

ESTUDO DE CONCEPÇÃO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE FLORIANÓPOLIS

Florianópolis - 2019



**PREFEITURA DE
FLORIANÓPOLIS**



Prefeito do Município de Florianópolis (PMF)

Gean Marques Loureiro

Secretaria Municipal de Infraestrutura (SMI)

Secretário Valter José Gallina

Superintendência de Habitação e Saneamento (SMHS)

Leodegar Tiscoski

Lucas Barros Arruda

Fábio Ritzmann

EQUIPE TÉCNICA

Coordenação Geral

Lucas Barros Arruda

Coordenação Técnica

João Henrique de Siqueira Quissak Pereira

Secretaria Municipal de Infraestrutura – Diretoria de Saneamento (SMI/DS)

Alexandre Francisco Böck

Juliano Schiefler Sombrio

Márcio Ishihara Furtado

Marília Dietrich Schmitz

Sara Toscan Camargo

**Secretaria Municipal da Saúde – Diretoria de Vigilância em Saúde
(SMS/DVS)**

Vanessa da Cunha Rocha

Fundação Municipal do Meio Ambiente (FLORAM)

Murilo Custódio Oselame

Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Florianópolis (IPUF)

Alexandre Felix

Felipe Paulo de Oliveira

Companhia de Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN)

Alexandre Bach Trevisan

Andréia Senna Soares Trennepohl

Bruno Kossatz

Carlos Roberto Bavaresco

Francisco José Guedes Pimentel

Gabriel de Lyra Pessina

Guilherme Fantozzi Campos

Mariana Moller de Limas Fonseca

Pery Fernando Fornari Filho

Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA)

Bianca Damo Ranzi

Mariana Mota Godke

Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE)

Thays Saretta Sulzbach

Agência de Regulação de Serviços Públicos de Santa Catarina (ARESC)

Larissa Martins

Luíza Kaschny Borges Burgardt

Instituto Chico Mendes para Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

Claudinei José Rodrigues

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho foi desenvolvido pela Comissão Especial para Planejamento da Concepção Geral dos Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do município de Florianópolis, instituída pelo Decreto Municipal nº 17.748/2017.

A Comissão é composta pela Secretaria Municipal de Infraestrutura - SMI, Secretaria Municipal de Saúde - SMS, Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis - IPUF e Fundação Municipal do Meio Ambiente de Florianópolis - FLORAM, em âmbito municipal; Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina – IMA, Agência de Regulação de Serviços Públicos de Santa Catarina – ARES, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina – SDE e Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN, em âmbito estadual; Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, em âmbito federal.

A ARES, como integrante da Comissão Especial para o Planejamento da Concepção Geral dos Sistemas de Abastecimento de Água Potável e Esgotamento Sanitário no município de Florianópolis, instituída pelo Decreto nº 17.748/2017, desempenha funções apenas referentes ao acompanhamento, interação e articulação entre os órgãos no estabelecimento de discussões técnicas com vistas à busca de soluções para os setores de abastecimento de água potável e de esgotamento sanitário, de acordo com suas responsabilidades estabelecidas no Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico.

O objetivo foi elaborar o estudo da concepção geral do sistema de esgotamento sanitário do município de Florianópolis, definindo as diferentes concepções a serem utilizadas e as alternativas para disposição final, considerando a necessidade da universalização do atendimento do serviço de esgotamento sanitário, as especificidades existentes nas diversas regiões/localidades do município e as restrições ambientais encontradas no município.

O documento é composto por cinco capítulos:

- **CAPÍTULO I – Conceitos de esgotamento sanitário:** apresenta conceitos básicos sobre esgotamento sanitário que são citados nos demais capítulos.
- **CAPÍTULO II – Diagnóstico do esgotamento sanitário em Florianópolis:** apresenta a situação atual dos sistemas de esgotamento sanitário em operação em Florianópolis.
- **CAPÍTULO III – Prognóstico do esgotamento sanitário em Florianópolis:** apresenta diretrizes e estimativas para as projeções populacionais e propõe tecnologias viáveis para tratamento de esgoto sanitário em Florianópolis.
- **CAPÍTULO IV – Restrições ambientais para o esgotamento sanitário em Florianópolis:** apresenta as restrições ambientais para a implantação e operação de unidades do sistema de tratamento e disposição final do efluente tratado em Florianópolis.
- **CAPÍTULO V - Concepção geral do esgotamento sanitário de Florianópolis:** apresenta a consolidação dos resultados obtidos pela comissão no trabalho de levantamento realizado.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - CONCEITOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	1
1 INTRODUÇÃO	2
2 CONCEITOS	3
3 GERAÇÃO DO ESGOTO SANITÁRIO	8
3.1 Esgoto Doméstico	8
3.1.1 População da área de projeto.....	8
3.1.1.1 População flutuante	9
3.1.1.2 Distribuição demográfica	9
3.1.2 Contribuição per capita e por economia	10
3.1.3 Coeficiente de retorno: relação esgoto/água.....	11
3.1.4 Coeficientes de variação de vazão.....	11
3.2 Infiltrações	12
4 SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO	15
4.1 Sistemas Centralizados e Sistemas Semi-Centralizados	16
4.2 Sistemas descentralizados	17
4.2.1 Concepções de tratamento de esgoto usualmente empregadas no Município de Florianópolis	18
4.2.1.1 Unidade de tratamento preliminar.....	19
4.2.1.2 Unidades de tratamento complementar ao tanque séptico.....	19
4.2.2 Unidades de disposição final	21
4.2.3 Desempenho dos sistemas descentralizados	21
5 TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE LODO	24
6 DISPOSIÇÃO FINAL DE ESGOTO TRATADO	27
6.1 Disposição em Cursos d'água	27
6.2 Sistema de Disposição Oceânica (SDO)	32
6.3 Reuso.....	33
6.3.1 Reuso direto planejado das águas	34
6.3.2 Reuso indireto não planejado das águas	36
6.3.3 Reuso indireto planejado das águas	36
7 CONTROLE DA QUALIDADE DO ESGOTO TRATADO.....	41
8 MONITORAMENTO AMBIENTAL.....	43

8.1	Legislação aplicável.....	43
8.2	Parâmetros analisados	44
8.2.1	DBO ₅	46
8.2.2	Cor aparente	47
8.2.3	DQO	48
8.2.4	Escherichia Coli	48
8.2.5	Compostos nitrogenados	48
8.2.6	Fósforo	49
8.2.7	Oxigênio dissolvido	49
8.2.8	pH	50
8.2.9	Óleos e graxas	50
8.2.10	Sólidos Sedimentáveis.....	51
8.2.11	Sólidos em suspensão	51
8.2.12	Temperatura	51
8.2.13	Surfactantes	51
8.2.14	Turbidez	52
8.3	Indicadores.....	53
8.3.1	Balneabilidade	53
8.3.2	Atendimento de Esgoto.....	54
8.3.3	Conformidade do Esgoto Tratado.....	55
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

CAPÍTULO II - DIAGNÓSTICO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM FLORIANÓPOLIS	61
1 INTRODUÇÃO.....	62
2 DEMANDA DE ÁGUA PER CAPITA EM FLORIANÓPOLIS	63
3 ESTIMATIVAS DE GERAÇÃO E DE TRATAMENTO DE ESGOTO	65
3.1 Estimativa de geração de esgoto sanitário	65
3.2 Medidas de vazões atuais das estações de tratamento de esgoto sanitário (sistemas semi-centralizados).....	65
3.3 Vazões atuais de tratamento de esgoto sanitário (sistemas descentralizados)	66
4 SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM OPERAÇÃO	67
4.1 Sistema de Esgotamento Sanitário – SES Canasvieiras	67

4.2	Sistema de Esgotamento Sanitário – SES Barra da Lagoa.....	70
4.3	Sistema de Esgotamento Sanitário – SES Lagoa da Conceição	72
4.4	Sistema de Esgotamento Sanitário – SES Insular	74
4.5	Sistema de Esgotamento Sanitário – SES Saco Grande	77
4.6	Sistema de Esgotamento Sanitário - SES ParqTec	79
4.7	Sistema de Esgotamento Sanitário – SES Florianópolis Continente	81
4.8	Sistema de Esgotamento Sanitário – SES Jurerê Internacional.....	82
5	SISTEMAS DESCENTRALIZADOS	85
5.1	Orientações Gerais.....	85
5.2	Áreas não atendidas pelo sistema convencional	87
6	DISPOSIÇÃO FINAL DO ESGOTO TRATADO.....	90
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91

CAPÍTULO III - PROGNÓSTICO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM FLORIANÓPOLIS

1	INTRODUÇÃO	93
2	PROJEÇÃO POPULACIONAL EM FLORIANÓPOLIS	94
2.1	Dados IBGE	94
2.2	Projeção de crescimento	95
2.2.1	Método de projeção aritmética ou linear.....	96
2.2.2	Método de projeção geométrica	97
2.2.3	Método de crescimento logístico	98
2.2.4	Projeção de crescimento Campanário (2007)	101
2.2.5	Projeção de crescimento Guarda (2012).....	102
2.2.6	Reflexões sobre as projeções de crescimento	103
2.3	O crescimento populacional nos distritos.....	107
2.3.1	Distrito de Canasvieiras	108
2.3.2	Distrito de Cachoeira do Bom Jesus	110
2.3.3	Distrito de Ingleses	111
2.3.4	Distrito de Santo Antônio de Lisboa	112
2.3.5	Distrito de Ratoles	113
2.3.6	Distrito de Rio Vermelho	114
2.3.7	Distrito Sede	115

