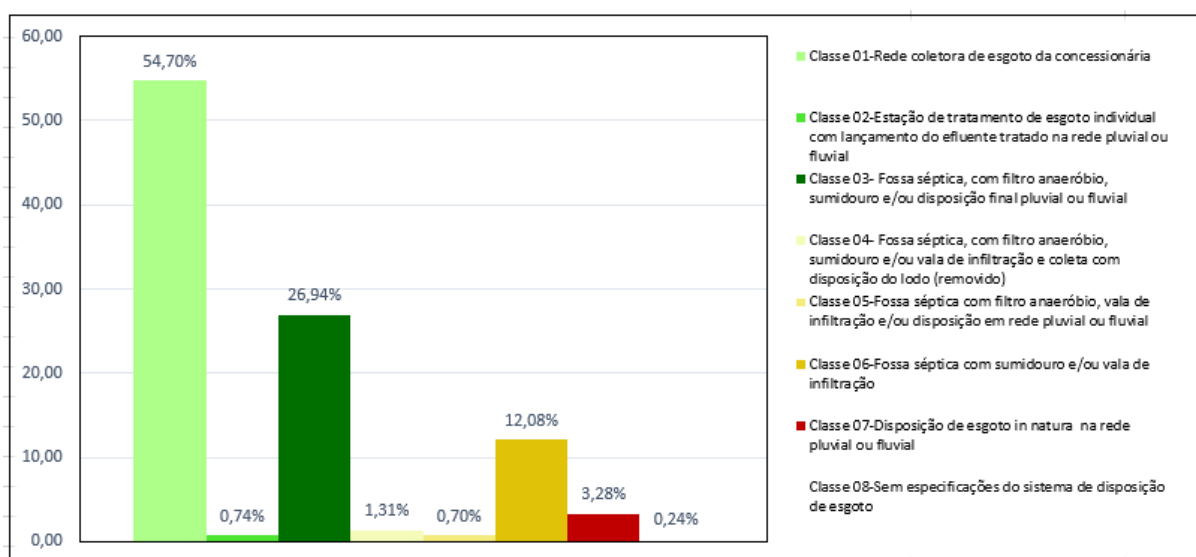
Quadro 8. Disposição de esgoto sanitário na bacia do rio Itacorubi, Florianópolis/SC – 2023.

Classes de Disposição de esgoto sanitário	Área em Km² - 2023	%
Classe 01-Rede coletora de esgoto da concessionária	6,545	54,70
Classe 02-Estação de tratamento de esgoto individual com lançamento do efluente tratado na rede pluvial ou fluvial	0,089	0,74
Classe 03- Fossa séptica, com filtro anaeróbio, sumidouro e/ou disposição final pluvial ou fluvial	3,223	26,94
Classe 04- Fossa séptica, com filtro anaeróbio, sumidouro e/ou vala de infiltração e coleta com disposição do lodo (removido)	0,157	1,31
Classe 05-Fossa séptica com filtro anaeróbio, vala de infiltração e/ou disposição em rede pluvial ou fluvial	0,084	0,70
Classe 06-Fossa séptica com sumidouro e/ou vala de infiltração	1,445	12,08
Classe 07-Disposição de esgoto <i>in natura</i> na rede pluvial ou fluvial	0,393	3,28
Classe 08-Sem especificações do sistema de disposição de esgoto	0,029	0,24
	11,965	100,00

*Estes valores correspondem a uma generalização cartográfica na escala 1:25.000.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Gráfico 3. Disposição de Esgoto Sanitário na bacia do rio Itacorubi, Florianópolis/SC – 2023.



*Estes valores correspondem a uma generalização cartográfica na escala 1:25.000.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

De acordo com os dados observados na Quadro 8 e no Gráfico 3, um pouco mais da metade da área urbanizada da bacia do rio Itacorubi (54,70%) é atendida pela rede coletora da Concessionária em operação (classe 1). As outras formas de disposição de esgoto encontradas na bacia são, em sua maioria, soluções individuais, tanto em condomínios residenciais verticais quanto em condomínios residenciais horizontais e em casas que não fazem parte de condomínios ou loteamentos. A segunda forma de disposição de esgoto mais comum realizada

na bacia é a solução individual da classe 03, constituída por fossa séptica com filtro, sumidouro e/ou disposição na rede pluvial ou fluvial, sendo feita por quase 26,9% dos moradores.

A Classe 01 - Rede coletora de esgoto da Concessionária representa 6,54 km² (54,70 %) atende 6,54 km² (54,70 %) da área com ocupação humana na Bacia do Itacorubi, abrangendo os bairros Trindade, Santa Mônica, Serrinha, Carvoeira, Pantanal e uma pequena porção do Itacorubi. Nestes bairros que foram citados, a rede da Concessionária está em operação (em funcionamento), mas nem toda extensão destes bairros são completamente atendidas pela referida rede. A estação de tratamento (ETE) destes esgotos está situada fora dos limites da bacia do Itacorubi. Ela se localiza no centro da cidade, junto à baía sul.

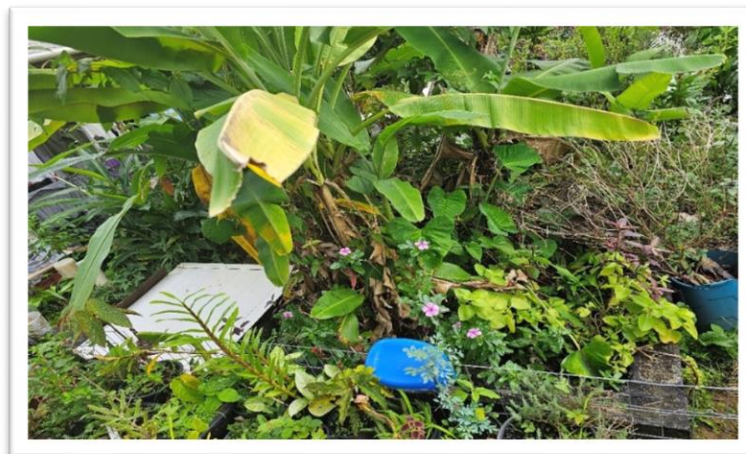
No presente momento, existe uma rede implantada nos bairros Itacorubi, Jardim Anchieta, Parque São Jorge, Pantanal e Córrego Grande, ou seja, com tubulação coletora já instalada, contudo, ainda não está operando. Já na subida do morro da Lagoa, está em ordem de execução, com o projeto aos poucos sendo implantado. Estas situações de rede coletora da Concessionária serão mais detalhadas ao final deste item.

A Classe 02 - Estação de tratamento de esgoto individual com lançamento de efluente tratado na rede pluvial ou fluvial foi observada em apenas 0,08 km² (0,74%) da área urbanizada da bacia do rio Itacorubi, com ocorrências no bairro Itacorubi. No Assentamento Morro do Quilombo, foi encontrada uma residência que faz o tratamento individual a partir de uma fossa de evapotranspiração, mais conhecida como “Fossa de bananeiras”, (FIGUEIREDO; SANTOS; TONETTI, 2018) (Figura 40). Esta fossa funciona como um sistema fechado para tratamento de águas negras (descargas de sanitários convencionais), não gerando efluentes e evitando a poluição das águas superficiais e do lençol freático. Outra ocorrência que havia esta classe, foi no bairro Itacorubi, mas em uma instituição pública.

Esta forma de disposição por “Fossa de bananeiras” assume alguns princípios das “Wetlands criadas” que foram explicadas no referencial teórico. Sua instalação pressupõe espaço no lote e solos com boa profundidade e permeabilidade de seus materiais constituintes.

A classe 03 - Fossa séptica com filtro anaeróbio, sumidouro e/ou disposição final na rede pluvial ou fluvial abrange um total de 3,22 km² (26,94%) da área urbanizada, com maior ocorrência nos bairros Itacorubi e Córrego grande e no assentamento Morro do Quilombo e no Assentamento da Serrinha.

Figura 39. Tratamento de esgoto Individual por “Fossas de Bananeiras”



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A Classe 04 - Fossa séptica com filtro anaeróbio, sumidouro e/ou vala de infiltração e remoção periódica do lodo é utilizada em uma área da bacia de 0,15 km² (1,31%) da área urbanizada, ocorrendo em maior concentração nos bairros Itacorubi e Córrego Grande. Observou-se que este tipo de disposição é realizado em maior quantidade por condomínios residenciais verticais nos locais que não têm a rede coletora da Concessionária, contudo foram encontradas em campo algumas situações de moradores de casas no bairro Itacorubi e no Assentamento Morro do Quilombo que se utilizavam desta forma de disposição.

A Classe 05- Fossa séptica com filtro anaeróbio, vala de infiltração e/ou disposição em rede de esgoto pluvial ou fluvial foi observada em um total de 0,08 km² (0,70%) na área urbanizada da bacia, sendo empregada por alguns moradores dos bairros Itacorubi e Córrego Grande.

A Classe 06 - Fossa séptica com sumidouro e/ou vala de infiltração foi identificada em um total de 1,44 km² (12,08 %) da área urbanizada da bacia. Suas maiores incidências foram nos bairros Itacorubi, Córrego Grande e Pantanal.

A Classe 07 - Disposição de esgoto *in natura* na rede pluvial ou fluvial, infelizmente a partir do levantamento realizado em campo foi constatada esta forma de disposição dos esgotos na bacia do rio Itacorubi. Esta classe abrange 0,39 km² (3,28%) da área urbanizada da bacia do rio Itacorubi (Figuras 41 e 42). Esta forma de disposição de esgoto sanitário é empregada nas áreas de urbanização mais recentes e sem planejamento das encostas dos maciços cristalinos dos bairros Itacorubi, Trindade e Córrego Grande, assentamento da

Serrinha. As maiores ocorrências foram observadas no alto das encostas do bairro Trindade e do assentamento Morro do Quilombo. Constatou-se nas visitas de campo, esgoto a céu aberto (Figura 45), extravasamento de esgoto (Figura 46) e muitas bocas de lobo com cheiro fétido de esgoto.

Figura 40. Ocorrência de disposição de esgoto na rede Pluvial



Obs.: Estas águas não são de escoamento superficial da chuva, pois a foto foi obtida em um período de estiagem.
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 41. Ocorrências de disposição de esgoto na rede Fluvial



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 42. Ocorrências de esgoto a céu aberto



Obs.: observar as manchas de umidade e o desenvolvimento de musgos e algas por causa da eutrofização.
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 43. Ocorrências de extravasamento de esgoto no bairro Itacorubi



Obs.: observar as manchas de umidade e o desenvolvimento de musgos e algas por causa da eutrofização. Estas tampas com nome da Concessionária são de rede que ainda não está operando.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Em relação ao que é mostrado nas fotos da Figura 44, o esgoto não poderia estar extravasado na rua, pois é a parte da rede da Concessionária que está implantada, mas que ainda não está em funcionamento no Bairro Itacorubi. Isto demonstra que as pessoas estão dispendo esgoto *in natura* em uma rede que ainda não faz a coleta e o tratamento dos esgotos. Por isso, o esgoto está extravasando na rua, uma vez que ele não é destinado a nenhum local.

A Classe 8 – Sem especificação da disposição do esgoto sanitário diz respeito aos locais em que não se conseguiu informações sobre a forma de disposição de esgotos nas pesquisas de campo e em órgãos públicos. Esta classe foi encontrada em 0,02km² (0,24%) da Bacia do Itacorubi, tendo sido observado no bairro Itacorubi.

6.2.1 Situação da rede coletora da Concessionária na bacia do rio Itacorubi

Na Bacia do Itacorubi há três tipos de situações em relação a rede coletora de esgoto sanitário da Concessionária: Operando, Implantado e em Execução (Figura 47). Operando significa que a rede foi implantada (tubulação coletora instalada) e o proprietário do imóvel realizou a ligação com a caixa de inspeção da Concessionária. Implantada significa que a

tubulação coletora foi instalada pela Concessionária, mas ainda sem ligação dos imóveis na rede e sem o funcionamento do sistema de coleta e tratamento. E em execução, significa que a Concessionária está ainda realizando as instalações da tubulação coletora. A Concessionária pretende implantar um emissário terrestre para depois fazer funcionar a rede coletora nos bairros Itacorubi, Loteamento Parque São Jorge, Jardim Anchieta e Córrego Grande.