2.3.8	Distrito Lagoa da Conceição.....	116
2.3.9	Distrito Barra da Lagoa.....	117
2.3.10	Distrito Ribeirão da Ilha.....	118
2.3.11	Distrito Campeche	119
2.3.12	Distrito Pântano do Sul	120
2.3.13	Reflexões sobre o crescimento populacional nos distritos.....	121
3	PROJEÇÃO DA DEMANDA DE ÁGUA EM FLORIANÓPOLIS.....	123
4	PROJEÇÃO DA DEMANDA DE TRATAMENTO DE ESGOTO EM FLORIANÓPOLIS.....	126
5	POSSIBILIDADES DE DISPOSIÇÃO FINAL DE ESGOTO TRATADO	133
5.1	CURSOS D'ÁGUA.....	133
5.2	REUSO.....	136
5.2.1	Demanda de reuso não potável em Florianópolis	136
5.2.2	Demanda de água de reuso potável indireto em Florianópolis	139
5.2.3	Demanda de água de reuso potável direto em Florianópolis	141
5.3	Sistemas de Disposição Oceânica.....	141
5.4	Sistemas descentralizados e individuais.....	149
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	152

CAPÍTULO IV - RESTRIÇÕES AMBIENTAIS PARA O ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM FLORIANÓPOLIS 154

1	INTRODUÇÃO	155
2	UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	156
2.1	Unidades de Conservação Federais.....	159
2.1.1	Estação Ecológica de Carijós	159
2.1.2	Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé.....	159
2.1.3	Reserva Biológica Marinha do Arvoredo	160
2.1.4	Área de Proteção Ambiental do Anhatomirim	160
2.1.5	Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca	161
2.2	Unidades de Conservação Estaduais	161
2.2.1	Parque Estadual do Rio Vermelho	161
2.2.2	Parque Estadual da Serra do Tabuleiro	162
2.2.3	Área de Proteção Ambiental do Entorno Costeiro do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro	162

2.3	Unidades de Conservação Municipais	164
2.3.1	Monumento Natural Municipal da Lagoa do Peri	165
2.3.2	Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição	167
2.3.3	Parque Natural Municipal da Lagoinha do Leste.....	167
2.3.4	Parque Municipal do Maciço da Costeira	168
2.3.5	Parque Municipal do Manguezal do Itacorubi	168
2.3.6	Parque Natural Municipal da Lagoa do Jacaré das Dunas do Santinho	169
2.3.7	Parque Natural Municipal do Morro da Cruz	170
2.3.8	Parque Annibal da Rocha Nunes Pires (Ponta do Sambaqui)	170
2.3.9	Monumento Natural Municipal da Galheta	171
2.4	Reservas Particulares do Patrimônio Natural - RPPN.....	171
2.4.1	RPPN Morro das Aranhas	172
2.4.2	RPPN Menino Deus.....	172
2.4.3	RPPN Rio Vermelho	172
3	CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS	173
4	CAPACIDADE SUPORTE.....	177
5	REUSO – RECARGA DE AQUÍFEROS.....	183
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	188

CAPÍTULO V - CONCEPÇÃO GERAL DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE FLORIANÓPOLIS	194
1 INTRODUÇÃO	195
2 CONSOLIDAÇÃO DOS RESULTADOS.....	196
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	203

CAPÍTULO I

CONCEITOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

1 INTRODUÇÃO

O Capítulo I – Conceitos do esgotamento sanitário - apresenta os conceitos técnicos básicos assumidos neste trabalho para embasar a compreensão dos demais capítulos do documento, além de breves revisões a respeito da temática relacionada aos serviços de esgotamento sanitário.

Primeiramente, são apresentadas definições relativas ao esgotamento sanitário e tipos de sistemas de tratamento utilizados no Brasil. Posteriormente, são abordadas as formas de disposição final do esgoto tratado, bem como os controles operacionais e de monitoramento que auxiliam na verificação da qualidade ambiental e eficiência da operação destes sistemas.

2 CONCEITOS

Água de infiltração: Toda água, proveniente do subsolo, indesejável ao sistema separador e que penetra nas canalizações (NBR 9648/86). A vazão de infiltração é um dos componentes do cálculo da vazão de projeto das redes coletoras de esgoto (NBR 9649/86). Seu valor depende de condições locais tais como o nível do lençol freático, a natureza do subsolo, a qualidade da execução da rede, o material da tubulação e tipo de junta utilizado (NBR 9649/86).

Capacidade de suporte do corpo hídrico: valor máximo de determinado poluente que o corpo hídrico pode receber, sem comprometer a qualidade da água e seus usos determinados pela classe de enquadramento.

Classe de qualidade: conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros (Resolução CONAMA 357/2005).

Contribuição pluvial parasitária: parcela de deflúvio superficial inevitavelmente absorvida pela rede coletora de esgoto sanitário (NBR 9648/86). Esta vazão de água não constitui o cálculo da vazão de projeto das redes coletoras de esgoto (NBR 9649/86), sendo que deve ser adicionada à vazão inicial para a análise de funcionamento e para o dimensionamento dos extravasores (NBR 12207/2016), que são previstos nos interceptores de esgoto (NBR 12207/2016) ou nas estações elevatórias (NBR 12208/92).

Corpo de água ou corpo hídrico: denominação genérica para qualquer curso de água, trecho de rio, reservatório artificial ou natural, lago, lagoa, aquífero ou canal de drenagem artificial.

Corpo receptor: qualquer corpo de água ou solo que recebe o lançamento de esgoto em seu estágio final (NBR 9648/86).

Demanda bioquímica de oxigênio – DBO: representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica presente na água através da decomposição microbiana aeróbia (ANA, 2018).

Emissário: tubulação que recebe esgoto exclusivamente na extremidade de montante (NBR 9649/86).

Enquadramento dos cursos d'água: estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo (Resolução CONAMA 357/2005).

Esgoto doméstico: despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas (NBR 9648/86).

Esgoto industrial: despejo líquido resultante dos processos industriais, respeitados os padrões de lançamento estabelecidos (NBR 9648/86).

Esgoto sanitário: despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e contribuição pluvial parasitária (NBR 9648/86).

Estação de Tratamento de Esgoto – ETE: conjunto de unidades de tratamento, equipamentos, órgãos auxiliares, acessórios e sistemas de utilidades, cuja finalidade é a redução das cargas poluidoras do esgoto sanitário e condicionamento da matéria residual resultante do tratamento (NBR 12209/2011). O tratamento de esgoto é usualmente classificado em nível preliminar, primário, secundário e terciário, sendo que a classificação do tipo de tratamento de determinada ETE está associada ao maior nível de tratamento existente em suas unidades (VON SPERLING, 2005).

Estação elevatória de esgoto sanitário: instalação que se destina ao transporte do esgoto do nível do poço de sucção das bombas ao nível de descarga na saída do recalque, acompanhando aproximadamente as variações da vazão afluyente (NBR 12208/92). Ou, em outras palavras: conjunto de instalações destinadas a transferir os esgotos de uma cota mais baixa para outra mais alta (ALEM SOBRINHO & TSUTIYA, 1999).

Eutrofização: processo de enriquecimento da água por nutrientes, especialmente, nitrogênio e/ou fósforo, levando ao aumento do crescimento, produção primária e biomassa de algas; mudanças no equilíbrio de organismos; e degradação da qualidade da água. Como consequências da eutrofização estão a degradação da saúde do ecossistema e/ou a prestação sustentável de produtos e serviços (FERREIRA et.al. 2011).

Indicador: trata-se de “[...] *um elemento informativo de natureza física, química, biológica, econômica, social e institucional representado por um termo ou expressão que possa ser medido, ao longo de determinado tempo, a fim de caracterizar ou expressar os efeitos e tendências e avaliar as inter-relações entre os recursos naturais, saúde humana e a qualidade ambiental (dos ecossistemas), estreitamente alinhado e harmonizado com o entendimento de aspectos econômicos, ambientais e sociais*” (FURTADO, 2009).

Q_{7,10}: é a menor vazão média consecutiva de sete dias que ocorreria com um período de retorno de uma vez em cada 10 anos. O cálculo da Q_{7,10} é probabilístico. (ANA, 2011).

Q₉₀: é a vazão determinada a partir das observações em um posto fluviométrico em certo período de tempo, em que em 90% daquele período as vazões foram iguais ou superiores a ela. Q₉₀ é a vazão com 90% de permanência no tempo. (ANA, 2011).

Q₉₈: é a vazão determinada a partir das observações em um posto fluviométrico em certo período de tempo, em que em 98% daquele período as vazões foram iguais ou superiores a ela. Q₉₈ é a vazão com 98% de permanência no tempo. (ANA, 2011).

Q_{mlt}: é a vazão média de longo termo ou vazão de longo período de uma bacia hidrográfica, ou seja, é a média das vazões medias anuais ou a média das médias. (SANTA CATARINA, 2006)

Rede coletora: conjunto constituído por ligações prediais (trecho do coletor predial compreendido entre o limite do terreno e o coletor de esgoto), coletores de esgoto (tubulação da rede coletora que recebe contribuição de esgoto dos coletores prediais em qualquer ponto ao longo de seu comprimento), e seus órgãos acessórios (NBR 9649/86).

Sistema de Esgoto Sanitário Separador – SES Separador: é o conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar somente o esgoto sanitário a uma disposição final conveniente, de modo contínuo e higienicamente seguro (NBR 9648/86). Este é

o tipo de sistema de esgotamento sanitário de maior ocorrência no Brasil, e previsto no Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de Florianópolis.

Sistema de Esgoto Sanitário Centralizado: consiste em um sistema de esgoto que coleta águas residuais que são transportadas para uma estação de tratamento de esgoto sanitário, geralmente localizada fora dos limites da cidade (LIBRALATO et al, 2011).

Sistema de Esgoto Sanitário Descentralizado: o tratamento descentralizado é definido principalmente pelo fato de que as águas residuais são tratadas próximas à fonte (LIBRALATO et al, 2011). Neste tipo de classificação podem ser incluídos os tratamentos uni ou multifamiliares, como por exemplo: fossa, filtro e sumidouro e *wetlands*.

Sistema de Esgoto Sanitário Semi-Centralizado: o esgoto sanitário não é tratado no local onde é gerado, e nem fora dos limites das cidades (LIBRALATO et al, 2011). A geração de esgoto de aglomerados maiores é encaminhada a unidades centrais de tratamento de esgoto, dentro do mesmo município.

Tratamento Preliminar de Esgoto: remoção de sólidos grosseiros por mecanismos físicos (VON SPERLING, 2005).

Tratamento Primário de Esgoto: remoção de sólidos sedimentáveis (inclusive parte da matéria orgânica) por mecanismos físicos (VON SPERLING, 2005).

Tratamento Secundário de Esgoto: o objetivo principal é a remoção de matéria orgânica, e eventualmente a remoção de nutrientes (nitrogênio e fósforo) (VON SPERLING, 2005). Predominam, nesta etapa, os mecanismos biológicos (VON SPERLING, 2005).

Tratamento Terciário de Esgoto: remoção de poluentes específicos ou remoção complementar de poluentes não removidos suficientemente na etapa secundária de tratamento (VON SPERLING, 2005). A remoção de nutrientes também pode ser classificada neste nível de tratamento, assim como a eliminação de organismos patogênicos (VON SPERLING, 2005). Neste trabalho, o tratamento terciário de esgoto é entendido como a remoção de nutrientes específicos.

Tratamento Avançado de Esgoto: usado quando há necessidade de remoção adicional de constituintes residuais devido sua toxicidade ou para potenciais aplicações de reutilização de água. Exemplos incluem adsorção de carvão ativado para remoção de compostos orgânicos voláteis, troca iônica para remoção de íons específicos, processos oxidativos avançados para degradação de compostos orgânicos recalcitrantes, etc. (RIFFAT; 2012).

3 GERAÇÃO DO ESGOTO SANITÁRIO

Para o dimensionamento dos sistemas de esgotamento sanitário do tipo separador leva-se em conta a geração de esgoto doméstico, de esgoto industrial e das águas de infiltração. As águas pluviais, portanto, não devem ser transportadas pelos sistemas de esgotamento sanitário.

3.1 Esgoto Doméstico

A contribuição de esgoto doméstico, por sua vez, depende dos seguintes fatores (ALEM SOBRINHO & TSUTIYA, 1999):

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

3.1.1 População da área de projeto

Para o estudo da projeção populacional dos municípios devem ser levados em consideração os seguintes aspectos (ALEM SOBRINHO & TSUTIYA, 1999):

- Qualidade das informações que servirão de base para a projeção populacional;
- Efeito do tamanho da área (em geral, para áreas pequenas os erros esperados na projeção populacional são maiores);
- Período de tempo alcançado pela projeção (quanto mais longo maiores serão os erros esperados);
- Compatibilização das diversas projeções realizadas, para diferentes níveis geográficos.

A evolução do crescimento populacional das áreas urbanas deve ser estudada de forma complementar e harmônica ao estudo de uso e ocupação do solo, considerando o município como um todo. Se o município for composto por

mais de um distrito, deve-se estudar e projetar a participação de cada distrito na população total do município (ALEM SOBRINHO & TSUTIYA, 1999).

Com os dados censitários e a população atual inferida por meio das chamadas variáveis sintomáticas (ligações de água, luz, imposto predial), a projeção da população deve ser feita utilizando-se a expressão matemática que melhor se ajustar aos dados históricos levantados. No caso do esgoto sanitário, a quantidade de esgoto gerada possui uma relação direta com a população residente e flutuante abastecida por água (ALEM SOBRINHO & TSUTIYA, 1999).

3.1.1.1 População flutuante

É a população que se estabelece no núcleo urbano por curtos períodos de tempo, como no caso dos municípios de veraneio (a exemplo de Florianópolis).

A avaliação da população flutuante pode ser feita a partir das informações do censo demográfico, discriminando os domicílios por tipo de ocupação: residencial, ocasional, fechado e vago, permitindo estimar a proporção entre os domicílios de uso ocasional e os de uso residencial. Outra alternativa para realizar esta avaliação são as séries de informações sobre o consumo de energia elétrica das concessionárias de energia elétrica, que normalmente contam com informações detalhadas e com cobertura bastante elevada (ALEM SOBRINHO & TSUTIYA, 1999).

Pode ser mencionada ainda como fonte para o cálculo dessa população a variação do consumo de água, a variação do fluxo de veículos, a geração de resíduos sólidos domiciliares, o crescimento da capacidade instalada na região para alojamento e atendimentos ambulatoriais de saúde (ALEM SOBRINHO & TSUTIYA, 1999).

3.1.1.2 Distribuição demográfica

Para elaboração dos projetos de esgotamento sanitário e de abastecimento de água há necessidade de se conhecer a distribuição da

população atual da área de projeto e a evolução dessa distribuição quanto aos adensamentos e ocupação de novas áreas, ao longo do período do projeto (ALEM SOBRINHO & TSUTIYA, 1999).

A densidade atual pode ser estimada por meio dos dados dos setores censitários, de ligações de energia elétrica, de água, ou por meio de pesquisas em campo com amostras representativas de contagem de domicílios e do número de habitantes por domicílio (ALEM SOBRINHO & TSUTIYA, 1999).

Para estimativas de densidades demográficas futuras é preciso considerar os seguintes aspectos:

- Parâmetros da ocupação atual e instrumentos de gestão territorial;
- Planos e projetos aprovados e em estudo na Prefeitura Municipal;
- Características das áreas: topografia, aptidão do solo à urbanização, facilidades de expansão, existência de áreas protegidas ambientalmente e preço do terreno;
- Existência de infraestrutura: água, esgoto, águas pluviais, transporte, comunicação, etc.

Com base na análise da ocupação atual podem-se definir as áreas homogêneas, cujas previsões futuras podem ser feitas mediante os métodos de previsão demográfica já vistos anteriormente. Como as redes de esgotos são normalmente projetadas para uma população de saturação, as densidades de saturação das áreas podem ser definidas pela lei de zoneamento da cidade, caso exista. Desta forma, destaca-se mais uma vez a necessidade de compatibilização do plano municipal de saneamento com o plano diretor (ALEM SOBRINHO & TSUTIYA, 1999).

3.1.2 Contribuição per capita e por economia

A contribuição de esgoto sanitário depende do abastecimento de água, havendo, portanto, nítida correlação entre o consumo de água e a contribuição para a rede de esgotos. Tradicionalmente em nosso país utiliza-se o consumo per capita empregado para projetos de sistemas de abastecimento de água para

se projetar o sistema de esgotamento sanitário. Entretanto, para o dimensionamento do sistema de esgotamento sanitário deve ser utilizado o consumo de água efetivo per capita, não incluindo as perdas de água. A contribuição per capita de esgoto é o consumo de água efetivo per capita multiplicado pelo coeficiente de retorno (ALEM SOBRINHO & TSUTIYA, 1999).

3.1.3 Coeficiente de retorno: relação esgoto/água

O coeficiente de retorno é a relação entre o volume de esgoto sanitário recebido na rede coletora e o volume de água efetivamente fornecido à população. Do total de água consumida somente uma parcela retorna ao esgoto, sendo que o restante é utilizado para lavagem de carros, lavagem de calçadas e ruas, rega de jardins e hortas, irrigação de parques públicos, lavagem de quintais, terraços de residências, etc. Assim, o coeficiente de retorno depende de fatores locais como localização e tipo de residência (alto ou baixo padrão), condições de arruamentos das ruas (pavimentado ou não), tipo de clima e outros fatores (ALEM SOBRINHO & TSUTIYA, 1999).

De modo geral, o coeficiente de retorno situa-se na faixa de 0,5 a 0,9, dependendo das condições locais. Em áreas residenciais com muitos jardins os valores são menores, enquanto que nas áreas centrais densamente povoadas os valores tendem a ser mais elevados. A NBR 9649 da ABNT recomenda o valor de 0,8 para o coeficiente de retorno na ausência de valores obtidos em campo.

3.1.4 Coeficientes de variação de vazão

Conhecida a população, o consumo de água efetivo per capita e o coeficiente de retorno, pode-se calcular a vazão média de esgoto doméstico. Entretanto, essa vazão não é distribuída uniformemente ao longo dos dias e das horas. Ela varia também ao longo dos meses e estações do ano, e depende de fatores como a temperatura e a precipitação atmosférica (ALEM SOBRINHO & TSUTIYA, 1999).

Por este motivo para o projeto dos sistemas de esgoto sanitário são importantes os seguintes coeficientes:

- k_1 , coeficiente de máxima vazão diária – é a relação entre a maior vazão diária verificada no ano e a vazão média diária anual;
- k_2 , coeficiente de máxima vazão horária – é a relação entre a maior vazão observada em um dia e a vazão média horária do mesmo dia;
- k_3 , coeficiente de mínima vazão horária – é a relação entre a vazão mínima e a vazão média anual.

Os valores dos coeficientes podem variar a depender das características locais. Tais coeficientes podem ser obtidos através de análise de dados locais ou por meio de equações empíricas (QASIM, 1998; SPERLING 2005). Na falta de valores obtidos com medições, a NBR 9649 da ABNT recomenda o uso de $k_1 = 1,2$, $k_2 = 1,5$ e $k_3 = 0,5$. Esses valores são considerados contínuos ao longo do tempo, qualquer que seja a população existente na área.