Figura 44. Situação da rede coletora de esgotos da Concessionária na bacia do rio Itacorubi – 2023

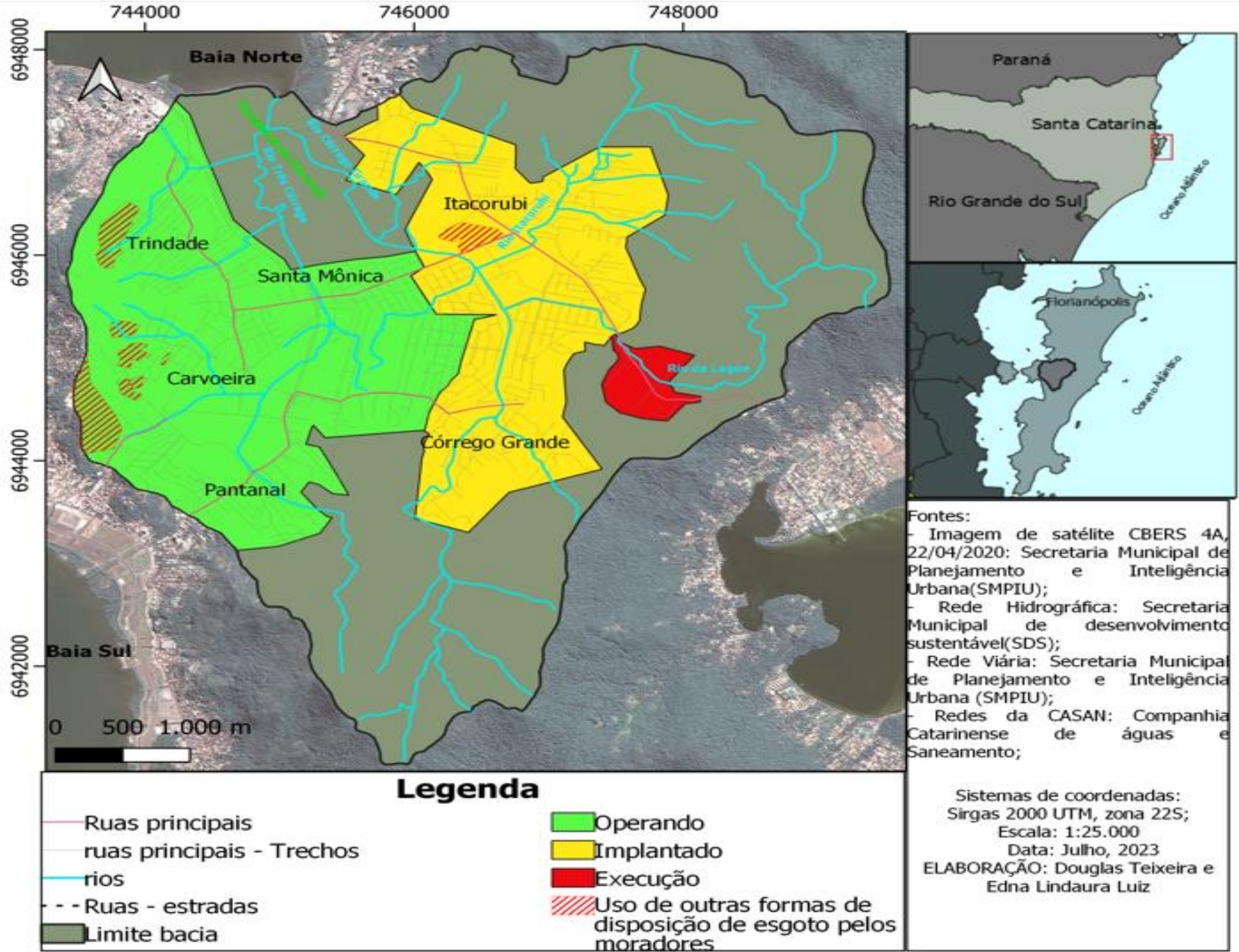
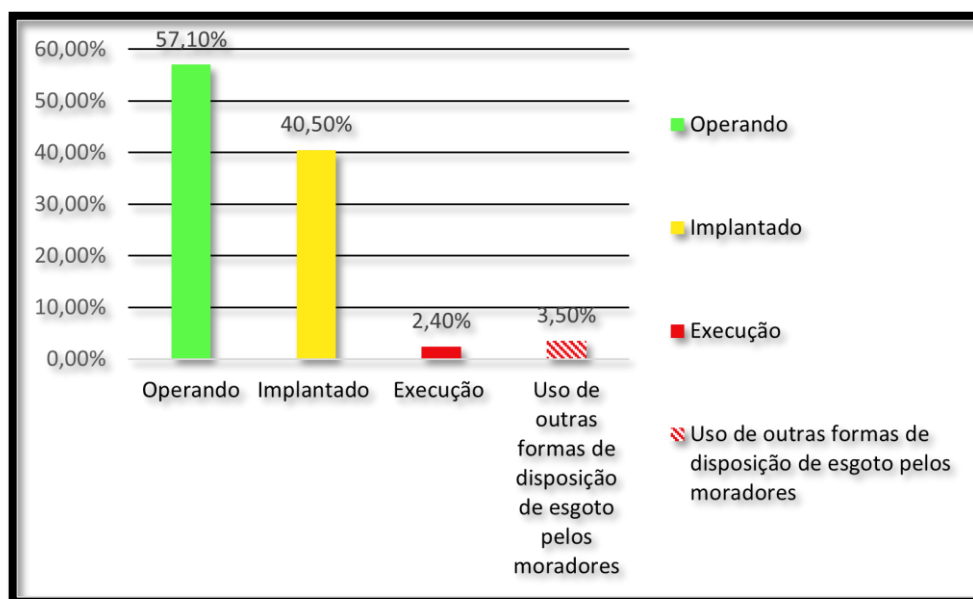


Gráfico 4. Rede coletora de esgotos da Concessionária



*Estes valores correspondem a uma generalização cartográfica na escala 1:25.000.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A rede coletora de esgotos da Concessionária que está em operação na bacia do Itacorubi apresenta um percentual de 57,1% (7,2 km²) em operação. Esta parte que está operando compreende os bairros Santa Mônica, Trindade, Carvoeira e Pantanal.

No bairro Santa Mônica, diferentes classes de ocupação humana são atendidas por esta rede, são elas: área de ocupação residencial densa consolidada (casas), área de ocupação mista (Residência e comércio) e área de ocupação instituições públicas / *Shoppings Center*.

No bairro Trindade, as classes de uso e ocupação que são atendidas pela rede coletora da Concessionária abrangem a área de ocupação residencial densa desordenada, área de ocupação residencial densa verticalizada prédios, área de ocupação mista (Residência e comércio), área de ocupação instituições públicas / *Shoppings Center*, área de ocupação residencial esparsa (casas) e área de ocupação residencial densa consolidada (casas).

No bairro Carvoeira, as classes atendidas pela rede são: área de ocupação instituições públicas / *Shoppings Center*, área de ocupação residencial densa verticalizada prédios, área de ocupação residencial densa desordenada, área de ocupação residencial esparsa (casas) e área de ocupação residencial densa consolidada (casas).

E, por fim, no bairro Pantanal, as classes atendidas são: área de ocupação residencial densa desordenada, área de ocupação residencial densa verticalizada prédios, área de ocupação residencial esparsa (casas) e área de ocupação instituições públicas / *Shoppings Center*.

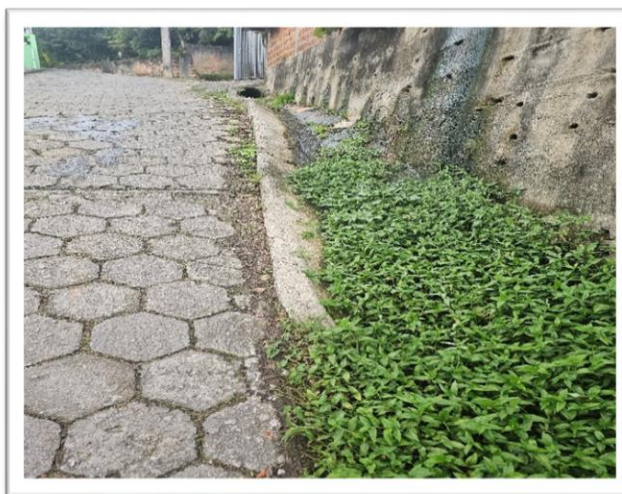
A parte da rede coletora da Concessionária que está implantada e ainda não operando apresenta um percentual de 40,5%, perpassando os bairros Itacorubi e Córrego Grande. No bairro Itacorubi vão ser atendidas as classes de ocupação residencial esparsa (casas), área de ocupação residencial densa consolidada (casas), área de ocupação residencial densa desordenada, área de ocupação residencial densa verticalizada prédios, área de ocupação mista (Residência e comércio) e área de ocupação instituições públicas / Shoppings Center.

Já no bairro Córrego Grande, futuramente poderão ser ligadas a rede da Concessionária as classes: área de ocupação residencial esparsa (casas), área de ocupação residencial densa consolidada (casas), área de ocupação residencial densa desordenada e área de ocupação residencial densa verticalizada prédios.

Completando, tem-se a rede que está sendo executada, com um percentual de 2,4% (0,3km²) da área urbanizada da Bacia do Itacorubi, compreendendo o bairro Itacorubi, em que poderão ser atendidas as classes: área de ocupação residencial esparsa (casas) e área de ocupação residencial densa consolidada (casas).

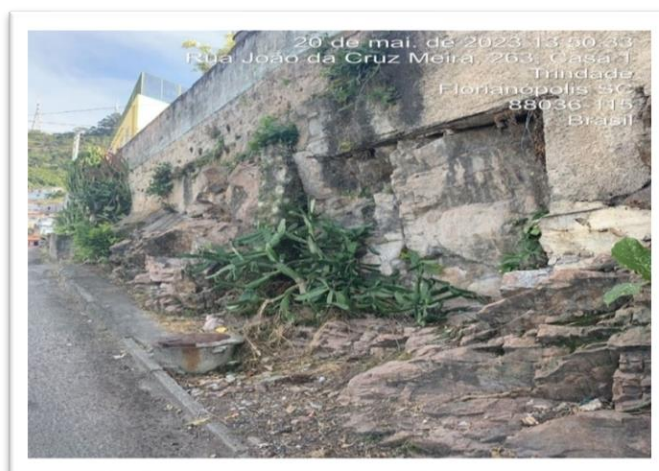
Infelizmente, observou-se em saída de campo a disposição de esgoto *in natura* na rede pluvial através de vala negra (Figura 46) e algumas características que dificultam a implantação de rede coletora de esgotos, como mostram as figuras 47 e 48. A existência de locais com afloramentos rochosos nas ruas e lotes nas cabeceiras da bacia e nos fundos de vale dos afluentes nas encostas, em especial nos Assentamentos Morro do Quilombo, Morro da Penitenciária (bairro Trindade), Serrinha, torna a implantação de uma rede coletora muito complexa e dispendiosa.

Figura 45. Disposição de esgoto *in natura* na rede pluvial no Morro do Quilombo



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 46. Arruamentos e edificações sobre afloramentos rochosos que dificultam a implantação de rede coletora de esgotos no Bairro Trindade.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 47. Ruas estreitas e declivosas que dificultam implantação de rede coletora de esgotos no Bairro Itacorubi

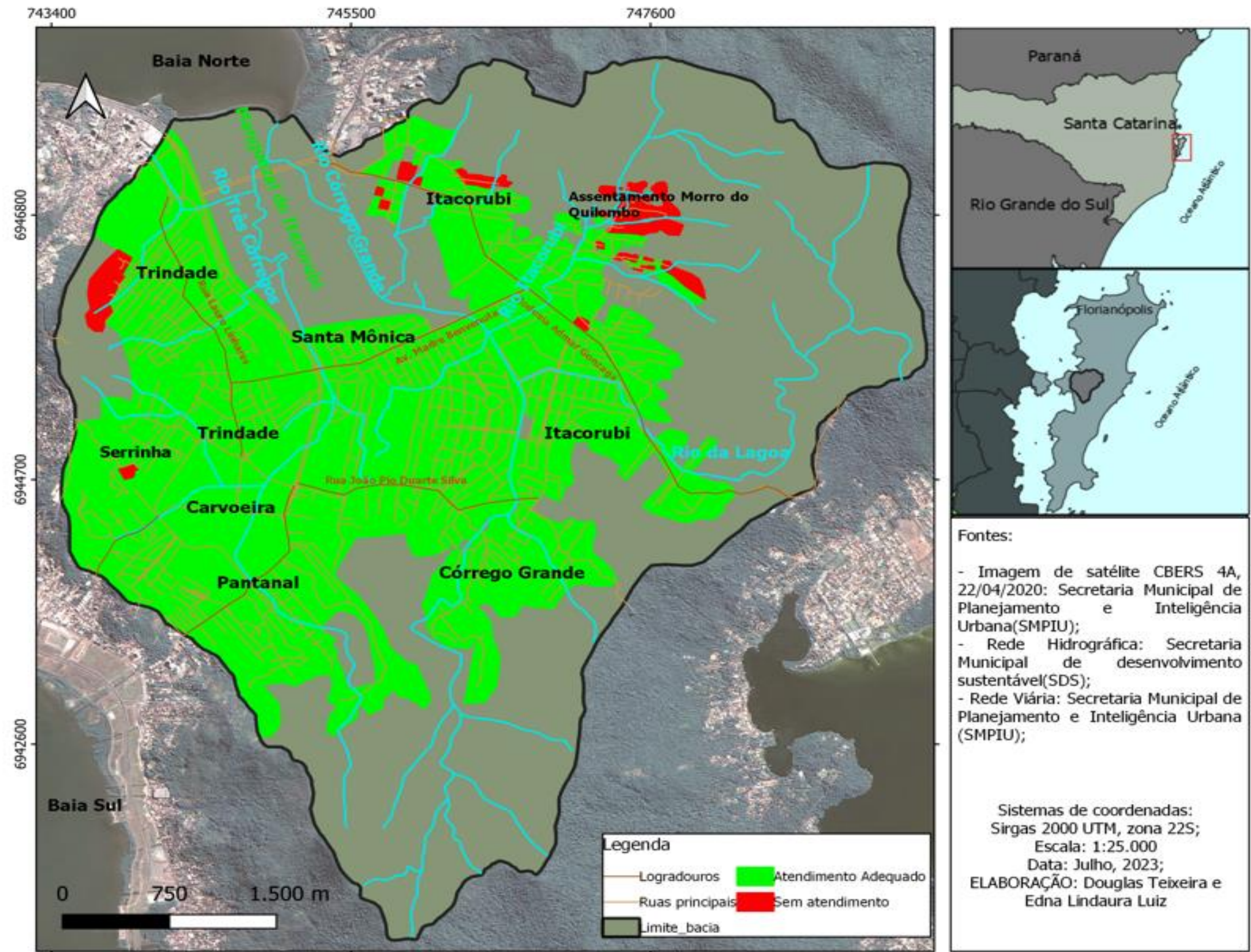


Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

6.2.2. Situação das formas de disposição dos esgotos sanitários na bacia do rio Itacorubi em relação ao Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB)

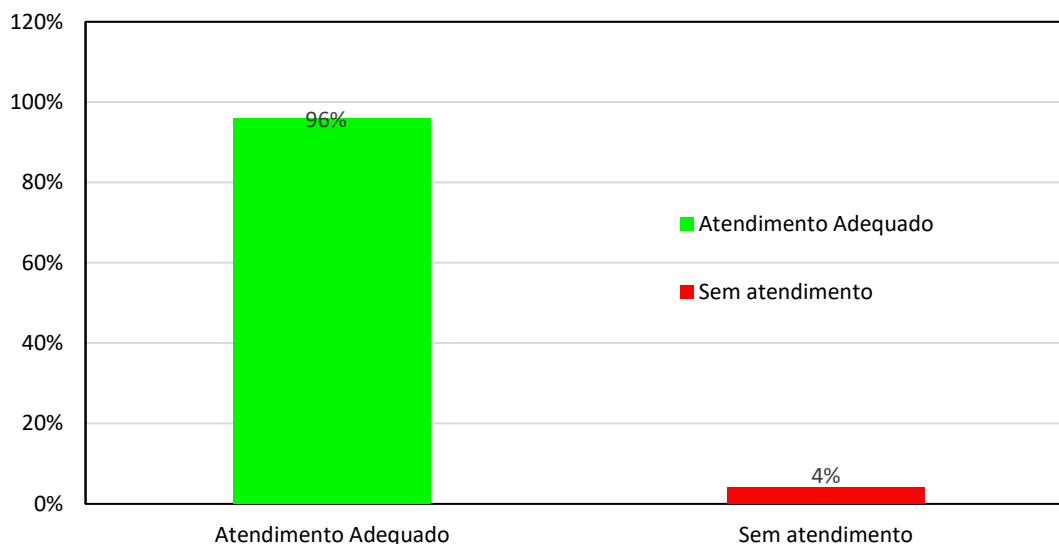
O Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) categorizou a situação do atendimento do esgotamento sanitário no Brasil em três classes: Atendimento Adequado, Atendimento Precário e Sem atendimento. Em relação ao que preconiza o PLANSAB, foram agrupadas as classes de disposição de esgotos encontradas na bacia do rio Itacorubi de acordo com suas categorias, o resultado pode ser visualizado na Figura 49 e Gráfico 5.