3.2 Infiltrações

As contribuições indevidas nas redes de esgoto podem ser originárias do subsolo – genericamente designadas como infiltrações – ou podem provir do encaminhamento acidental ou clandestino de águas pluviais. Segundo a NBR 9649 (ABNT, 1986), apenas a infiltração pelo subsolo deve ser considerada na elaboração dos projetos das redes coletoras de esgotos. Quanto às contribuições de águas pluviais, segundo a NBR 12207 (ABNT, 2016), devem ser consideradas apenas para o dimensionamento dos extravasores dos interceptores de esgoto sanitário (ALEM SOBRINHO & TSUTIYA, 1999).

Desta forma, independentemente da vazão, qualquer contribuição por escoamento pluvial nas redes coletoras de esgoto descaracterizam o sistema de esgotamento sanitário. A rigor, as águas pluviais não deveriam chegar aos coletores de sistemas do tipo separador, mas, na realidade, podem chegar não somente por infiltração nos poços de visita, mas também devido às ligações prediais clandestinas (ALEM SOBRINHO & TSUTIYA, 1999).

Além da evidente sobrecarga do sistema de coleta, Von Sperling (2005) cita que a entrada de águas pluviais nos sistemas de esgotamento sanitário do tipo separador influencia diretamente o hidrograma típico de uma ETE. O

resultado disso é o excesso de aumento da vazão afluyente à ETE em momentos de chuva, que pode causar uma série de problemas operacionais, como o arraste e perda da biomassa do sistema de tratamento. Para situações como essa, pode ser recomendável o uso de sistema *by-pass*, visando evitar danos à operação da ETE e conforme recomendação de projeto da NBR 12209 (ABNT, 2011) em seus itens 5.3 e 5.4.

Para evitar este tipo de problema, o serviço de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas deve obrigatoriamente operar de forma paralela ao esgotamento sanitário. Como medidas paliativas, podem ser realizadas campanhas educativas e ações constantes de fiscalização de ambos os sistemas. Como este tipo de contribuição no Brasil não deve fazer parte do sistema de esgotamento sanitário, não será abordada sua forma de estimativa neste documento, sendo o entendimento geral de que os sistemas de esgotamento sanitário servem apenas aos efluentes sanitários.

As águas de infiltração são águas subterrâneas originárias do subsolo, quando os sistemas de coleta e afastamento estão construídos abaixo do nível do lençol freático, sendo que este nível pode ser naturalmente alto ou ter seu nível elevado devido a chuvas excessivas. As águas do subsolo penetram nos sistemas pelos seguintes meios (ALEM SOBRINHO & TSUTIYA, 1999):

- Pelas juntas das tubulações;
- Pelas paredes das tubulações;
- Por meio das estruturas dos poços de visita, tubos de inspeção e limpeza, terminal de limpeza, caixas de passagem, estações elevatórias, etc.

A quantidade de infiltração nas redes de esgoto sanitário depende dos materiais empregados, do estado de conservação, do assentamento das tubulações, bem como das características do solo, nível do lençol freático, tipo de solo, permeabilidade, etc. As áreas litorâneas (com terrenos arenosos e lençol freático à pequena profundidade) possuem condições mais propícias à infiltração. Em contraposição, nas regiões altas com lençol freático mais profundo e em solos argilosos, a infiltração tende a ser menor. Como fatores fundamentais na diminuição da vazão de infiltração podem-se destacar a

melhoria na qualidade dos materiais e das juntas e os controles mais eficientes de execução de obras (ALEM SOBRINHO & TSUTIYA, 1999).

A norma NBR 9649 (ABNT, 1986), no que se refere ao coeficiente de infiltração, afirma que o valor da taxa de infiltração adotado em projeto deve ser justificado, e estar entre 0,05 e 1,0 l/s por quilômetro de rede.

4 SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Com relação às definições para os tipos de sistema de coleta e tratamento de esgoto existente, este documento assume três diferentes conceitos, já apresentados no item dois: sistemas centralizados, sistemas semi-centralizados e sistemas descentralizados. Todos estes tipos de sistemas precisam atender a um número máximo de habitantes (vazão de efluentes), além de necessitarem de controle operacional e monitoramento ambiental para o atendimento dos padrões legais aplicáveis.

Conforme consultoria do banco KfW, as soluções para os sistemas centralizados ou semi-centralizados devem ser estudadas em termos de viabilidade técnica e econômica para populações urbanas a partir de 1.000 habitantes (KfW, 2015). Abaixo disso devem ser privilegiados sistemas descentralizados. A densidade demográfica e as características geofísicas também podem interferir nesta decisão: sistemas descentralizados são indicados para locais com baixa ocupação populacional, como em loteamentos e em meios rurais, e com topografia desfavorável à execução de um sistema convencional.

Tanto nas soluções centralizadas ou semi-centralizadas, quanto nos sistemas descentralizados, existem diferentes tipos de processos para a remoção/redução dos contaminantes presentes no esgoto sanitário, sendo eles classificados em (Tabela 1):

Tabela 1 - Tipos de processos de tratamento de esgoto sanitário.

Processos físicos	Remoção de resíduos e contaminantes por ação física. Exemplos: gradeamento, sedimentação e filtração.
Processos químicos	Trata-se da adição de compostos químicos (como cloreto de ferro, taninos, etc.) para precipitação de constituintes do esgoto, assim como para sua desinfecção (como hipoclorito, gás cloro, etc.).
Processos biológicos	Baseiam-se na atividade biológica para remoção de compostos poluentes. Dependendo do tipo de metabolismo do organismo, tais processos podem ser subdivididos em aeróbios e anaeróbios.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na sequência serão indicadas as tecnologias usualmente aplicadas no tratamento dos esgotos sanitários nos sistemas centralizados e semi-centralizados e nos sistemas de esgotamento sanitário descentralizados.

4.1 Sistemas Centralizados e Sistemas Semi-Centralizados

Estes sistemas são indicados para locais com elevada densidade populacional. A diferença entre eles está basicamente no número de estações de tratamento de esgoto, sendo que nos sistemas centralizados há uma única Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) para toda a população do município, e nos sistemas semi-centralizados há mais de uma ETE, atendendo a diferentes regiões e cada qual com seu tipo de tratamento. Deve-se ressaltar, contudo, que ambos os sistemas podem possuir soluções descentralizadas (de pequeno porte) para o tratamento de esgoto em alguns locais específicos, que não possuam viabilidade técnica e/ou econômica para implantação de sistemas centralizados ou semi-centralizados.

Com relação aos níveis de tratamento do esgoto em uma ETE, estes são classificados neste trabalho como tratamento preliminar, primário, secundário e terciário. Para definição do nível de tratamento deve-se considerar o impacto ambiental do lançamento no corpo receptor e no uso da água, os objetivos do tratamento e as eficiências de remoção desejadas. Os requisitos a serem atingidos para o efluente são função de legislação específica e das restrições ambientais, que preveem padrões de qualidade para o esgoto e para o corpo receptor.

Existem diversas tecnologias de tratamento que podem ser utilizadas individualmente ou em conjunto para tratar o esgoto sanitário. Considerando o nível de tratamento secundário (amplamente empregado nos sistemas centralizados e semi-centralizados no Brasil), de acordo com Von Sperling (2005) podem ser destacadas, dentre outras tecnologias, as lagoas de estabilização (lagoas facultativas, aeróbias, anaeróbia; dentre outras), os sistemas anaeróbios (filtro anaeróbio; reator UASB), os lodos ativados (do tipo convencional, com aeração prolongada, com fluxo intermitente, ou com remoção

biológica de nitrogênio e/ou fósforo), os reatores aeróbios com biofilme (biodisco, biofiltro, filtro de alta e de baixa carga), etc.

4.2 Sistemas descentralizados

Dentre os tipos de tecnologias empregadas para os sistemas descentralizados estão os sistemas de tanque séptico com sistema biológico compacto, os sistemas de tanque séptico com sistema de filtração; os sistemas de tanque séptico com sistemas de infiltração (sumidouros, valas, leitos e terraplanos), os *wetlands*, entre outros.

Neste contexto, pode-se destacar as informações da consultoria do banco alemão de desenvolvimento (KfW, 2015), no Programa de Saneamento para pequenos municípios, realizada para a Secretaria de Desenvolvimento Sustentável (SDS) do Estado de Santa Catarina. A empresa Dahlem Beratende Ingenieure foi contratada pelo KfW em setembro de 2015 para elaborar uma série de documentos, divididos em seis fases. Na terceira fase do documento elaborado - *Estudo sobre sistemas individuais e comunitários de esgotamento sanitário em diversos países e elaboração de critérios para definição de futuros sistemas de esgotamento* – recomenda-se um limite máximo de 50 habitantes para utilização de sistemas individuais/ locais, entendidos neste trabalho como os sistemas uni ou multifamiliares para tratamento de esgotos sanitários.

Além disso, o referido estudo sugeriu ao Estado de Santa Catarina a implementação de um sistema similar ao francês. Na França, o órgão público federal SPANC (*Le Service Public d'Assainissement Non Collectif*) possui a função de coordenar, orientar, fiscalizar e controlar municípios ou empresas particulares durante o estabelecimento, manutenção e operação de sistemas descentralizados (unifamiliares ou não), que conforme já afirmado, também precisam obedecer aos padrões legais vigentes de remoção de poluentes. Os municípios ou empresas particulares assumiriam a responsabilidade das obras e a sua operação.

Neste sentido, além da evidente necessidade de regulamentação específica para este setor que é objeto das ações do Plano Municipal Integrado

de Saneamento Básico de Florianópolis, pode-se afirmar que existem pelo menos dois caminhos possíveis para a prestação de serviços em sistemas descentralizados no país:

1. A prestação desses serviços pela concessionária que possui o contrato vigente com a Prefeitura municipal para prestação e serviços de esgotamento sanitário, por:
 - a. Prestação direta dos serviços;
 - b. Gerenciamento de prestadores particulares de serviços;
2. A exploração do serviço de sistemas descentralizados pela iniciativa privada.

4.2.1 Concepções de tratamento de esgoto usualmente empregadas no Município de Florianópolis

Existem diversas concepções de tratamento de esgoto que podem ser empregadas nos sistemas descentralizados, desde as mais simples às mais tecnológicas. Entretanto, nesse capítulo, serão apresentadas somente as usualmente empregadas no Município de Florianópolis, conforme a tabela 2 abaixo:

Tabela 2 - Unidades dos sistemas de tratamento de esgoto descentralizado usualmente adotadas em Florianópolis.

Edificações unifamiliares ou outras de pequeno porte	Tanque séptico seguido de unidades complementares de tratamento, combinadas ou não (filtro anaeróbio, filtro aeróbio, lodos ativados, <i>wetlands</i> construídos e desinfecção), de disposição final (valas de infiltração sumidouros, e lançamento na drenagem pluvial).
Edificações multifamiliares e parcelamentos de solo.	Estação compacta de tratamento de esgoto por lodos ativados, com e sem remoção de nutrientes, seguida de disposição final (sumidouros, valas de infiltração ou lançamento na drenagem pluvial).

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.2.1.1 Unidade de tratamento preliminar

Tanque séptico

O tanque séptico é uma unidade cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal para o tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão (NBR 7229/1993).

4.2.1.2 Unidades de tratamento complementar ao tanque séptico

Filtro anaeróbio

O filtro anaeróbio é um reator biológico de fluxo ascendente, composto por uma câmara inferior vazia e uma câmara superior preenchida de meio filtrante submerso, onde atuam microrganismos facultativos e anaeróbios responsáveis pela estabilização da matéria orgânica (NBR 13969:1997).

Filtro aeróbio

O filtro aeróbio é um reator biológico composto de câmara reatora, contendo meio filtrante submerso, basicamente aeróbia, onde ocorre a depuração do esgoto, e a câmara de sedimentação, onde os flocos biológicos são sedimentados e retornados para a câmara reatora (NBR 13969:1997).

Lodos ativados

Segundo von Sperling (1997), o sistema de lodos ativados é composto, em sua etapa biológica pelo tanque de aeração, tanque de decantação secundária e pela recirculação do lodo.

No tanque de aeração, também chamado de reator, ocorrem as reações bioquímicas de remoção da matéria orgânica e, em determinadas condições, da matéria nitrogenada. Já no decantador secundário ocorre a sedimentação dos sólidos (biomassa), permitindo a clarificação do efluente final. A biomassa sedimentada no fundo do decantador secundário é recirculada para o reator, aumentando a sua concentração nessa unidade e, conseqüentemente, a eficiência do sistema.

Usualmente adiciona-se ao sistema de lodos ativados um tanque de retenção de sólidos, unidade de tratamento preliminar destinada à remoção de sólidos grosseiros e, quando a disposição final é o lançamento na galeria de drenagem pluvial, incluem-se também os tanques anaeróbio e anóxico, bem como as recirculações necessárias para promover a remoção da matéria nitrogenada.

Wetlands Construídos

A variante usualmente instalada é a de escoamento horizontal subsuperficial, onde, conforme von Sperling (1997); Sezerino (2018), o líquido a ser tratado é disposto na porção inicial do leito, denominada “zona de entrada” (geralmente composta por brita de maior porte ou material similar), atingindo a zona principal do leito, por onde irá escoar vagorosamente através do material filtrante (também denominado meio suporte ou substrato; geralmente brita ou cascalho), até atingir a porção final, na extremidade oposta (também composta por brita de maior porte), denominada “zona de saída”. O escoamento predominante do líquido ocorre de forma horizontal, ao longo da seção longitudinal, e o nível do líquido fica abaixo do nível superior do material filtrante. O escoamento ocorre, portanto, em um meio saturado hidraulicamente, em que os espaços vazios entre os grãos do meio suporte estão preenchidos pelo líquido em tratamento.

Desinfecção

A desinfecção faz-se necessária sempre que os efluentes tratados tenham como destinação final as galerias de águas pluviais ou o reuso.

A alternativa usualmente empregada para a desinfecção do esgoto tratado, pela sua facilidade operacional, é a cloração por pastilha de hipoclorito de cálcio. O efluente é conduzido por uma tubulação, onde são adicionadas as pastilhas, e direcionado ao tanque de contato, permanecendo, no mínimo, por 30 minutos (NBR 13969:1997).

4.2.2 Unidades de disposição final

Valas de infiltração

É uma unidade de tratamento/disposição final do esgoto que consiste na percolação do mesmo no solo, onde ocorre a depuração devido aos processos físicos (retenção de sólidos) e bioquímicos (oxidação) e, como utiliza o solo como meio filtrante, seu desempenho depende diretamente das características desse solo, ou seja, da sua capacidade de percolação, bem como do seu grau de saturação (nível lençol freático).

Geralmente é empregado em locais com boa disponibilidade de área e, no caso de nível de aquífero raso, o fundo da vala deve situar-se no mínimo 1,5 m acima do nível máximo desse (NBR 13969:1997).

Sumidouro

É a unidade de depuração e de disposição final do efluente verticalizado em relação à vala de infiltração, conseqüentemente, seu uso é favorável somente nas áreas onde o aquífero é profundo, devendo-se garantir também a distância vertical de 1,5 m entre o seu fundo e o nível máximo do aquífero (NBR 13969:1997).

Lançamento na drenagem pluvial

O efluente do sistema local de tratamento de esgoto pode ser lançado na drenagem pluvial desde que autorizado pela municipalidade, bem como que a sua qualidade atenda aos parâmetros de lançamento ao corpo receptor para onde a galeria lance suas águas, conforme padrões estabelecidos na legislação federal, estadual e municipal.

4.2.3 Desempenho dos sistemas descentralizados

As Tabelas 3, 4, 5 e 6 abaixo apresentam as faixas esperadas de desempenho de tratamento (em %) das unidades mais usuais, no que se refere à remoção dos poluentes, ressaltando-se que a obtenção desses valores são influenciados pela temperatura, pela adequação do projeto e da construção, bem como pelas condições operacionais e de manutenção.

Tabela 3 - Faixas de eficiências dos filtros anaeróbio e aeróbio considerando em conjunto com o tanque séptico.

Parâmetro/Unidade	Filtro anaeróbio	Filtro aeróbio
DBO _{5,20}	40 a 75	60 a 95
DQO	40 a 70	50 a 80
Sólidos Sedimentáveis	70 ou mais	90 ou mais
Nitrogênio Amoniacal	-	30 a 80
Nitrato	-	30 a 70
Fosfato	20 a 50	30 a 70
Coliformes fecais	-	-

Fonte: NBR 13969:1997.

Tabela 4 - Faixas de eficiência esperadas das unidades de lodos ativados

Parâmetro/ Unidade	Lodos Ativados Convencional	Lodos Ativados Aeração Prolongada
DBO	85 - 95	93 - 98
DQO	85 - 90	90 - 95
Sólidos em suspensão	85 - 95	85 - 95
Amônia	85 - 95	90 - 95
Nitrogênio	25 - 30	15 - 25
Fósforo	25 - 30	10 - 20
Coliformes	60 - 90	70 - 95

Fonte: von Sperling, 1997.

Tabela 5 - Faixas esperadas de desempenho do *wetland* construído de escoamento horizontal subsuperficial.

Parâmetro/Unidade	Wetlands horizontais com prévio tratamento primário ¹	Wetlands horizontais com prévio tratamento secundário de baixa eficiência ²
DBO	> 85	> 90
DQO	> 80	> 85
SST	> 85	> 90
N amoniacal	< 40	< 40
N total	< 50	< 50
Fósforo total	< 20	< 20
Coliformes termotolerantes	1 a 3 unidades log	1 a 3 unidades log
1 Gradeamento e desarenação		
2 Tanques séptico, reatores anaeróbios de manta de lodo e fluxo ascendente, reatores anaeróbios compartimentados		

Fonte: Von Sperling (1997); Sezerino (2018).

Características adicionais das unidades de tratamento

Tabela 6 - Características adicionais das unidades de tratamento.

Processo/ característica	Tanque séptico	Filtro anaeróbio	Filtro aeróbio	Lodos ativados	Wetlands Construídos
Área necessária	Reduzida	Reduzida	Reduzida	Reduzida	Elevada
Custo de implantação	Baixo	Baixo	Médio	Alto	Médio
Operação	Simples	Simples	Simples	Alta complexidade	Simples
Custo operacional	Baixo	Baixo	Alto	Alto	Baixo
Manutenção	Simples	Simples	Simples	Alta complexidade	Média complexidade
'1'Odor/ cor no efluente	Sim	Sim	Não	Não	Não

Fonte: NBR 13969:1997

5 TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE LODO

Durante o processo de tratamento de efluentes ocorre a geração de um resíduo semissólido, pastoso e de natureza predominantemente orgânica, chamado de lodo de esgoto (ANDRADE, 1999). O processamento e a disposição final do lodo podem representar até 60% do custo operacional de uma estação de tratamento de esgoto (VON SPERLING, 2005).