Figura 48. Atendimento do esgotamento sanitário segundo PLANSAB para a bacia do rio Itacorubi - 2023



*Estas classes correspondem a uma generalização cartográfica na escala 1:25.000.

Gráfico 5. Atendimento do esgotamento sanitário segundo PLANSAB para a bacia do rio Itacorubi - 2023



*Estes valores correspondem a uma generalização cartográfica na escala 1:25.000.
 Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

De acordo com o Plano Nacional de Saneamento básico (PLANSAB), foi verificado que 96% da área que compõem a bacia do Itacorubi tem “Atendimento adequado”. Os bairros: Santa Monica, Itacorubi, Córrego Grande, Trindade, Carvoeira e Pantanal possuem este atendimento adequado, em especial as suas porções de ocupação mais antiga e consolidada. O atendimento é adequado quando se tem coleta de esgoto, seguida de tratamento ou uso de fossa séptica sucedida de pós-tratamento ou unidade de disposição final adequada, projetada e construída. As Classes de disposição que fizeram esta composição no atendimento adequado são:

- A Classe 01 - Rede coletora de esgoto da Concessionária,
- A Classe 02 - Estação de tratamento de esgoto individual com lançamento de efluente tratado na rede pluvial ou fluvial,
- A classe 03 - Fossa séptica com filtro anaeróbio, sumidouro e/ou disposição final na rede pluvial ou fluvial,
- A Classe 04 - Fossa séptica com filtro anaeróbio, sumidouro e/ou vala de infiltração e remoção periódica do lodo e,

- A Classe 05- Fossa séptica com filtro anaeróbio, vala de infiltração e/ou disposição em rede de esgoto pluvial ou fluvial.

- A Classe 06 - Fossa séptica com sumidouro e/ou vala de infiltração,

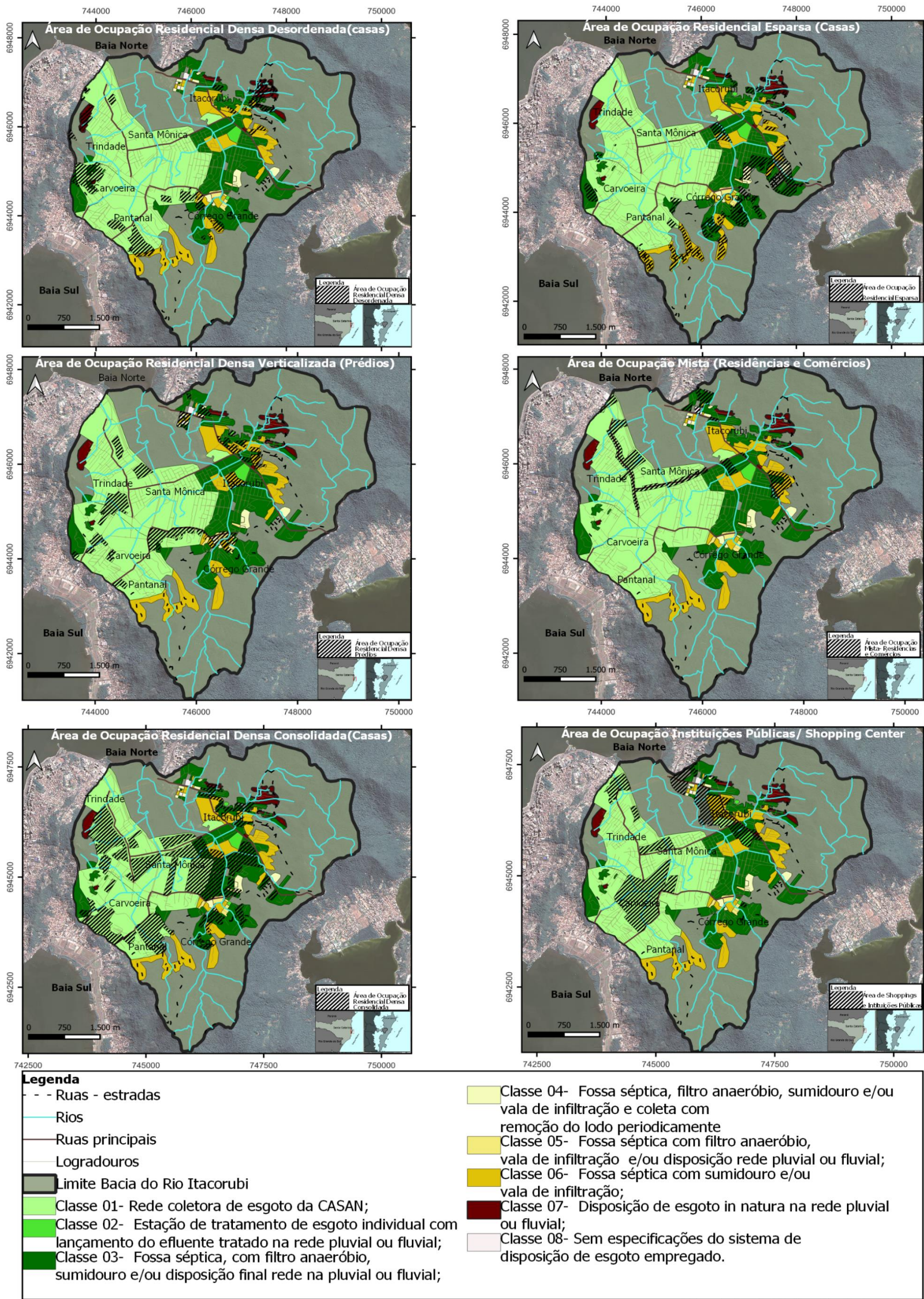
Em relação a situação de “Sem atendimento”, foi constatado que 4% da área da bacia do Itacorubi apresentava esta classe infelizmente. Esta situação foi observada nos bairros Itacorubi, Córrego Grande e Trindade, no loteamento da Serrinha e no assentamento do morro do Quilombo. Estes são todos os cenários que não se enquadraram nas definições dos atendimentos, constituindo práticas conhecidas como inadequadas (lançamento direto de esgoto em valas, rio, lago, mar ou outro destino pelas ocupações). A Classe de disposição que corresponde a esta situação é a Classe 07 - Disposição de esgoto *in natura* na rede pluvial ou fluvial.

6.3 FORMAS DE DISPOSIÇÃO DOS ESGOTOS SANITÁRIOS NA BACIA DO RIO ITACORUBI EM RELAÇÃO AO PADRÃO DE USO E COBERTURA DA TERRA EM 2023

As formas de disposição dos esgotos sanitários em relação aos padrões de uso e cobertura da terra da bacia podem ser condicionadas pelas características atuais destas formas de uso e ocupação, como também pelo tempo em que estas formas de uso e ocupação foram ocorrendo no espaço da bacia, ou seja, pela consolidação destas formas de uso e ocupação. Em geral, observou-se que padrões de ocupação urbana mais antigos e consolidados que começaram na base das encostas e terrenos de planície mais altos, têm melhores sistemas de disposição de esgoto sanitário do que ocupações mais recentes e menos organizadas que estão subindo as encostas.

A Figura 50 apresenta esta relação entre uso e ocupação da terra e formas de disposição dos esgotos sanitários. A seguir são detalhadas quais as formas de disposição de esgotos foram encontradas em cada classe de uso e ocupação da terra.

Figura 49. Relação entre formas de disposição de esgoto sanitário e classes de uso e ocupação da terra



*Estas classes correspondem a uma generalização cartográfica na escala 1:25.000.

A área de ocupação residencial densa consolidada ocupa um total de 3,79 km² da área urbanizada da bacia do rio Itacorubi. Esta ocupação tem em seu território as seguintes classes de disposição de esgoto sanitário:

- Classe 1- rede coletora de esgoto da Concessionária.
- Classe 3- Fossa séptica com filtro anaeróbio, sumidouro e/ou disposição final pluvial ou fluvial.
- Classe 4- Fossa séptica com filtro anaeróbio, sumidouro e/ou vala de infiltração e remoção periódica do lodo.
- Classe 6- Fossa séptica com sumidouro e/ou vala de infiltração.
- Classe 7- Disposição de esgoto *in natura* na rede pluvial ou fluvial.

Estas classes de disposição compreendem os bairros: Itacorubi, Córrego Grande, Santa Mônica, Trindade, Carvoeira e Pantanal. Prevalecendo a classe de disposição 01 (Rede coletora de esgoto da Concessionária) e menos prevalente a classe 06 (Fossa séptica com sumidouro, caixa de gordura e vala de infiltração). Esta classe de disposição tem uma maior ocorrência nesta classe de ocupação residencial densa consolidada, uma vez que esta área é a mais antiga de ocupação urbana na bacia, se localizando especialmente em terrenos mais planos da bacia e no sopé dos maciços.

A área de ocupação residencial densa verticalizada prédios ocupa uma área de 1,26 km² da área urbanizada da bacia do rio Itacorubi. Esta ocupação tem em seu território as seguintes classes de disposição de esgoto sanitário:

- Classe 1- rede coletora de esgoto da Concessionária,
- Classe 2- Estação de tratamento de esgoto individual com lançamento de efluente tratado na rede pluvial ou fluvial,
- Classe 3- Fossa séptica com Filtro anaeróbio, sumidouro e/ou disposição final pluvial ou fluvial,
- Classe 4- Fossa séptica com filtro anaeróbio, sumidouro e/ou vala de infiltração e remoção periódica do lodo,
- Classe 5- Fossa séptica com filtro anaeróbio, vala de infiltração e/ou disposição em rede de esgoto pluvial ou fluvial,
- Classe 6 - Fossa séptica com sumidouro e/ou vala de infiltração,

- Classe 8- sem especificações de sistema de disposição de esgoto.

Corresponde aos bairros: Itacorubi, Córrego Grande, Carvoeira, Pantanal, Trindade e Loteamento da Serrinha. Prevalecendo a classe de disposição 01 (Rede coletora de esgoto da Concessionária) e a menos prevalente a classe 02 (Estação de tratamento de esgoto individual com lançamento de efluente tratado na rede pluvial ou fluvial). Como este padrão de uso da terra se encontra em locais de urbanização mais consolidada, suas formas de disposição são mais adequadas.

A área de ocupação mista residências e comércios ocupa uma área de 0,87 km² da área urbanizada da bacia do rio Itacorubi. Esta ocupação tem em seu território as seguintes classes de disposição de esgotamento sanitário:

- Classe 1- rede coletora de esgoto da Concessionária,
- Classe 3- Fossa séptica com Filtro anaeróbio, sumidouro e/ou disposição final pluvial ou fluvial,
- Classe 6- Fossa séptica com sumidouro e/ou vala de infiltração,
- Classe 8 - sem especificações de sistema de disposição de esgoto.

Correspondendo aos bairros: Itacorubi, Santa Mônica e Trindade. Prevalecendo a classe de disposição 01 (Rede coletora de esgoto da Concessionária) e a menos prevalente a classe 6 (Fossa séptica com sumidouro). Esta classe de uso da terra se encontra principalmente em ruas e avenidas principais, e por isso, possui em sua maioria atendimento pela rede de coleta de esgotos da Concessionária.

Como pode-se analisar na Figura 50, a **área de instituições públicas e do Shopping Center** tem um total de 2,32 km² da área urbanizada bacia do rio Itacorubi. Neste território existem as seguintes classes de disposição de esgoto sanitário:

- Classe 1- rede coletora de esgoto da Concessionária,
- Classe 2- Estação de tratamento de esgoto individual com lançamento de efluente tratado na rede pluvial ou fluvial,
- Classe 3- Fossa séptica com Filtro anaeróbio, sumidouro e/ou disposição final pluvial ou fluvial,
- Classe 6- Fossa séptica com sumidouro e/ou vala de infiltração.

Prevalecendo a classe de disposição 01 (Rede coletora de esgoto da Concessionária) e a menos prevalente a classe 02 (Estação de tratamento de esgoto individual com lançamento de efluente tratado na rede pluvial ou fluvial). A área de instituições públicas e do Shopping Center tem melhores formas de disposição de esgoto porque está localizada na parte mais central da bacia do rio Itacorubi e onde a ocupação é mais antiga e consolidada. Em relação a classe 2, existe uma instituição pública que possui uma estação de tratamento de esgoto própria, uma vez que conta com atividades diversas, inclusive com funcionamento de laboratórios e está em uma área sem atendimento pela rede coletora da Concessionária.