A princípio todos os processos de tratamento biológico geram lodo (independentemente de o sistema ser descentralizado, semi-centralizado ou centralizado) e estes podem ser classificados da seguinte forma:

- Lodo primário: composto pelos sólidos sedimentáveis do esgoto bruto e gerados nos decantadores primários;
- Lodo secundário: também chamado de lodo biológico, esse lodo é a própria biomassa que cresceu devido ao alimento fornecido pelo esgoto;
- Lodo químico: gerado em sistemas de tratamento que incorporam uma etapa físico-química.

A Tabela 7 traz um resumo dos principais subprodutos sólidos gerados no tratamento de esgotos, relacionando-os à etapa de tratamento em uma ETE.

Tabela 7 - Origem dos principais subprodutos sólidos gerados no tratamento de esgotos.

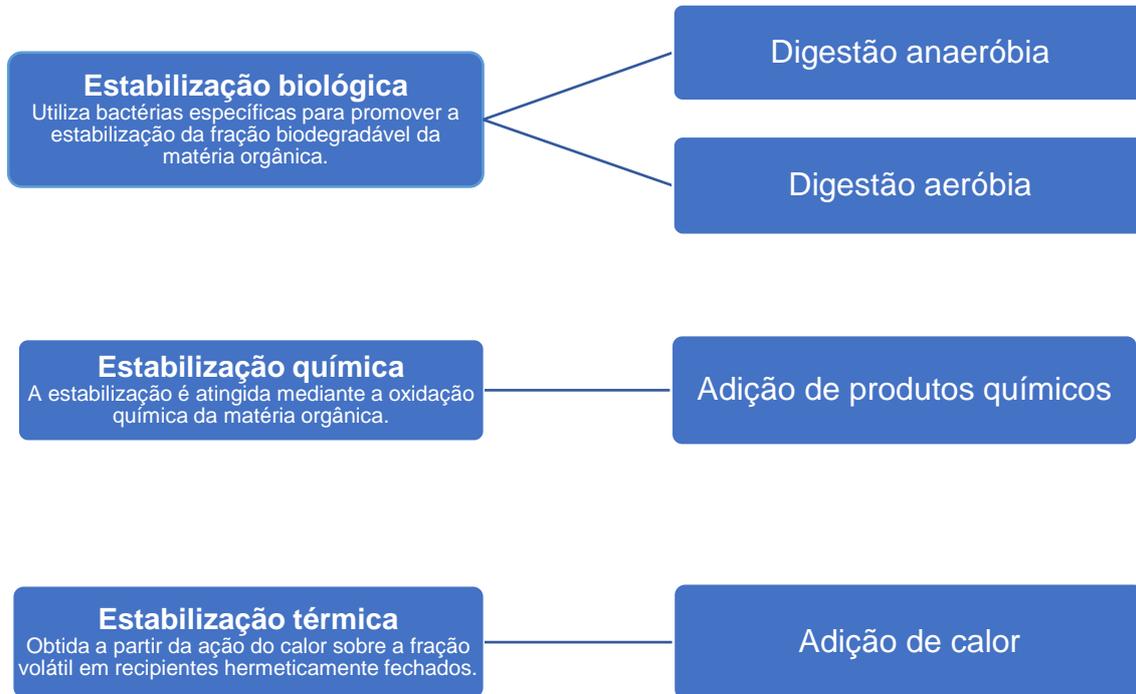
Subproduto sólido gerado	Origem do resíduo na ETE
Sólidos grosseiros	Gradeamento.
Areia	Caixa de areia.
Escuma	Desarenador, decantador primário, decantador secundário, reator anaeróbio e lagoa de estabilização.
Lodo primário	Tanque séptico e decantador primário.
Lodo biológico	Lodos ativados convencionais e de aeração prolongada, reatores aeróbios com biofilme, lagoas de estabilização, reatores UASB e filtros anaeróbios.
Lodo químico	Decantador primário com precipitação química e lodos ativados com precipitação de fósforo.

Fonte: adaptado de Andreoli et al, 2001; Metcalf e Eddy, 2002

O lodo de esgoto é rico em organismos patogênicos, facilmente putrescível e pode rapidamente desenvolver odores ofensivos. Para estabilizar a fração biodegradável da matéria orgânica presente no lodo, reduzir o risco de

putrefação e diminuir a concentração de patógenos foram desenvolvidos os processos de estabilização. Esses processos podem ser divididos em:

Figura 1 - Principais Processos de estabilização de lodos.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Uma operação fundamental para a redução de massa e volume do lodo é a remoção de umidade. Em uma ETE pode haver duas etapas de remoção da umidade: adensamento/espessamento e desaguamento. O adensamento é mais utilizado nos processos de tratamento primário, lodos ativados e filtros percoladores. O desaguamento, realizado com lodo digerido, tem impacto importante nos custos de transporte e destino final do lodo. Destaca-se que o adensamento resulta em lodo com teor de sólidos de 1% a 8%, e o desaguamento resulta em uma torta de sólidos acima de 8%, com uma média de 20% de teor de sólidos.

Estas tecnologias estão mais ligadas aos sistemas centralizados e semi-centralizados, no entanto as soluções descentralizadas para o tratamento de esgoto também precisam operar o tratamento e a destinação final do lodo. Para

os sistemas descentralizados, a atuação de caminhões limpa-fossa tem sido a alternativa mais comum no Brasil, sendo que o destino do lodo recolhido, neste caso, também precisa seguir a legislação ambiental (disposição em ETEs ou em aterros licenciados, por exemplo).

Com relação especificamente à destinação final do lodo, é comumente empregada a alternativa de descarte nos aterros sanitários licenciados. No entanto, já existem alguns estudos que indicam sua aplicação como insumo agrícola, fertilizante, incineração para geração de energia elétrica, e até mesmo na construção civil, a depender das características físicas, químicas e biológicas do lodo e da infraestrutura disponível (proximidade dos pontos de geração, transformação e reuso do resíduo).

6 DISPOSIÇÃO FINAL DE ESGOTO TRATADO

Nesse item são levantadas algumas formas de disposição final do esgoto tratado. Destaca-se que o esgoto/efluente tratado precisa retornar ao meio ambiente, sendo que obrigatoriamente deve ser eleita pelo menos uma das seguintes alternativas: i) disposição em curso de água; ii) disposição oceânica; iii) reuso direto e indireto, com destaque para a disposição em solo visando a recarga de aquífero.

6.1 Disposição em Cursos d'água

A tese fundamental que rege a descarga de efluentes e o controle da contaminação dos cursos d'água consiste no fato das estações de tratamento se ocuparem parcialmente desse trabalho, deixando para a natureza parte da tarefa de despoluição. No passado, acreditava-se que a natureza faria mais do que deveria desse trabalho e, por consequência, a capacidade de assimilação de inúmeros corpos receptores foi excedida e assim, aconteceram as contaminações (METCALF & EDDY, 2002). A importância da compreensão da poluição dos rios está na relação deste fenômeno para o tratamento de esgotos, tanto para determinar a qualidade permitida para o efluente que será lançado, quanto para definir o nível de tratamento que deverá ser alcançado e, até mesmo, para avaliar a impossibilidade do corpo hídrico de receber o esgoto tratado.

Após receber a matéria orgânica, o corpo d'água busca restabelecer o equilíbrio do meio aquático, fenômeno conhecido como autodepuração. Nesse processo, os compostos orgânicos são convertidos em compostos estáveis, como gás carbônico e água, que não são prejudiciais do ponto de vista ecológico. Para avaliar a capacidade de diluição de um corpo receptor é preciso considerar as condições iniciais da qualidade da água, a variação do regime hidrológico (volume e vazão), o teor de oxigênio e a capacidade do corpo de se reoxigenar (VON SPERLING, 2005).

Por ser um processo que se desenvolve ao longo do tempo e considerando a dimensão do rio (o mais usual curso d'água receptor dos

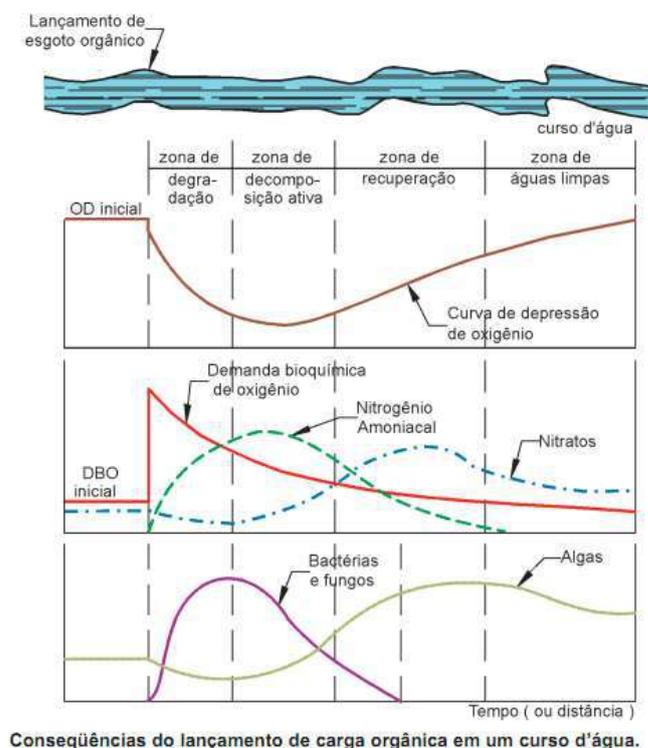
esgotos), predominantemente longitudinal, tem-se que os estágios da sucessão ecológica podem ser associados a zonas fisicamente identificáveis no rio (VON SPERLING, 2005). A Tabela 8 e a Figura 2 apresentam uma breve descrição e representação das quatro principais zonas de autodepuração.

Tabela 8 - Descrição das quatro principais zonas de autodepuração.