A **área de Ocupação densa desordenada**, ocupa uma área de 1,19 km² da área urbanizada da bacia do rio Itacorubi e possui as seguintes classes de disposição de esgoto sanitário:

- Classe 1 - Rede coletora de esgoto da Concessionária,
- Classe 3 - Fossa séptica com filtro anaeróbio, sumidouro e/ou disposição final na rede pluvial ou fluvial,
- Classe 5 - Fossa séptica com filtro anaeróbio, vala de infiltração e/ou disposição em rede de esgoto pluvial ou fluvial,
- Classe 6 - Fossa séptica com sumidouro e/ou vala de infiltração,
- Classe 7 - Disposição de esgoto *in natura* na rede pluvial ou fluvial.

Os bairros que compreendem padrão de uso da terra são: Itacorubi, Córrego Grande, Pantanal, Carvoeira, Trindade e os assentamentos do Morro do Quilombo, Serrinha, Alto Pantanal e Sertão do Córrego. Neste padrão de uso da terra prevalece a classe de disposição 07 (Disposição de esgoto *in natura* na rede pluvial ou fluvial) e a menos prevalente a classe 06 (Fossa séptica com sumidouro e/ou vala de infiltração). A maior ocorrência da classe de disposição de esgoto *in natura* na área de ocupação densa desordenada pode ser explicada possivelmente em função:

- Deste padrão de uso e ocupação estar em locais de maior declividade, em fundos de vale e ainda sobre terrenos com afloramentos rochosos;
- De os lotes terem tamanhos muito reduzidos e serem completamente ocupados pela edificação de moradia;
- De o sistema viário ser desorganizado e os arruamentos serem muito estreitos e sinuosos;

- E por fim, de serem áreas de ocupação espontânea, sem nenhum tipo de planejamento.

Em função destas características, é difícil a implantação de fossa séptica individual pela pequena profundidade dos solos ou mesmo porque a residência ocupa todo lote e é muito complicado e oneroso a implantação de um sistema de coleta de esgotos em função das altas declividades do terreno, dos arruamentos estreitos e irregulares e dos terrenos rochosos.

A **área de Ocupação residencial esparsa**, que ocupa uma área de 1,65 km² da área urbanizada da bacia do rio Itacorubi, possui em seu território as seguintes classes de disposição do esgoto sanitário:

- Classe 01 - Rede coletora de esgoto da Concessionária,
- Classe 03- Fossa séptica com Filtro anaeróbio, sumidouro e/ou disposição final pluvial ou fluvial,
- Classe 04- Fossa séptica com filtro anaeróbio, sumidouro e/ou vala de infiltração e remoção periódica do lodo,
- Classe 05- Fossa séptica com filtro anaeróbio, vala de infiltração e/ou disposição em rede de esgoto pluvial ou fluvial,
- Classe 06- Fossa séptica com sumidouro e/ou vala de infiltração,
- Classe 07- Disposição de esgoto *in natura* na rede pluvial ou fluvial.

Compreendendo os bairros: Itacorubi, Córrego Grande, Pantanal, Carvoeira, Trindade. Os assentamentos, Morro do Quilombo, Alto Pantanal e Sertão do Córrego. A classe de maior ocorrência é a disposição 03 (Fossa séptica com filtro anaeróbio, sumidouro e/ou disposição final na rede pluvial ou fluvial) e a menos prevalente é a classe 07 (Disposição de esgoto *in natura* na rede pluvial ou fluvial). A classe de disposição 03 é mais utilizada na área de Ocupação residencial esparsa provavelmente porque como ela não é atendida pela rede coletora da Concessionária, o tamanho dos lotes maiores (chácaras) permite que os moradores possam implantar soluções individuais nas suas propriedades.

Pode-se perceber a partir das formas de disposição de esgotos encontradas na bacia do rio Itacorubi que os padrões de uso e ocupação da terra mais antigos e consolidados têm as formas mais adequadas, tanto em relação aquelas ligadas com soluções coletivas (rede coletora da Concessionária) quanto individual no lote. Entretanto, há casos de existência de rede coletora de esgotos operando, mas os moradores acabam por não utilizar. Infelizmente, existem padrões de uso e ocupação que utilizam a forma de disposição mais inadequada, que é jogar os esgotos

in natura na rede pluvial e/ou fluvial, como é o caso da área de ocupação densa desordenada. E é justamente este padrão de uso e ocupação se encontra localizado mais próximo das cabeceiras dos rios na bacia do rio Itacorubi. Em função, do uso e ocupação da terra e das formas de disposição de esgotos encontrados na bacia, foram escolhidos alguns pontos nos rios da bacia para verificação da qualidade da água.

6.4. QUALIDADE DA ÁGUA E FORMAS DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA E DISPOSIÇÃO DE ESGOTOS SANITÁRIOS NA BACIA DO ITACORUBI

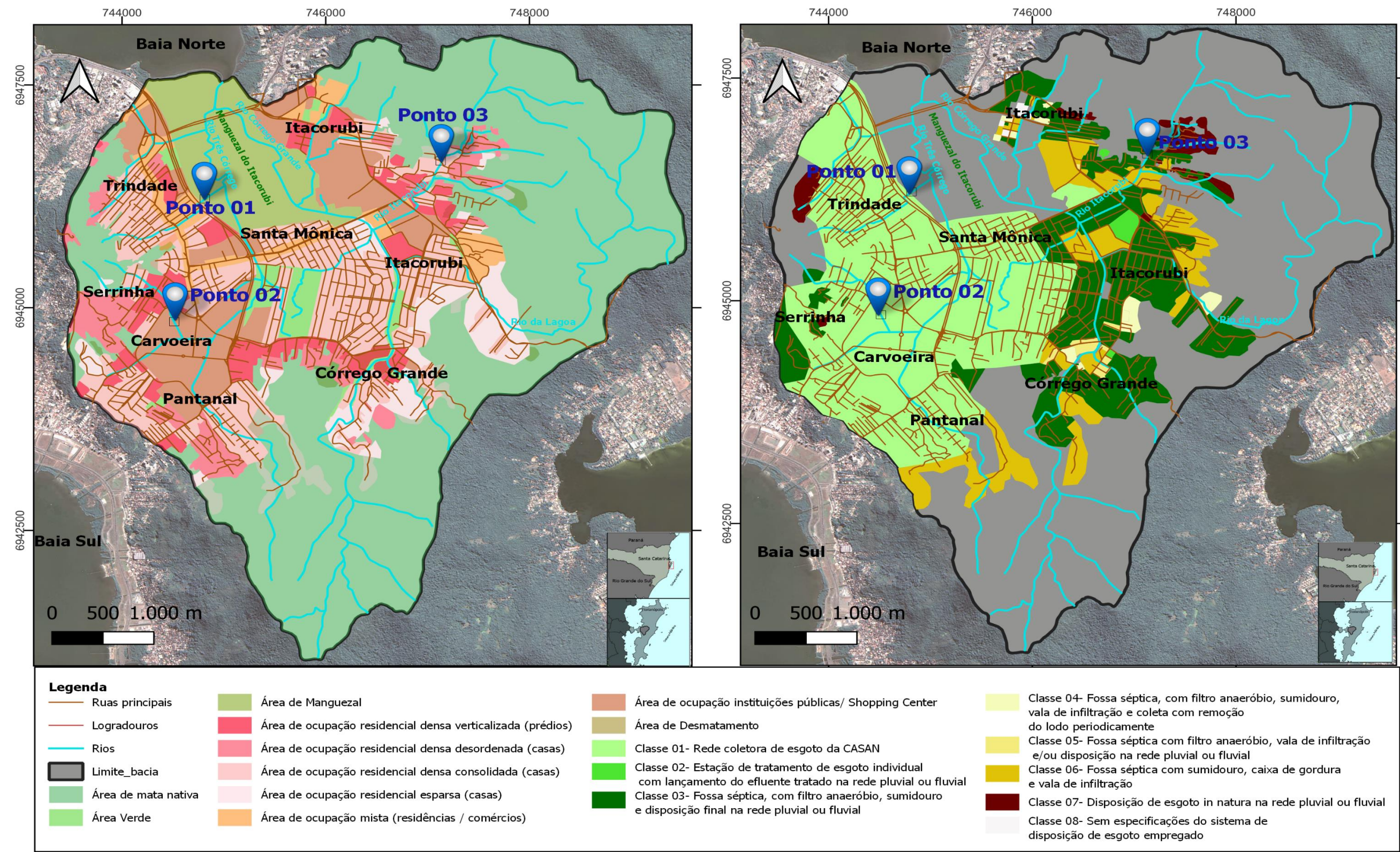
Conhecer as tendências temporais da qualidade das águas é uma das ferramentas para se diagnosticar o estado de conservação ambiental dos corpos hídricos. O uso e a ocupação do solo alteram sensivelmente os processos físico-químicos e biológicos dos sistemas naturais.

De acordo com Menezes (2006), o uso do solo é o reflexo da relação homem e ambiente, de como ele percebe e se comporta no mesmo, expressando a utilização de recursos renováveis e não renováveis no espaço, influenciando os seus processos sociais e naturais que se conectam. A bacia do rio Itacorubi apresenta o uso e ocupação do solo bem diversificado.

O impacto das atividades humanas na qualidade da água pode ser detectado de várias maneiras, as mais comuns e tradicionais envolvem a utilização de análises químicas e análises de bioindicadores. O monitoramento das variáveis físicas, químicas e biológicas, traz algumas vantagens na identificação das alterações ambientais dos ecossistemas aquáticos, tais como: identificação imediata nas modificações das propriedades físicas e químicas da água; detecção precisa da variável modificada e determinação das concentrações alteradas. Estes pontos foram pensados estrategicamente após os estudos em relação aos padrões de uso e cobertura da terra e em relação às formas de disposição dos esgotos sanitários.

Mas, deve-se salientar aqui que os resultados apresentados representam apenas um estado momentâneo da qualidade das águas em alguns pontos da bacia do rio Itacorubi, servindo apenas como uma inferência para demonstrar a ligação entre padrões de uso e cobertura da terra, formas de disposição e possível qualidade da água na área de estudo. A Figura 51 a seguir mostra as classes que fazem parte da escolha da localização do ponto de coleta.

Figura 50 Localização do ponto de coleta das amostras em relação ao uso e ocupação da terra e à disposição do esgotamento sanitário.



*Estas classes correspondem a uma generalização cartográfica na escala 1:25.000.
Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

O ponto 01 está localizado na Avenida Prof. Henrique da Silva Fontes - Beira Mar Norte, no Bairro Trindade. As classes que estão junto do rio são: mata nativa, área de ocupação residencial densa (casas), e área de ocupação mista (residências/comércio). Estas formas de uso e ocupação têm disposição de esgoto por rede coletora da Concessionária.

As observações realizadas no ponto de coleta (Figura 52) foram:

- Rio com muita sedimentação,
- Odor fétido desagradável característico de produtos em decomposição,
- Cor da água do rio era cor esgoto séptico (cinza escuro e umas partes pretas),
- Alguns Animais como: aves e Jacarés do papo amarelo,
- Algumas plantas como: Jacinto de água, aguapé ou baronesa, chapéu de sapo, Capim melado (exótica), *crassula helmssi* (stonecrop do pântano- exótica).

Figura 51. Caracterizações no ponto 01 da coleta



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

O ponto 02 localizado na Rua Engenheiro Agrônomo Andrei Cristian Ferreira no Bairro Trindade, em frente ao departamento de química da UFSC. A área a montante do ponto de coleta apresenta como uso e ocupação da terra: mata nativa, área de ocupação densa desordenada, área de ocupação residencial densa consolidada (casas), área de ocupação densa verticalizada prédios, área de ocupação mista e área de instituições (UFSC). As formas de disposição de esgoto encontradas na área de contribuição deste rio são: classe 01- Rede coletora

de esgoto da Concessionária, classe 03- Fossa séptica, com filtro anaeróbio, sumidouro e/ou disposição final na rede pluvial ou fluvial e, classe 08- Disposição de esgoto *in natura* na rede pluvial ou fluvial.

No ponto de coleta (Figura 55), o rio apresentava como características:

- Odor de esgoto fresco (relativamente desagradável),
- Cor de esgoto fresco (ligeiramente cinza) e,
- Plantas: Samambaia, Semânia (exótica), avenca, rabo de lagarto, Lambari (*Tradescantia zebrina*-exótica), falso Jaborandi do mato (*Piper aduncum*).

Figura 52. Caracterizações ponto 02 da coleta



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

O ponto 03 localizado na Servidão Monte Sião no Assentamento Morro do Quilombo. A área a montante do ponto de coleta tem como classes de uso e ocupação da terra: mata nativa, área de ocupação residencial densa desordenada (casas) e área de ocupação residencial esparsa (casas). Na área de contribuição, a montante do ponto do rio que foi feita a coleta, se tem como principais formas de disposição de esgoto: classe 03- Fossa séptica, com filtro anaeróbio, sumidouro e/ou disposição final na rede pluvial ou fluvial; classe 06- Fossa séptica com sumidouro e/ou vala de infiltração e classe 07- Disposição de esgoto *in natura* na rede pluvial ou fluvial.

As observações realizadas no ponto de coleta (Figura 54) foram:

- Odor séptico: (odor fétido – desagradável),
- Cor: esgoto fresco (ligeiramente cinza) e esgoto séptico (cinza escuro ou preto),
- Animais: Aves e,
- Plantas: Alocasia (exótica).

Figura 53. Caracterizações do ponto 03 da coleta



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Um aspecto para avaliar a qualidade da água é por meio do uso de indicadores, que podem ser elementos encontrados no meio ou parâmetros de uma variável. A resolução CONAMA 357/2005 dispõe sobre as classificações dos corpos hídricos de água superficial e diretrizes ambientais para seu enquadramento no Brasil. Nesta resolução existem padrões de qualidade a partir de concentrações máxima, mínima ou faixa entre elas, permitidas para uma determinada substância presente no corpo hídrico (BRASIL, 2005).