Zona de autodepuração	Descrição
Zona de degradação	Tem início logo após o lançamento do esgoto e tem como principal característica química a alta concentração de matéria orgânica.
Zona de decomposição ativa	Após a fase inicial de perturbação do ecossistema, este dá início a sua reorganização, com os microrganismos desempenhando ativamente suas funções de decomposição da matéria orgânica. Como consequência, o corpo d'água apresenta seus piores índices de qualidade.
Zona de recuperação	Após a fase e intenso consumo de matéria orgânica e de degradação do ambiente aquático, tem-se o início da recuperação. Nessa etapa, grande parte da matéria orgânica já foi transformada em compostos inertes.
Zona de águas limpas	As águas voltam a estar limpas, com as condições normais anteriores à poluição, pelo menos em relação ao oxigênio dissolvido, à matéria orgânica e aos teores de bactérias.

Fonte: Adaptado de von Sperling (2005).

Figura 2 - Perfil esquemático da concentração do oxigênio dissolvido, matéria orgânica e bactérias decompositoras ao longo do percurso no curso d'água.



Fonte MOTA, 1995

Inúmeras análises precisam ser feitas para compreender o processo de poluição por matéria orgânica dos cursos d'água, como o balanço do oxigênio dissolvido e os modelos de qualidade das águas. Estes estudos são específicos para cada caso, envolvendo informações do tipo e da quantidade de efluentes a serem lançados, das tecnologias de tratamento, informações dos rios e de toda a sua bacia hidrográfica. Por isso o assunto é considerado complexo, pois a ocupação desordenada e a falta de uma gestão territorial eficiente (que possibilite equacionar diversos usos da água em uma mesma bacia) podem comprometer a capacidade de suporte de um rio ao longo dos anos, mesmo que os equipamentos de remoção de poluição (ETE) operem com a eficiência inicialmente planejada.

Para o lançamento em cursos d'água deve-se observar o enquadramento das águas que recebem o esgoto tratado, conforme descrito no Capítulo 2. A Tabela 9 mostra as principais legislações referentes ao enquadramento em Santa Catarina.

Tabela 9 - Principais instrumentos legais referentes ao enquadramento em Santa Catarina.

Portaria FATMA 24/1979	Resolução CERH 03/2007	Resolução CERH 01/2008
Enquadra os cursos d'água do Estado	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água de Santa Catarina	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água de Santa Catarina
I - Enquadrar os cursos d'água do Estado de Santa Catarina, a seguir especificados, na classificação estabelecida pela Portaria GM nº 0013, de 15.01.76, do Ministério do Interior:	Art. 1º - Enquadrar os cursos d'água superficiais do Estado de Santa Catarina, a seguir especificados, como CLASSE ESPECIAL, conforme classificação estabelecida pela Resolução N° 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA.	Art. 1º - Adotar a classificação estabelecida pela Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, enquanto não aprovado o novo enquadramento dos corpos d'água superficiais do Estado de Santa Catarina, baseado em estudos técnicos específicos.
CLASSE 1: - Todos os cursos d'água da Ilha de Santa Catarina, exceto o Rio Tavares, a jusante da quota dois.		
CLASSE 2: - Todos os cursos d'água não incluídos na Classe 1 nem mencionados nominalmente nesta relação.		CONAMA 357 Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.
CLASSE 3: - Rio Tavares, da quota 2 (dois) até a foz na Baía Sul;	CLASSE ESPECIAL XXXVI. Todos os cursos d'água da Ilha de Santa Catarina, exceto o Rio Tavares, a jusante da quota dois.	

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em relação às classes de enquadramento, uma importante discussão é sobre a chamada “classe especial”. A principal questão que envolve os rios desta classe é a proibição de que neles sejam lançados quaisquer tipos de efluentes,

mesmo que tratados. Esta questão não é atual e data do início dos anos de 1980 no Estado, tendo sido atualizada apenas a nomenclatura desta classe de restrição, conforme pode ser verificado na Tabela 10.

Tabela 10 – Classe especial a proibição de lançamentos.

Decreto 14.250/1981	CONAMA 357/2005	CONAMA 430/2011
Art. 11º - Nas águas de classe 1, não serão tolerados lançamentos de efluentes, mesmo tratados.	Art. 32. Nas águas de classe especial é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes poluentes, mesmo que tratados.	Art. 11. Nas águas de classe especial é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes poluentes, mesmo que tratados.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A classificação dos cursos de água se deu sempre por determinação legal, sem necessariamente adotar um procedimento técnico de avaliação destes corpos hídricos. Neste sentido destaca-se que em 2007 o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH, Resolução CERH nº 03) reclassificou todos os cursos d'água da Ilha de Santa Catarina como classe especial, exceto o Rio Tavares à jusante da quota 02 (dois), o qual continuou com a classificação de classe 3 (classificação dada pela Portaria 24/79). Ou seja, todos os cursos d'água, com exceção deste último, continuavam proibidos de receber efluentes mesmo que tratados. No ano seguinte, a Resolução CERH nº 01/2008 adotou a classificação estabelecida pela Resolução Conama nº 357/2005, em seu Art. 42, abrindo a oportunidade para que o lançamento de efluentes tratados pudesse ocorrer. No entanto no caso de corpos hídricos que contribuem para unidades de conservação das categorias de proteção integral, há ressalvas a essa classificação e a possibilidade de lançamento, conforme será abordada no Capítulo IV desse trabalho que trata das Restrições Ambientais.

Dessa forma, tornou legalmente possível a consideração dos corpos hídricos superficiais da ilha como receptores de efluentes tratados, porém tornar

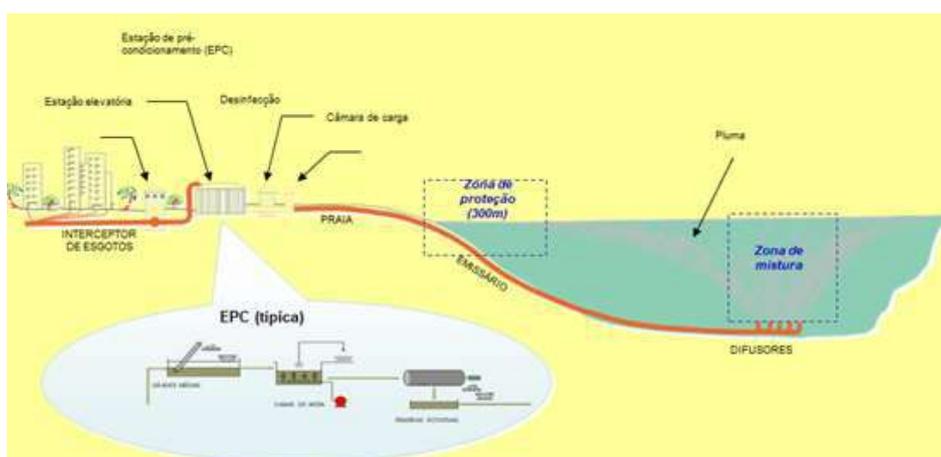
essa possibilidade legal uma realidade técnica encontra algumas questões a serem resolvidas que serão abordadas nos Capítulos III e IV.

6.2 Sistema de Disposição Oceânica (SDO)

Entende-se por sistema de disposição oceânica de esgoto sanitário aquele destinado a promover o tratamento desses efluentes, utilizando a capacidade potencial de autodepuração das águas marinhas para a promoção da redução das concentrações poluentes a níveis admissíveis antes que o campo de mistura esgoto/águas marinhas possa, nas condições mais adversas de deslocamento, atingir áreas de usos benéficos, especialmente aquelas relacionadas ao banho e esportes aquáticos ou à atividade de aquicultura (GONÇALVEZ, SOUZA; 1997).

Um Sistema de Disposição Oceânica (SDO – representado na Figura 3) é composto por: i) estação de condicionamento prévio, que nada mais é que uma ETE, podendo ter diferentes níveis de tratamento; ii) emissário submarino, que transporta o efluente até ao campo de mistura no mar; e iii) tubulação difusora, projetada e situada a uma distância e profundidades tais que maximize os processos de diluição por meio da dispersão (difusão, advecção) e estranhamento do efluente transportado.

Figura 3 - Representação de um sistema de disposição oceânica.



Fonte: BAPTISTELLI S. C.(2009)

As principais justificativas técnicas que norteiam o emprego de sistemas de disposição oceânica (SDO) frente ao lançamento em corpos hídricos de água doce são:

- O lançamento dos efluentes tratados no oceano, corpo hídrico menos sensível a cargas externas, visto a sua grande capacidade de diluição;
- Baixo potencial de ocasionar desconforto da população e impacto na biologia aquática dos corpos hídricos de água doce por possíveis alterações da balneabilidade da água bem como redução da infiltração de luz solar pelo acréscimo de sólidos dissolvidos;
- Possibilidade de preservação dos ambientes aquáticos de água doce da ilha que apresentam alta sensibilidade à ação antrópica e responsáveis pela reprodução e manutenção do equilíbrio ecológico da região.

Por outro lado, os investimentos na implantação deste tipo de alternativa são bastante elevados. Considerando estes custos e considerando os pontos positivos elencados acima (principalmente relacionados ao poder de autodepuração do oceano), alguns estudiosos defendem a possibilidade de diminuir os investimentos na implantação e no tratamento de esgoto nas ETEs que antecedem o lançamento dos efluentes em alto mar, a depender dos estudos ambientais do caso específico (das plumas de contaminação).