Ressalta-se novamente que os valores dos parâmetros obtidos na presente pesquisa dizem respeito apenas a uma coleta pontual feita em uma data e para somente três pontos na bacia, por isso, não devem ser utilizados para avaliar a qualidade da água da bacia do Itacorubi. Aqui, estes resultados servem para se ter uma noção de como os padrões de uso e ocupação da terra e suas formas de disposição de esgotos possam influenciar na qualidade das águas superficiais da bacia do rio Itacorubi.

A seguir apresenta-se os resultados obtidos nos pontos de coleta e sua correlação com os parâmetros e classes de qualidade de água presentes na resolução CONAMA 375/2005.

a) coliforme fecal e termotolerante

O ponto 01 apresentava coliforme fecal e termotolerante de 4300 NMP/100mL, de acordo com a resolução sabe-se que este parâmetro se enquadra na classe 3. O ponto 02 possuía coliforme fecal e termotolerante de 5400 NMP/100mL, de acordo com a resolução CONAMA 375/2005, este parâmetro se enquadra na classe 3. Já o ponto 03, apresentava coliforme fecal e termotolerante de 9400 NMP/100mL, o que pela resolução se enquadra na classe 4 (Quadro 9).

Quadro 9. Parâmetros Coliforme fecal e Coliforme termotolerantes

PARÂMETROS	UNIDADES	CLASSES PARA ENQUADRAMENTO- ÁGUAS DOCES				
		Especial	1	2	3	4
-Coliforme Fecal/CF -Coliformes Termotolerantes/CT	NMP/100mL	Devem ser mantidas as condições naturais do corpo de água.	≥ 200	≥ 1000	≥ 4000	Valores não fixados
Ponto 01	NMP/100mL				4300	
Ponto 02	NMP/100mL				5400	
Ponto 03	NMP/100mL					9400

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

b) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Para o ponto 01, o resultado deste parâmetro foi de 6,95 mg/L, de acordo com a resolução, este parâmetro se enquadra na classe 3. O ponto 02 apresentava uma DBO de 10,75 mg/L, se enquadrando na classe 4. Já o ponto 03, mostrou uma DBO de 10,14 mg/L, e se enquadra também na classe 4 (Quadro 10).

Quadro 10. Parâmetros Demanda Bioquímica de Oxigênio

PARÂMETROS	UNIDADES	CLASSES PARA ENQUADRAMENTO- ÁGUAS DOCES				
		Especial	1	2	3	4
Demanda Bioquímica de Oxigênio/ DBO Conama 357/2005	mg/L	Devem ser mantidas as condições naturais do corpo de água	≤ 3	≤ 5	≤ 10	Valores não fixado
Ponto 01					6,95	
Ponto 02						10,75
Ponto 03						10,14

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

c) Matéria orgânica (MO)

Analisando os resultados para este parâmetro, pode-se observar que o ponto 01 apresentava Matéria orgânica (MO) de 16,60 mg/L; o ponto 02 possuía 18,40mg/L e o ponto 03 teve 6,39mg/L de matéria orgânica. O parâmetro matéria orgânica tem que ser analisado juntamente com a demanda bioquímica de oxigênio (DBO). Em relação ao ponto 01, a análise entre estes parâmetros foi inconclusiva, pois ele apresentou o menor valor de DBO (Quadro 10), o que indicaria boa condição de diluição e decomposição do material orgânico, mas seu conteúdo de matéria orgânica deu elevado. O mesmo ocorre para o ponto 03, uma vez que seu conteúdo de matéria orgânica é baixo, mas a DBO foi alta.

d) Nitrogênio Total e Nitrogênio Amoniacal Total

De acordo com os resultados obtidos (Quadro 11), o ponto 01 apresentava Nitrogênio Amoniacal Total de 16,39 mg/L N e Nitrogênio Total de 16,60 mg/L, de acordo com a resolução CONAMA 375/2005, sabe-se que este parâmetro se enquadra na classe 4. O ponto 02 apresentava Nitrogênio Amoniacal Total de 17,48 mg/L N, e Nitrogênio Total de 18,40 mg/L, se enquadrando na classe 4. O ponto 03 possuía 5,79 mg/L N de Nitrogênio Amoniacal Total e Nitrogênio Total de 6,39 mg/L, estando na faixa da classe 3 da resolução. Os resultados indicam que nestes pontos tem-se poluição recente e poluição mais remota (VON SPERLING, 2005).

Quadro 11. Parâmetros Nitrogênio Amoniacal Total

PARÂMETROS	UNIDADES	CLASSES PARA ENQUADRAMENTO- ÁGUAS DOÇES				
		Especial	1	2	3	4
Nitrogênio Amoniacal Total Conama357/2005	mg/L N		3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5<pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 <pH≤8,5 0,5 mg/l N, para pH>8,5	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5<pH ≤ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 <pH≤8,5 0,5 mg/l N, para pH>8,5	13,3 mg/L N, para pH ≤ 7,5 5,6 mg/L N, para 7,5<pH ≤ 8,0 2,2 mg/L N, para 8,0 <pH≤8,5 1,0 mg/l N, para pH>8,5	
Ponto 01	mg/L N					16,39
Ponto 02	mg/L N					17,48
Ponto 03	mg/L N				5,79	
Observações: - Parâmetro classe especial: Devem ser mantidas as condições naturais do corpo de água						

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

e) Oxigênio Dissolvido

Em relação ao parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD), os resultados obtidos foram: o ponto 01 apresentava oxigênio dissolvido (OD) de 5,98 mg/L, se enquadrando na classe 2 da resolução CONAMA 375/2005; o ponto 02 teve OD de 3,02 mg/L, estando na classe 4, e o ponto 03 mostrou um conteúdo de OD de 4,67 mg/L, o que o coloca na classe 3 da resolução (Quadro 12). O oxigênio dissolvido é fundamental para os seres aquáticos aeróbios. Infelizmente, na datada coleta, estes pontos estavam com este parâmetro prejudicado.

Quadro 12. Parâmetros de Oxigênio Dissolvido

PARÂMETROS	UNIDADES	CLASSES PARA ENQUADRAMENTO- ÁGUAS DOÇES				
		Especial	1	2	3	4
Oxigênio Dissolvido Conama 357/2005	mg/L	Devem ser mantidas as condições naturais do corpo de água	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 2
Ponto 01				5,98		
Ponto 02						3,02
Ponto 03					4,67	

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

f) Potencial hidrogeniônico (pH)

Sobre o pH das amostras analisadas, foi encontrado que o ponto 01 apresenta pH de 7,93 se enquadrando nas condições básicas; O ponto 02 mostrou o valor de pH de 7,12, estando também nas condições básicas, enquanto, o ponto 03 se encontrava ligeiramente mais ácido, com pH de 6,68. Os valores de pH quando não oferecem condição de neutralidade, podem afetar a vida aquática e os microrganismos responsáveis pelo tratamento biológico dos esgotos. Valores baixos de pH fazem com que a água apresente certo grau de corrosividade e agressividade nas tubulações e peças de abastecimento, enquanto valores elevados possibilitam incrustações nestas estruturas.

No Quadro 13 a seguir se tem um resumo dos resultados e do enquadramento dos pontos de coleta em relação as indicações da Resolução CONAMA 357/2005.

Quadro 13. Parâmetros analisados e enquadramentos dos pontos de coleta, conforme CONAMA 357/2005.

Parâmetros								
	CF	CT	NAT	DBO	OD	pH	MO	NT
Ponto 01	4300	4300	16,39	6,95	5,98	7,31	5,80	17,6
Ponto 02	5400	5400	17,47	10,75	3,02	7,12	8,30	18,4
Ponto 03	9300	9300	5,79	10,14	4,67	6,68	5,28	6,39
Legenda:								
Rio Especial								
Rio Classe 1								
Rio Classe 2								
Rio Classe 3								
Rio Classe 4								
CF - Coliforme fecal CT - Coliforme Termotolerante NT - Nitrogênio Total DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio OD - Oxigênio Dissolvido pH - Potencial hidrogeniônico MO - Matéria orgânica NAT – Nitrogênio Amoniacal Total								

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Verificando os resultados e relacionando com a resolução CONAMA 375/2005, pode-se observar que o **ponto 01** tem os parâmetros Coliformes fecais com 4300 NMP/100mL, o coliforme termotolerante com 4300 NMP/100mL e a Demanda bioquímica de oxigênio com 6,95 mg/L, classificando este local como de classe 3. O parâmetro Nitrogênio Total com 17,6 mg/L, o classifica como classe 4. Já o Oxigênio dissolvido com valor de 5,98 mg/L, coloca este ponto na classe 2. Verifica-se então que este ponto tem mais parâmetros que o classificam como classe 03 de acordo com a resolução CONAMA 375/2005.

O ponto 1 tem a qualidade de suas águas melhor do que os outros pontos analisados, contudo, ainda tem parâmetros que indicam poluição. Sua melhor qualidade em relação aos outros pontos deve-se provavelmente ao fato de que sua área de contribuição é em grande parte servida pela rede coletora da Concessionária. A carga poluente encontrada nele deve ter origem em uma pequena porção da área de contribuição que apresenta ocupação densa desordenada com disposição de esgoto *in natura* direto na rede pluvial ou fluvial, além de possíveis despejos irregulares onde há rede coletora da Concessionária.

Em relação ao **ponto 02**, os parâmetros Coliformes fecais e Coliformes termotolerantes com valores de 5400 NMP/100 mL, o classificam como de classe 3. O parâmetro Nitrogênio total com 18,4 mg/L, a Demanda Bioquímica de Oxigênio com 10,75 mg/L e o Oxigênio Dissolvido com 3,02 mg/L, classificam este ponto como classe 4. Observa-se que este ponto tem mais parâmetros que o classificam como classe 4 de acordo com a resolução.

Para a data de coleta, muitos parâmetros indicam poluição no ponto 02. A carga poluente encontrada nele deve ter origem em uma porção da área de contribuição que apresenta ocupação densa desordenada com disposição de esgoto *in natura* direto na rede pluvial ou fluvial e por possíveis ligações clandestinas de esgoto na rede pluvial que termina no rio.

Em relação à qualidade da água no **ponto 03** para a data de coleta, nota-se que os valores de coliforme total e termotolerante de 9300 NMP/100mL e a Demanda bioquímica de Oxigênio de 10,14 mg/L o classificam como de classe 4, segundo a Resolução Conama 357/2005. Contudo, o parâmetro nitrogênio total, com 6,39 mg/L e o oxigênio dissolvido, com 4,67 mg/L, classificam este ponto como classe 3. Assim, tem-se que para este ponto há mais parâmetros que o classificam como de classe 4.

Em relação a qualidade da água do ponto 03 na data de coleta, há mais parâmetros que indicam poluição neste trecho do rio. A carga poluente encontrada nele deve ter origem em uma porção da área de contribuição que apresenta ocupação densa desordenada e ocupação residencial esparsa (casas), com disposição de esgoto *in natura* direto na rede pluvial ou fluvial), ou fossas sépticas sem pós-tratamento (Classes 6 e 7 das formas de disposição de esgotos).

Em resumo, para a data de coleta, os três pontos de curso da água analisados estavam poluídos e já não mostravam parâmetros na classe especial e nem na classe 1, estando nas classes 3 e 4 dos parâmetros de qualidade das águas doce da resolução CONAMA 357/2005.

A indicação de poluição na data analisada se refere a diferentes parâmetros de qualidade. Em relação aos valores encontrados para os parâmetros coliforme fecal e o termotolerante de 4300, 5400 e 9300 NMP/100mL. A poluição de origem fecal indica o lançamento de esgoto doméstico. A presença de coliformes na água apresenta o risco potencial da presença de organismos patogênicos.

Também o parâmetro Nitrogênio amoniacal total, com valores de 16,39, 17,47 e 5,79 mg/L N e o nitrogênio total com valores de, 17,6, 18,4, 6,39 mg/L, foram problemáticos para a qualidade das águas dos pontos analisados. O nitrogênio em grandes quantidades causa a eutrofização e na forma de amônia é tóxico para os peixes. Ele fornece informações em relação

ao estágio da poluição, quando recente é o nitrogênio amoniacal e quando é mais remota é o total (VON SPERLING, 2014).

O parâmetro DBO com valores de 6,95, 10,75 e 10,14 mg/L mostrou que há consumo de oxigênio, provavelmente para decomposição de matéria orgânica que está em excesso no curso d'água, o que pode levar a mortandade de organismos aquáticos. Os valores encontrados de matéria orgânica, com 5,80, 8,30 e 5,28 mg/L, mostram que realmente havia esta substância em excesso no momento da coleta. A entrada de matéria orgânica de origem antrópica no meio aquático aumenta muito a quantidade de nutrientes disponíveis no meio, desequilibrando os processos de fotossíntese e decomposição.

O oxigênio dissolvido com valores de 5,98, 3,02 e 4,67 mg/L sucessivamente, é o principal parâmetro para a caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânico. Para o ponto 01, este parâmetro foi melhor, mostrando a eficácia da forma de disposição de rede coletora de esgotos para a qualidade da água.

O potencial hidrogeniônico (pH), com valores de 7,31, 7,12 e 6,68, indica que as amostras analisadas estavam próximo da neutralidade, o que é bom, pois o pH afeta as taxas de crescimento dos microrganismos, o equilíbrio dos compostos químicos e a precipitação dos metais. Valores elevados (pH básico) estão associados à eutrofização e proliferação das algas.

Para a data de coleta, foi constatado que os trechos de rios analisados apresentavam parâmetros que indicam poluição. Olberg (2018) trabalhou com qualidade de água na bacia do rio Itacorubi, com coletas a jusante do ponto 3 da presente pesquisa, e encontrou elevado número de coliformes termotolerantes. Este autor verificou alteração na qualidade da água e classificou os seus pontos de coleta nas classes 2, 3 e 4 da resolução CONAMA 357/2005.

Santos (2003) também pesquisou a qualidade das águas na bacia do rio Itacorubi e tem um ponto de coleta próximo do ponto 02 da presente pesquisa. Na ocasião, Santos (2003) verificou significativa alteração de alguns parâmetros de qualidade de água nesta área próxima do ponto 02, contudo, os resultados obtidos agora mostraram melhores valores em relação à resolução CONAMA 357/2005. Isto talvez tenha relação com a implantação da rede coletora de esgotos da concessionária na área.

7. CONCLUSÃO

A partir da pesquisa realizada na bacia do Rio Itacorubi foi possível compreender de que forma a ação humana impacta nos recursos hídricos. Observou-se que os padrões de uso e ocupação da terra e as formas de disposição do esgoto sanitários podem ser um fator da alteração da qualidade da água dos recursos hídricos da bacia do rio Itacorubi, em Florianópolis/SC.

A ocupação humana da bacia, materializada pelos padrões de uso da terra, tem potencial para gerar poluição dos recursos hídricos superficiais em função da produção de esgoto sanitário. O padrão de ocupação humana com maior potencial de poluição observado foi a área de ocupação residencial densa desordenada, com características de alta densidade populacional, fator crucial que determina o potencial de produção de esgotos sanitários.

Foram encontradas na bacia diferentes formas de disposição de esgotos sanitários, sendo representadas em várias classes no mapeamento com escala 1:25.000 realizado nesta pesquisa. Desde a classe de disposição de esgotos sanitários, que é a rede coletora da Concessionária em operação, até a pior forma, que é classe de disposição de esgoto *in natura* na rede pluvial ou fluvial. Observou-se que as áreas de ocupação mais antigas na bacia, classe de ocupação residencial densa consolidada, apresentam soluções adequadas para o esgotamento sanitário e a classe área de ocupação residencial densa desordenada, apresentam inadequação em relação ao esgoto, com o lançamento do mesmo na rede pluvial ou fluvial *in natura*.

Mas, o processo de verticalização que é a classe de ocupação residencial densa com verticalização, está gerando uma pressão sobre a rede coletora da operadora.

É importante ressaltar que a partir dos resultados desta pesquisa, realizada através dos aspectos metodológicos que foram avaliação através de documentos oficiais, inferências a campo e uma análise pontual em 3 pontos da bacia hidrográfica, constatou-se que o maior índice de não atendimento por esgotos na bacia se encontra a montante, nas cabeceiras da bacia, onde está a classe de padrão de uso da terra ocupação densa desordenada. Infelizmente, esta fonte de poluição posicionada a montante na bacia pode alcançar outros pontos dos rios a jusante. Desta forma, não basta as melhores formas de disposição de esgotos presentes nas áreas de ocupação mais antigas e consolidadas de jusante.

As áreas de ocupação densa desordenada nas encostas da bacia apresentam restrições para a instalação de soluções individuais de disposição de esgotos, tais como lotes muito pequenos que são totalmente ocupados pelas edificações de moradia, altas declividades dos

terrenos e solos rasos e até com afloramentos rochosos. Contudo, os habitantes destas áreas merecem atenção do poder público em relação à necessidade de infraestrutura de esgotos sanitários porque são também cidadãos e porque a falta desta infraestrutura polui os recursos hídricos superficiais para jusante de sua localização.

Por fim, destaca-se que a estratégia de sistematizar e analisar os dados levantados a partir da espacialização com mapeamentos na escala 1:25.000 se mostrou adequada para os objetivos propostos. Isto facilitou a visualização em conjunto dos padrões de uso e ocupação da terra e as formas de disposição de esgotos, bem como os pontos de análise de qualidade de água.

8. REFERÊNCIAS

ACIOLY, C; DAVIDSON, F. **Densidade Urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana.** Rio de Janeiro: Mauad, 1998

ALMEIDA, J. R., MARQUES, T., MORAES, F. E. R., BERNARDO, J. **Planejamento ambiental: caminho para a participação popular e gestão ambiental para o nosso futuro comum – uma necessidade, um desafio.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Thex Ed, 1999.

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamentos. **Atlas esgotos: despolição de bacias hidrográficas. Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental.** - Brasília: ANA, 2017. 88 p. il. ISBN: 978-85-8210-050-91. Esgotos. 2. Saneamento. I. Título.

ANA- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas esgoto: Despolição das bacias hidrográficas.** Disponível em:

<https://app.powerbi.com/viewr=eyJrIjoiZjA1ZjQwZWUtYmRkYS00YjM0LWFhMjltMTMyOTQ0NDIjNGQyIiwidCI6ImUwYmI0MDEyLTgxMGltNDY5YS04YjRkLTkyN2ZjZDFiYWY4OCJ9>. Acesso em: 18 set. 2022.

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13969: **Projeto, Construção e operação de unidades complementares e disposição dos efluentes de tanque séptico: procedimentos.** Rio de Janeiro: 1997. Disponível em: < <http://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/NBR-13969-97-TS-Unid-trat-complem-e-disposi%C3%A7%C3%A3o-final.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 12209: **Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário.** Rio de Janeiro, 1992

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 9648**: Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário: Procedimento. Rio de Janeiro, ABNT, 1986. Disponível em: <[https://allevanteducacao.com.br/wp-content/uploads/Cursos/\[DEFINITIVO\]%20SISTEMAS%20DE%20ESGOTO%20SANIT%C3%81RIO%20M%C3%93DULO%202/NBR_9648_Estudos_de_Concepcao_de_Sistema.pdf](https://allevanteducacao.com.br/wp-content/uploads/Cursos/[DEFINITIVO]%20SISTEMAS%20DE%20ESGOTO%20SANIT%C3%81RIO%20M%C3%93DULO%202/NBR_9648_Estudos_de_Concepcao_de_Sistema.pdf)>. Acesso em: 12 jun. 2021.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanque séptico. Rio de Janeiro: 1993. Disponível em: <https://www.academia.edu/31088830/ABNT_NBR_7229_1993_Projeto_Constru%C3%A7%C3%A3o_E_Execu%C3%A7%C3%A3o_De_Sistemas_De_Tanques_S%C3%A9pticos>. Acesso em: 12 jul.2021

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8419 NB843 Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. Disponível em: <<https://www.observatorioderesiduos.unb.br/painel/assets/uploads/files/996de-nbr-8.419-nb-843-apresentacao-de-projetos-de-aterros-sanitarios-rsu.pdf>>. Acesso em: 16 de set. 2021.

BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.). **Matas ciliares**: conservação e recuperação. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

BONETO, R. M. C. G. **Aspectos limnológico-sanitários das águas do rio Caulim, na região metropolitana de São Paulo**. 2007. Dissertação. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-03062008093019/publico/RenataBoneto.pdf>. Acesso: 10 jun. 2021.

BOPPRÉ, A. **Expansão urbana em Florianópolis**: conflito entre a cidade real e a cidade legal. 2003. Dissertação. Curso de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/85765/221595.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

BORTOLUZZI, S. D. **Caracterização das funções e padrões de uso e ocupação do solo no centro de Florianópolis (SC)**. 2004. Dissertação. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/101556/207540.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 jun. 2021

BOURSCHEID, J.A. O Cadastro Técnico Multifinalitário aplicado ao Planejamento Urbano (Estudo da Expansão Urbana na Cidade de Joinville-SC. 1993. Dissertação. Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em:< <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/75893/91232.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 22 jun. 2021.

BOVOLATO, L. E. SANEAMENTO BÁSICO E SAÚDE. *Revista Escritas*, 2. 2015 Disponível em: < <https://doi.org/10.20873/vol2n0pp%p>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

BRAGA, et. al. **Introdução à engenharia ambiental**: o desafio do desenvolvimento sustentável. 2ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL, Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 5ª Ed. Brasília: Funasa, 2019. Disponível em: < <https://repositorio.funasa.gov.br/handle/123456789/506>>. Acesso em: 20 ago.2021.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes**. Resolução CONAMA n. 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 07 abr. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. Brasília: Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Cartilha *Wetlands* construídos aplicados no tratamento de esgoto sanitário**: recomendações para implantação e boas práticas de operação e manutenção/ Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2018. Disponível em: <<https://gesad.ufsc.br/files/2019/01/Sezerino-et-al.-2018.pdf>>. Acesso: 10 abr. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília: Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), 2014.

BRK AMBIENTAL. **Galeria de águas pluviais e rede de esgoto**: confira os problemas da ligação entre elas. 2019. Disponível em:< <https://blog.brkambiental.com.br/galerias-pluviais-e-rede-de-esgoto/>>. Acesso em: 29 out. 2022.

CAMPOS, E. T. **A expansão urbana na região metropolitana de Florianópolis e a dinâmica da indústria da construção civil**. 2009. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/92562/275548.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 out. 2022

CARLOS, A. F. A. **(Re) Produção do espaço urbano**. São Paulo: EDUSP, 1994.

CARUSO JUNIOR, F. **Mapa Geológico da Ilha de Santa Catarina**. Escala 1:100.000. Texto Explicativo e Mapa. 1ª Ed. Porto Alegre: CECO-UFRGS, 1993.

CARVALHO, A. T. F. **Bacia hidrográfica como unidade de planejamento**: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**. 1, 2020, p. 140-161.

CARVALHO, B.N.R de. **Um Sistema de Informações para a prática do gerenciamento e planejamento urbano**. 2000. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/78652/174452.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 21 mai. 2022.

CONCESSIONÁRIA, Companhia Catarinense de água e saneamento (CASAN). **Ingleses ganhará tratamento de esgoto e reservatório para Água.** Disponível em: <<https://www.Concessionária.com.br/noticia/index/url/ingleses-ganhara-tratamento-de-egoto-e-reservatorio-para-agua#0>> Acesso em: 19 set. 2022.

CONCESSIONÁRIA, Companhia Catarinense de águas e saneamento (CASAN). 21/03/2022. Disponível em: <<https://www.Concessionária.com.br/noticia/index/url/florianopolis-avanca-a-implantacao-do-emissario-que-ligara-a-bacia-do-itacorubi-a-ete-insular#0>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

CASTRO, F.V.F., ALVARENGA, L.J., MAGALHÃES JR., A.P. **A Política Nacional de Recursos Hídricos e a gestão de conflitos em uma nova territorialidade.** *Geografias*, 1, 2005, p. 37-50.

CHERNIOGLO, G. de S. **Mudanças no relevo pela ação antrópica na bacia do rio Itacorubi, Florianópolis/SC, no período 1938-2013.** 2019. 98 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Humanas e da Educação, Curso de Geografia, Florianópolis, 2019.

CLARO, M. F. **Florianópolis e as APPs Urbanas: o caso da sub bacia do Córrego Grande.** 2012. 189 f. Dissertação (Mestrado em Urbanismo, História e Arquitetura da Cidade) - FAU, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

COELHO, M. C. N. Impactos ambientais em áreas urbanas: teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: **GUERRA**, Antônio José Teixeira; **CUNHA**, Sandra Baptista (orgs.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. P. 19-45.

BRASIL. CONAMA. Resolução N° 430, DE 13 DE Maio de 2011. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. [S.l.], p. 9. 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 20 ago. 2022.

CONDEPE FIDEM, Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco. **Padrão Urbanístico de Ocupação dos Morros.** Disponível em: <http://www2.condepefidem.pe.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=f71a155e-1173-4ec8-a7ce-0ac33afaabd7&groupId=19941> Acesso em: 10 set. 2022

CORSAN, Companhia Rio-Grandense de Saneamento. **Tratamento de esgoto.** Disponível:<<https://www.corsan.com.br/tratamentodeesgoto>> Acesso em: 20 de ago. 2022.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; FILHO, P. H.; FLORENZAO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C.F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico econômico e ao ordenamento territorial.** 1.ed. São Paulo. Instituto nacional de pesquisas espaciais. 2001.

DEL RIO, V. **Introdução ao Desenho Urbano.** São Paulo: Pini, 1990.

ESTADO DE SANTA CATARINA. **Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento e estabelece outras providencia. Lei nº 13.517, de 04 de outubro de 2005.** Disponível em:<http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2005/13517_2005_Lei.html#:~:text=Art.,respeitada%20a%20autonomia%20dos%20Munic%C3%ADpios>. Acesso em: 10 jun. 2022.

FARIA, D. A. **Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água da bacia hidrográfica do Ribeirão Guaratinguetá (SP).** 2012. 119 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/98296>>. Acesso em: 02 jul. 2023

FERNANDES, C. **Esgotos Sanitários.** Ed. Univ./UFPB, João Pessoa, 1997.

FERREIRA, P. Dos S.. **Modelagem hidrológica para estimativa da vazão na bacia hidrográfica do Rio Brígida e a disponibilidade hídrica frente às mudanças climáticas.** 2017.

FIGUEIREDO, I. C. S.; SANTOS, B. Stefani C.; TONETTI, A. L. **Tratamento de esgoto na zona rural: fossa verde e círculo de bananeiras**. Campinas, SP, Biblioteca/Unicamp, 2018. Disponível em: <[https://www.fecfau.unicamp.br/~saneamentorural/wp-content/uploads/2017/11/Fossa-Verde-e-C%C3%adrculo-de-Bananeiras-UNICAMP.pdf](https://www.fecfau.unicamp.br/~saneamentorural/wp-content/uploads/2017/11/Fossa-Verde-e-C%C3%ADrculo-de-Bananeiras-UNICAMP.pdf)>. Acesso em: 11 jun. 2023

FLORIANÓPOLIS, SC, Brasil, 03 a 05 de nov de 2004. Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2004_enegep1005_1982.pdf>. Acesso em: 01 de out. 2022.

FLORIANÓPOLIS. **Notícias e eventos**. Floripa se liga na rede. Disponível em: <<https://www.pmf.sc.gov.br/entidades/seliganarede/index.php?pagina=notultimas&menu=4&pg=3>>. Acesso em: 01 nov. 2022

FLORINÓPOLIS. **Se liga na Rede**. Disponível em: <<https://www.pmf.sc.gov.br/entidades/seliganarede/index.php>>. Acesso em: 10 set. 2022.

FREITAS, L.E de et al. **Atlas Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Macaé**. Rio de Janeiro: Editora Nova Tríade do Brasil Ltda, 2015.

HERRMANN, M. L. P.; ROSA, R. O. Geomorfologia. In: **Mapeamento Temático do município de Florianópolis**. Florianópolis, IPUF/IBGE, 1991.

HOCHHEIM, N; BORTOLUZZI, S.D, **Mapeamento do uso atual do solo no bairro centro de Florianópolis (SC) e caracterização das suas funções urbanas como base para o planejamento urbano e gestão ambiental**. XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção –

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra 2013**. 3ª ed. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=281615&view=detalhes>>. Acesso em: 10 de set. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 1989/2017**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101734> . Acesso em 12 ago. 2022.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Estações Automáticas**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>. Acesso em: 10 out. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de Informações Básicas Municipais – Munic, 2001**. Disponível em < www.ibge.gov.br >. Acesso em: 20 mai. 2022.

Florianópolis: IPUF, 2008. Disponível em: <http://www.arq.ufsc.br/baciadoitacorubi/>. Acesso em: 21 set. 2022.

JACOBI, P. Educação ambiental e o desafio da sustentabilidade socioambiental. **O mundo da saúde**, v. 30, n. 4, p. 524-531, 2006. DOI:10.15343/0104-7809.200630.4.1.

KNAPIK, H. G. et al. **Dinâmica da matéria orgânica em águas naturais**: estudo de caso do Rio Iguaçu. Programa final, livro de resumos, 2009. Disponível em: < https://abr.h.s3.amazonaws.com/Sumarios/110/20f3eaf894cd6712dd3d2e4640919ad0_302ac8e8df581094f4eb3518a5c96cc1.pdf >. Acesso em: 02 jul. 2023

LEFEBVRE, H. **A revolução urbana**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008.

LIBRALATO, G.; VOLPI GHIRARDINI, A; AVEZZÙ, F. **To centralise or to decentralise: An overview of the most recent trends in wastewater treatment management**. Journal of Environmental Management, Volume 94, Issue 1, 2012, Pages 61-68, ISSN 0301-4797. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.07.010>. Acesso em: 20 ago. 2021.

LIMA, L. P. **Ordenamento do uso e ocupação do solo na planície fluviolagunar do rio Betume e adjacências**. 2017. 133 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2017.

LIMA, W.P. **Princípios de manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: ESALQ. USP, 1976.

LIMA, W.P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. 2008. Disponível em: <
https://www.ipef.br/publicacoes/acervohistorico/informacoestecnicas/hidrologia_florestal_aplicada_ao_manejo_de_bacias_hidrograficas.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2021.

MACEDO, S. S. Espaços livres de edificação e o desenho da paisagem urbana. 1986, Anais. São Paulo: CNPq/Finep/Pini, 1986. Disponível em: <
<https://core.ac.uk/download/pdf/268306822.pdf>> Acesso em: 21 set. 2021.

MAIA, N. B. et al. **Indicadores ambientais: conceitos e aplicações**. Universidade Pontifícia Comillas, 2001. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=20gKIAy-H1QC&oi=fnd&pg=PA7&dq=MAIA,+N.B.+et+al.+\(Ed.\).+Indicadores+ambientais:+conceitos+e+aplica%C3%A7%C3%B5es.+S%C3%A3o+Paulo.&ots=muRysiawLM&sig=H9BM0d2SqvFpuLPnrom8P8GAnzg#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=20gKIAy-H1QC&oi=fnd&pg=PA7&dq=MAIA,+N.B.+et+al.+(Ed.).+Indicadores+ambientais:+conceitos+e+aplica%C3%A7%C3%B5es.+S%C3%A3o+Paulo.&ots=muRysiawLM&sig=H9BM0d2SqvFpuLPnrom8P8GAnzg#v=onepage&q&f=false)>. Acesso em: 23 ago. 2021.

MARTINS, S. V. **Recuperação de Matas Ciliares**. Viçosa-(MG): Aprenda Fácil, 2007. 146p.

MASSOUD, M. A.; TARHINI, A.; NASR, J. A. Abordagens descentralizadas para tratamento e gestão de águas residuais: aplicabilidade em países em desenvolvimento. **Revista de gestão ambiental**, v. 90, n.1, pág. 652-659, 2009.

Melo, A. V. de. **Análise dos recursos hídricos, do saneamento básico e das doenças de veiculação hídrica nos bairros Paracurí e Águas Negras em Belém /PA**. 2014. 123 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São

Paulo, 2014. Disponível em: < <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/12321>>. Acesso em: 21 set. 2021.

MESQUITA, T. C. R. et al. Gestão descentralizada de soluções de esgotamento sanitário no Brasil: aspectos conceituais, normativos e alternativas tecnológicas. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Vol. 56, p. 46-66, jan./jun. 2021. DOI: 10.5380/dma.v56i0.72908 e-ISSN 2176-9109.

Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**, Fundação Nacional de Saúde- Funasa. – 5.ed. Brasília: Funasa, 2019. 545 p. Disponível: < <https://repositorio.funasa.gov.br/handle/123456789/541>>. Acesso: 22 ago. 2022.

Ministério da Saúde. **Saúde de A a Z**. 2022. Disponível em: < <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z>>. Acesso em: 29 out. 2022.

MORAES, A. C. R. **Ordenamento Territorial**: uma conceituação para o planejamento estratégico. Ministério da Integração Nacional. Para pensar uma Política Nacional de Ordenamento Territorial. Brasília: MI, 2005.

MORAIS, N. W. S.; SANTOS, A. B. dos. **Análise dos padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos e de reuso de águas residuárias de diversos estados do Brasil**. 2019.

MOTA. S. (1999) **Urbanização e meio Ambiente**. Rio de Janeiro. ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 352p.

NETO, F. M. et al. **Potencial poluidor e risco ambiental dos recursos hídricos de bacia hidrográfica do Rio Gramame**, Paraíba, Brasil. 2014.

NOVO, E.M.L.M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Blucher, 1989. 308p

NUVOLARI, A. Esgoto sanitário coleta e transporte, tratamento e reuso agrícola. 2.ed. Revista Ltda. 2011.

PACHECO, J.; BIKEL, D. **Construção de condomínio de luxo é suspensa pela Justiça em Florianópolis**. G1 Santa Catarina. 14/12/2022. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2022/12/14/construcao-de-condominio-de-luxo-e-suspensa-pela-justica-em-florianopolis-entenda.ghtml>>. Acesso em: 07 jun. 2023.

PEREIRA, J.A.R.(Org.). **Saneamento Ambiental em Áreas Urbanas: esgotamento Sanitário na Região Metropolitana de Belém**. Belém: NUMA/UFPA/EDUFPA, 2003.

PHILIPPI JÚNIOR, A. Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. In: **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. 2ª edição. Rev e atual. Barueri: Manole, 2018. p. 1000.

PHILIPPI JUNIOR, A; ROMÉRO, M. A.; BRUNA, G. C. (2004). **Uma Introdução à Questão Ambiental**. In: A. Philippi Junior., Marcelo, Andrade. Roméro, & Gilda Collet Bruna (Orgs.). Curso de Gestão Ambiental (p. 3-16). Barueri: Manole.

PILATTI, F.; HINSCHING, M. A. O. **Saneamento Básico Rural na Bacia Hidrográfica do Manancial Alagados**. Ponta Grossa, PR: UEPG/SANEPAR. 2008.

PINTO, J. F, STEFFENS, J. L., OLIVEIRA, F. H. **Análise Físico-Ambiental Urbana da Microbacia do Rio Itacorubi, Florianópolis – SC, visando o uso de Software SIG**. In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto,

PINTO, J. F.; STEFFENS, J. Luiz; OLIVEIRA, Francisco Henrique. Análise físico-ambiental urbana da microbacia do rio Itacorubi, Florianópolis–SC, visando o uso de software SIG. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil**, p. 21-26, 2007.

Disponível

em:

<

<http://mar.te.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.14.29/doc/3011-3018.pdf>>.

Acesso em: 12 jun. 2023.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. **Qualidade das Águas e Poluição: Aspectos Físico - Químicos**. 01. ed. v. 01 São Paulo/SP: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

PORTAL Saneamento Básico. São Paulo. Acervo técnico, 2018. **Saneamento Básico**. Disponível em: <<https://saneamentobasico.com.br/acervo-tecnico/saneamento-basico/>>. Acesso em 31 ago. 2022.

Portal Tratamento de Água. **Sistemas de Lodos ativados**. Disponível em:<<https://tratamentodeagua.com.br/artigo/sistema-lodos-ativados/>> Acesso: 29 out. 2022.

PORTO, K. G.; FERREIRA, I. M. Gestão das bacias hidrográficas urbanas e a importância dos ambientes ciliares. **Geografia em Questão**, v. 5, n. 2, pág. 43-57. 2012.

PRADO, R. B. **Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água**: estudo no médio Rio Pardo-SP (período de 1985 a 1997). 1999. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999. Disponível em:< <https://repositorio.usp.br/item/001070697>>. Acesso em: 21 set. 2022.

PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS. **Plano de Revisão Municipal Integrado de Saneamento Básico - Versão preliminar**. 2021. Disponível em: <https://procon.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/28_01_2021_14.02.38.2702fa6dabba3692679338f9eac54d38.pdf>. Acesso: 10 set. 2022.

PRODANOFF, J. H. A. (2005). **Avaliação da poluição difusa gerada por enxurradas em meio urbano**. (Tese de Doutorado) Departamento de Engenharia Civil - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Rio de Janeiro.

PUPPI, I. C. **Estruturação Sanitária das Cidades**. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 1981.

RAMOS, M. H. R.; ROCHA DE SÁ, M. E.. Avaliação da política de habitação popular segundo critérios de eficácia societal. In: RAMOS, Maria Helena Rauta (Org.). **Metamorfoses sociais e políticas urbanas**. Rio de Janeiro: DP&A, 2003. p. 151-168.

RÉGIS FILHO, D. **Mapas temáticos interativos da Bacia Hidrográfica do Rio Itacorubi Florianópolis - SC**. 2008. 110 p. Monografia (Graduação) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Humanas e da Educação CCHE/FAED, Curso de Geografia, Florianópolis, 2008. Disponível em: <
http://www.geolab.faed.udesc.br/publicacoes/Daniel/DANIEL_REGIS_FILHO_TCC.pdf>.
 Acesso em: 20 abr. 2021.

REZENDE, S. C. HELLER, L. **O saneamento no Brasil: políticas e interfaces**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002.

ROLNIK, R. (2001). Estatuto da Cidade – instrumento para as cidades que sonham crescer em justiça e beleza. In: N. Saule Jr., & R. Rolnik (Eds.), **Estatuto da Cidade: novos horizontes para a reforma urbana** (Caderno Pólis, n. 4, p. 5-9). São Paulo: Pólis. Recuperado em 06 de fevereiro de 2010. Disponível em:< www.polis.org.br/obras/arquivo_92.pdf > acesso: 20 set, 2022.

ROLNIK, R. **Acesso ao solo urbano: limites e possibilidades**. In: Acesso à terra urbanizada: implementação de planos diretores e regularização fundiária plena [Curso à distância]. Ministério das Cidades, 2008. Disponível em: https://www.unmp.org.br/wp-content/uploads/2008/10/LIVRO_AULA_1.pdf . Acesso em: 20 ago. 2022

ROSA, R. Introdução ao sensoriamento remoto. 6a ed. Uberlândia: EDUFU, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.14393/EDUFU-85-7078-124-6>>. Acesso em: 20 ago. 2022.

SAMAE - Serviço autônomo municipal de água e esgoto. **Esgoto**. 2019. Disponível em: <https://www.samaecaxias.com.br/pagina/index/10043>. Acesso em: 01 set. 2022.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos. 2013.

SANTANA, D. P. **Manejo integrado de Bacias Higráficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. Disponível em: http://correio.fdvmg.edu.br/downloads/biblio_ea/Manejo%20integrado%20de%20bacias%20hidricas.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2022.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A.F.M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus: Editus, 2002. 289p.

SCHLINDWEIN; J. R. DURANTI; R. R. CEMIN; G. FALCADE; I. AHLERT; S.; **Mapeamento do uso e cobertura do solo do município de Caxias do Sul (RS) através de imagens do satélite CBERS**; Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007. Disponível em: <https://acesse.dev/58m7Q>. Acesso em: 20 ago. 2022.

SILVA, J. C. de A da. **Bacias hidrográficas urbanizadas: renaturalização, revitalização e recuperação**. Um estudo da bacia do Jaguaré. 2017. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-01092017-150153/>. Acesso em: 21 set. 2021.

SILVA, R. C. **Vulnerabilidade socioambiental a desastres na bacia hidrográfica do Rio Itacorubi, Florianópolis, SC**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/94447>. Acesso em: 20 set. 2021

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, 2021-2022**. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em : 20 de ago.2022.

SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico temático serviços de Água e Esgoto**. Ano Referência: 2020. Disponível: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_AE_SNIS_2021.pdf>. Acesso: 23 ago. 2022.

SOARES, S. R.; 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. **Cadernos de saúde pública**, v. 18, p. 1713-1724, 2002.

SOMMER, S; ROSATELLI, J. S. Solos. In: **Mapeamento Temático do município de Florianópolis**. Florianópolis, IPUF/IBGE, 1991.

SOUZA, K. F. O. **Fossas negras: um problema para o meio ambiente e para a saúde pública**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso Superior de Tecnólogo em Gestão Ambiental da Faculdade de Educação e Meio Ambiente -FAEMA 2015. Disponível em: <https://repositorio.unifaema.edu.br/bitstream/123456789/531/5/KARYNE%20FRANCIELLE%20DE%20OLIVEIRA%20SOUZA.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2021.

SOUZA, M. L. de. **O desafio metropolitano: um estudo sobre a problemática social espacial nas metrópoles brasileiras**. Rio de Janeiro: Bertrand, Brasil, 2000.

SOUZA, P. S. de. **Revitalização de cursos d'água em área urbana: perspectivas de restabelecimentos da qualidade hidromorfológica do Córrego Grande (Florianópolis/SC)**. 2014. 208f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Florianópolis, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/128781/331474.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 25 ago. 2021.

THÉRY, H.; MELLO, N. A. **Atlas do Brasil: Disparidades e Dinâmicas do Território**. 1ª edição. São Paulo: EDUSP, 2005.

TOMAZOLLI, E. R.; PELLERIN, J. R. G. M. **Mapa geológico da ilha de Santa Catarina**. Projeto Atlas geológico-geomorfológico da Ilha de Santa Catarina. Departamento de Geociências-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis: UFSC, 2014. Escala 1:50.000. Disponível em: <https://lmo.ufsc.br/mapa-geologico-da-ilha-de-santa-catarina/>. Acesso em: nov. 2022.

TONETTI, A. L. et al. **Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções**. Unicamp, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/1237781>. Acesso em: 20 ago.2020

TSUTIYA, M.; ALEM SOBRINHO, P. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 3ª Edição. 2011.

TUCCI, C. E. M. **Programa de drenagem sustentável**: apoio ao desenvolvimento do manejo das águas pluviais urbanas. Brasília: Ministério das Cidades, 2005^a. Disponível em: https://scholar.google.com/citations?user=wnN_MzQAAAAJ&hl=pt-BR. Acesso em: 20 set. 2021.

TUCCI, C. E. M. **Água no meio urbano. Livro água doce**, pág. 1-40, 1997. Disponível em: <https://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/grupos-de-trabalho/encerrados/residuos/documentos-diversos/outros_documentos_tecnicos/curso-gestao-do-territorio-e-manejo-integrado-das-aguas-urbanas/aguanameio%20urbano.pdf>. Acesso em: 12 de ago. 2021

TUNDISI, J. G. et al. **A bacia hidrográfica do Tietê/Jacaré**: estudo de caso em pesquisa e gerenciamento. Estudos avançados, v. 22, p. 159-172, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/Rf98RvHQzCkqY6BN3c6h7YQ/?lang=pt>>. Acesso em: 16 jul. 2021.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. MG: Editora UFMG, 2014.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. MG. Editora UFMG, 2005

VON SPERLING, M.; SEZERINO, P. H. (2018). **Dimensionamento de Wetlands construídos no Brasil**. **Boletim Wetlands Brasil**, Edição Especial, dezembro/2018. 65 p. ISSN 2359- 0548. Disponível em:<<https://gesad.ufsc.br/files/2018/12/Boletim-Wetlands-Brasil-Edi%C3%A7%C3%A3o-Especial-Dimensionamento-de-Wetlands-Constru%C3%ADdos-no-Brasil-von-Sperling-Sezerino-2018-2.pdf>> Acesso em: 12 ago. 2022

OLBERG, M. R. **Aplicação do modelo pressão-estado-resposta (PER) em um córrego no Itacorubi (Florianópolis/SC) considerando sua sub-bacia hidrográfica de influência**. 2018. TCC (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Engenharia Sanitária e Ambiental. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/195661>>. Acesso em: 12 ago. 2022

SANTOS, C. C. **O processo de urbanização da Bacia do Itacorubi: A influência da UFSC**. 2003. Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, área de Cadastro e Gestão Territorial, da Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/86115/197060.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 14 ago. 2022.

APENDICE 01- CLASSES DE DISPOSIÇÃO DE ESGOTO SANITÁRIA

Aqui se demonstra como é o funcionamento de cada classe de disposição de esgoto sanitário de acordo com o CONAMA 357/2005, e as NBRs:7229/93, 9648/86.

Classe 1- rede coletora de esgoto da CONCESSIONÁRIA. A rede coletora de esgoto da CONCESSIONÁRIA refere-se ao sistema de tubulações e infraestrutura utilizados para coletar e transportar os esgotos domésticos e industriais até as estações de tratamento de esgoto.

A rede coletora de esgoto da CONCESSIONÁRIA é composta por uma extensa rede de tubulações subterrâneas que percorrem as áreas atendidas pela empresa. Essas tubulações são projetadas para coletar os efluentes sanitários dos imóveis conectados à rede e direcioná-los para as estações de tratamento de esgoto.

A infraestrutura da rede coletora de esgoto da CONCESSIONÁRIA inclui diferentes elementos, como tubos, caixas de inspeção, poços de visita e estações de bombeamento, dependendo das características topográficas e das necessidades de transporte dos efluentes.

O objetivo principal da rede coletora de esgoto é garantir a coleta eficiente dos esgotos, evitando o seu lançamento inadequado no meio ambiente, o que pode causar problemas ambientais e de saúde pública. A coleta e o transporte adequados dos esgotos para as estações de tratamento de esgoto são essenciais para o devido tratamento dos efluentes antes de seu descarte final.

É importante destacar que a CONCESSIONÁRIA deve seguir as regulamentações ambientais e os padrões de qualidade estabelecidos para a coleta e tratamento de esgoto. Além disso, a empresa também deve realizar a manutenção e a ampliação da rede coletora de esgoto de forma a atender às demandas de expansão urbana e garantir a adequada prestação dos serviços de saneamento básico à população.

Classe 2- Estação de tratamento de esgoto individual com lançamento de efluente tratado na rede pluvial ou fluvial. Uma estação de tratamento de esgoto individual é um sistema que trata os efluentes provenientes de uma única residência, empresa ou edifício. Nesse tipo de estação, o objetivo é tratar o esgoto gerado localmente antes de seu descarte na rede pluvial (sistema de drenagem de águas pluviais) ou fluvial (corpos d'água, como rios ou córregos).

O processo de tratamento em uma estação de esgoto individual pode variar, mas geralmente envolve etapas como pré-tratamento, tratamento biológico e tratamento final. No pré-tratamento, ocorre a remoção de sólidos maiores e sedimentáveis, como areia e resíduos sólidos. Em seguida, o esgoto passa por uma etapa de tratamento biológico, onde microrganismos degradam a matéria orgânica presente no efluente.

Dependendo do sistema utilizado, o tratamento biológico pode envolver processos aeróbios (com aeração) ou anaeróbios (sem aeração). Após o tratamento biológico, ocorre o tratamento final, que pode incluir etapas como decantação, filtração ou desinfecção para remover ou reduzir ainda mais a carga de poluentes presentes no esgoto tratado.

Após o tratamento, o efluente tratado pode ser lançado na rede pluvial ou fluvial, desde que sejam seguidas as regulamentações ambientais e os critérios estabelecidos pelos órgãos responsáveis. É importante ressaltar que o lançamento adequado do efluente tratado deve atender a parâmetros de qualidade estabelecidos para proteger a qualidade da água receptora e evitar impactos ambientais negativos.

Classe 3- Fossa séptica com filtro anaeróbio, sumidouro e/ou disposição final pluvial ou fluvial. A combinação de fossa séptica com filtro anaeróbio, sumidouro e disposição final pluvial ou fluvial é um sistema de tratamento e disposição de esgoto utilizado em áreas onde não há acesso à rede de esgoto convencional.

Nesse sistema, a fossa séptica é responsável pela primeira etapa de tratamento do esgoto. Ela é um tanque que permite a separação dos sólidos e líquidos presentes no esgoto. Os sólidos mais pesados se depositam no fundo da fossa, formando o lodo, enquanto os líquidos (efluente) são direcionados para a próxima etapa do tratamento.

O efluente da fossa séptica é então encaminhado para um filtro anaeróbio, que consiste em um leito de brita ou outro material poroso onde ocorre a decomposição e remoção adicional de matéria orgânica e microrganismos presentes no esgoto. O filtro anaeróbio utiliza processos biológicos para a remoção de poluentes.

Após passar pelo filtro anaeróbio, o efluente tratado é direcionado para um sumidouro. O sumidouro é uma estrutura subterrânea preenchida com pedras ou brita que permite a infiltração gradual do efluente no solo. O solo atua como um filtro natural, removendo bactérias e outros poluentes remanescentes, além de promover a recarga do lençol freático.

Quanto à disposição final, o sistema mencionado permite a disposição final do efluente tratado na rede pluvial ou fluvial. No caso da disposição final pluvial, o efluente tratado é

encaminhado para a rede de drenagem de águas pluviais, que geralmente se conecta a rios, córregos ou lagos. Já na disposição final fluvial, o efluente tratado é lançado diretamente em um corpo d'água, como um rio.

É importante ressaltar que a disposição final pluvial ou fluvial deve estar em conformidade com as regulamentações e legislações ambientais locais. É necessário obter as devidas autorizações e licenças dos órgãos competentes antes de realizar qualquer descarte de efluente tratado na rede pluvial ou fluvial, visando proteger a qualidade da água e evitar impactos negativos ao meio ambiente e à saúde pública.

Classe 4- Fossa séptica com filtro anaeróbio, sumidouro e/ou vala de infiltração e remoção periódica do lodo. É um sistema de tratamento e disposição de esgoto utilizado em áreas onde não há acesso à rede de esgoto convencional. Esse sistema é conhecido como sistema de tratamento séptico.

Nesse sistema, a fossa séptica desempenha a primeira etapa de tratamento do esgoto. Ela é um tanque projetado para reter o esgoto e permitir a separação dos sólidos mais pesados (lodo) e a decomposição parcial da matéria orgânica através de processos anaeróbios (sem a presença de oxigênio). O efluente líquido resultante da fossa séptica é então direcionado para a próxima etapa de tratamento.

O filtro anaeróbio é uma unidade que recebe o efluente da fossa séptica e proporciona uma filtragem adicional. Geralmente, é constituído por camadas de materiais granulares, como areia e brita, que retêm e filtram partículas sólidas e promovem a remoção de microrganismos patogênicos e matéria orgânica residual.

Após passar pelo filtro anaeróbio, o efluente tratado é direcionado para o sumidouro, que é uma estrutura subterrânea preenchida com material poroso (geralmente brita) para permitir a infiltração do efluente no solo. O solo atua como um filtro natural, removendo bactérias e outros poluentes remanescentes, além de promover a recarga do lençol freático.

Além do sumidouro, o sistema pode incluir uma vala de infiltração. A vala de infiltração é uma vala escavada no solo, preenchida com pedras ou brita, onde o efluente é distribuído uniformemente e infiltra no solo de forma controlada. A vala de infiltração auxilia na dispersão e absorção do efluente tratado, permitindo uma maior filtragem e redução de poluentes antes que a água atinja o lençol freático.

Por fim, é importante mencionar a remoção periódica do lodo acumulado na fossa séptica. O lodo, que é composto por sólidos sedimentados e decompostos, precisa ser removido

regularmente por meio de serviços de limpeza especializados. A frequência da remoção do lodo depende do tamanho da fossa séptica, da quantidade de esgoto gerado e das recomendações técnicas.

Classe 5- Fossa séptica com filtro anaeróbio, vala de infiltração e/ou disposição em rede de esgoto pluvial ou fluvial. É um sistema de tratamento e disposição de esgoto que pode ser utilizado em áreas sem acesso à rede de esgoto convencional ou quando não é viável a utilização de sumidouros. Nesse sistema, a fossa séptica desempenha a primeira etapa de tratamento do esgoto. Ela é um tanque projetado para reter o esgoto e permitir a separação dos sólidos mais pesados (lodo) e a decomposição parcial da matéria orgânica através de processos anaeróbios (sem a presença de oxigênio). O efluente líquido resultante da fossa séptica é então direcionado para a próxima etapa de tratamento.

O filtro anaeróbio, assim como mencionado anteriormente, é uma unidade que recebe o efluente da fossa séptica e promove uma filtragem adicional. Ele consiste em camadas de material granular (como areia e brita) que retêm partículas sólidas e microrganismos patogênicos, melhorando ainda mais a qualidade do efluente tratado.

Após passar pelo filtro anaeróbio, o efluente tratado tem diferentes opções de destinação. Uma delas é a utilização de uma vala de infiltração. A vala de infiltração é uma vala escavada no solo, preenchida com pedras ou brita, onde o efluente é distribuído uniformemente e infiltra no solo de forma controlada. O solo atua como um filtro natural, removendo bactérias e outros poluentes remanescentes, além de promover a recarga do lençol freático.

Além disso, o efluente tratado pode ser direcionado para a disposição em uma rede de esgoto pluvial ou fluvial. Isso significa que o efluente é lançado na rede de drenagem de águas pluviais, que geralmente se conecta a rios, córregos ou lagos. É importante ressaltar que, para realizar esse tipo de disposição, é necessário seguir as regulamentações e legislações ambientais locais e obter as autorizações necessárias dos órgãos competentes.

A escolha entre a vala de infiltração e a disposição em rede de esgoto pluvial ou fluvial depende das condições do terreno, das regulamentações locais e de outros fatores específicos do local. É importante realizar um estudo detalhado das características e necessidades do local para determinar a melhor opção de disposição do efluente tratado.

Classe 6- Fossa séptica com sumidouro e/ou vala de infiltração. Nesse sistema, a fossa séptica desempenha a primeira etapa de tratamento do esgoto. Ela é um tanque projetado para reter o esgoto e permitir a separação dos sólidos mais pesados (lodo) e a decomposição parcial da matéria orgânica através de processos anaeróbios (sem a presença de oxigênio). O efluente líquido resultante da fossa séptica é então direcionado para a próxima etapa de tratamento.

O sumidouro é uma estrutura subterrânea preenchida com material poroso, como pedras ou brita, que permite a infiltração do efluente no solo de forma controlada. O efluente tratado da fossa séptica é direcionado para o sumidouro, onde ocorre uma filtragem adicional e a absorção gradual do líquido pelo solo. O solo atua como um filtro natural, removendo bactérias e outros poluentes remanescentes, além de promover a recarga do lençol freático.

Além do sumidouro, o sistema pode incluir uma vala de infiltração. A vala de infiltração é uma vala escavada no solo, preenchida com pedras ou brita, onde o efluente é distribuído uniformemente e infiltra no solo de forma controlada. A vala de infiltração auxilia na dispersão e absorção do efluente tratado, permitindo uma maior filtragem e redução de poluentes antes que a água atinja o lençol freático.

Classe 7- Disposição de esgoto *in natura* na rede pluvial ou fluvial. Infelizmente, o efluente do esgoto de vasos sanitários, pias e outras águas residuárias é jogado sem tratamento na rede pública pluvial ou diretamente nos rios ou outros corpos d'água.