6.3 Reuso

Os sistemas convencionais de abastecimento de água e coleta de efluentes são caracterizados por um fluxo linear dos recursos de água e de nutrientes. Embora esse processo apresente bons resultados quanto à prevenção de doenças de veiculação hídrica, ele pode causar a exaustão e deterioração dos corpos hídricos. Nesse contexto, o reuso de água é uma alternativa para reaproveitar os efluentes líquidos gerados pelas atividades antrópicas, atenuando o impacto da adução e do lançamento em corpos hídricos (AISSE *et al.*, 2006).

As modalidades de reuso podem ser divididas quanto à sua destinação, sendo que as de reuso direto costumam estar associadas às atividades que necessitam de um efluente tratado de melhor qualidade, ou até de água potável:

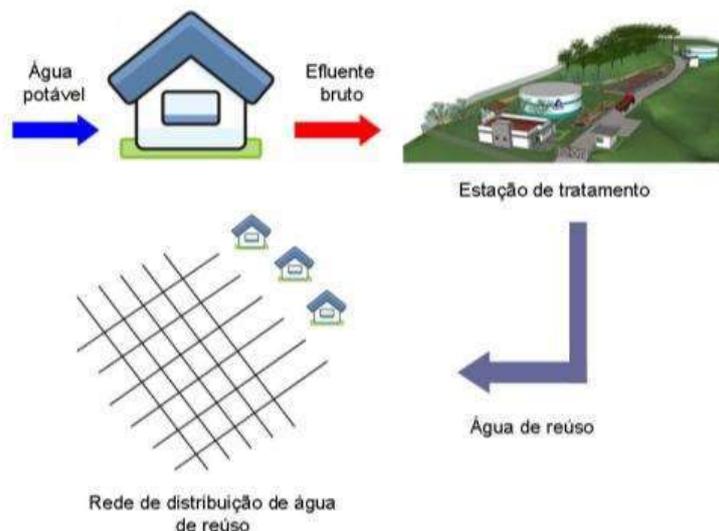
- Reuso para fins urbanos: utilização de água de reuso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio dentro da área urbana;
- Reuso para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reuso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas;
- Reuso para fins ambientais: utilização de água de reuso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente;
- Reuso para fins industriais: utilização de água de reuso em processos, atividades e operações industriais;
- Reuso na pecuária: utilização de água de reuso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos;
- Reuso para abastecimento de água: utilização de água de reuso potável para abastecimento público.

As aplicações de reuso não são mutuamente excludentes, podendo mais de uma delas ser empregada simultaneamente em uma mesma área. Os tópicos a seguir apresentam as classificações das modalidades de reuso da água, com definições e alguns exemplos aplicados.

6.3.1 Reuso direto planejado das águas

É aquele cujo efluente, depois de tratado, é encaminhado diretamente até o local do reuso (Figura 4). Esse método já está sendo praticado por algumas indústrias, em irrigações e no fornecimento de água de reuso. Dependendo do nível de tratamento aplicado, a água torna-se potável e hábil para consumo.

Figura 4 - Exemplo de reuso direto planejado da água.



Fonte: Elaborado pelos autores.

No meio urbano, uma das alternativas de reuso direto planejado é o emprego de rede dupla de abastecimento de água municipal (rede de água potável e a rede de água de reuso, quando esta não for potável). Para áreas de expansão urbana, como em novos loteamentos, é desejável que essa alternativa seja considerada desde a sua concepção, evitando o modelo tradicional atual caso seja adotado como política municipal este modelo de rede dupla. Para áreas urbanas consolidadas, a implantação de rede dupla deve passar por uma avaliação de viabilidade técnico-econômica mais profunda, visto que implica em muitas intervenções em áreas públicas e privadas.

O reuso pode ser implantado também em sistemas menores, como por exemplo, uma residência ou condomínio que possuam rede própria com sistema de tratamento simplificado para obtenção da água de reuso, muitas vezes combinando com o sistema de reaproveitamento da água da chuva.

Quando da inexistência de rede específica, o transporte da água de reuso pode ser realizado por caminhões, servindo a locais distantes da origem do tratamento do efluente. Esse modo de fornecimento é comum para o uso industrial, que emprega grandes volumes de água para usos menos nobres, não havendo a necessidade de potabilidade. Esse tipo de transporte também pode ser realizado em caminhões de combate a incêndios.

A principal referência nacional quanto ao reuso direto não potável é a Resolução nº 54/2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, a qual estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, e dá outras providências. A Resolução destaca justificativas quanto ao reuso direto, dentre elas:

- A escassez de recursos hídricos observada em certas regiões do território nacional, a qual está relacionada aos aspectos de quantidade e de qualidade;
- A elevação dos custos de tratamento de água em função da degradação de mananciais;
- A prática de reuso de água reduz a descarga de determinados poluentes em corpos receptores, conservando os recursos hídricos para o abastecimento público e outros usos mais exigentes quanto à qualidade.

A Resolução conceitua água de reuso como a água residuária que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas. Estabelece ainda que as diretrizes, critérios e parâmetros específicos para as modalidades de reuso definidas na Resolução serão estabelecidos pelos órgãos competentes.

6.3.2 Reuso indireto não planejado das águas

Ocorre quando a água utilizada é descarregada no meio ambiente e novamente aproveitada, em sua forma diluída, de maneira não intencional e não controlada. Um exemplo desta alternativa pode ser a disposição de efluentes no solo, seja em soluções descentralizadas (sumidouro, por exemplo), seja em soluções centralizadas ou semi-centralizadas (aspersão de efluentes, por exemplo).

6.3.3 Reuso indireto planejado das águas

Processo que descarrega os efluentes de forma planejada nos corpos de águas superficiais ou subterrâneos, que por sua vez são utilizados de maneira controlada, no atendimento de alguma necessidade específica (Figura 5).

Figura 5 - Exemplo de reuso indireto planejado da água.

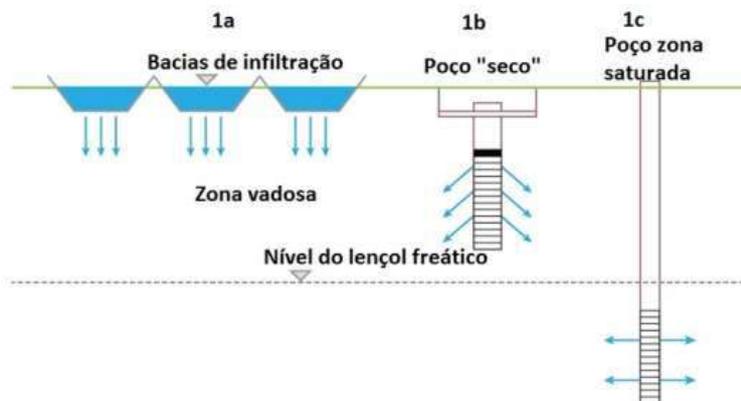


Fonte: Elaborado pelos autores.

No caso do reuso indireto para os efluentes tratados a principal alternativa é a recarga de aquíferos. A possibilidade de se introduzir intencionalmente água no interior de um aquífero é uma técnica mundialmente conhecida denominada recarga artificial de aquíferos e que pode ser executada com os objetivos de aumentar a disponibilidade dos recursos hídricos subterrâneos, estabilizar ou elevar os níveis de água em aquíferos regularizando vazões sazonais, compensar efeitos da superexploração de aquíferos, melhorar a qualidade da água, reestabelecer o nível freático, conter a intrusão salina, entre outros.

Em termos gerais, a recarga artificial de aquíferos pode ser realizada das seguintes maneiras: (1) à superfície do solo facilitando a infiltração por meio de bacias de infiltração, galerias e valas de infiltração, (2) na zona não saturada do solo encaminhando a água de recarga em poços ou furos, ou (3) injeção da água de recarga diretamente no aquífero, como ilustra a Figura 6.

Figura 6 - Tipos de recarga artificial de aquíferos.



Fonte: MOURA (2004 *apud* FOX 1999) modificado

Com o advento da Resolução CNRH 153/2013, foram estabelecidos critérios e diretrizes para a implantação da recarga artificial de aquíferos no território brasileiro, assumindo-se que a escolha das diversas técnicas disponíveis depende principalmente do objetivo da recarga, das condições hidrogeológicas locais, da área de terreno disponível, da qualidade da água a ser reutilizada e dos possíveis impactos da recarga no meio ambiente. Por sua vez a resolução CONAMA 396/08 que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas, estabelece que a recarga artificial só poderá ocorrer em aquíferos das Classes 1, 2, 3 e 4, não podendo causar alteração da qualidade das águas subterrâneas que provoque restrição aos usos preponderantes, devendo ser implantado um programa específico de monitoramento da qualidade da água subterrânea (art. 23 a 25). Para aquíferos classificados como classe especial, seja pela presença de unidade de conservação de proteção integral ou por contribuírem para corpos hídricos superficiais classificados como especial (art. 3º CONAMA 396/08), a recarga de aquífero utilizando efluentes tratados é vedada pelo parágrafo 1º do art. 27 da resolução CONAMA 396/08 (maiores informações no capítulo IV – Restrições Ambientais para o sistema de esgotamento sanitário em Florianópolis)

As técnicas de indução da recarga de um aquífero através da infiltração na superfície se beneficiam das propriedades depuradoras do solo superficial,

da camada insaturada e do escoamento no próprio aquífero em reter os contaminantes, possibilitando níveis de tratamento significativos à água recarregada, conhecidas como tratamento solo-aquífero - TSA.

O uso do TSA tem se mostrado uma grande oportunidade em termos pós-tratamento de efluentes para o reuso (HESPANHOL, 2006; ASANO 1985). Contudo, cuidados extremos são justificados para o uso dessa alternativa, devido à dificuldade em restaurar uma bacia de águas subterrâneas uma vez que foi contaminada (ASANO & COTRUVO, 2004). Pois, a depender das características do efluente, bem como das características locais (solo aquífero), alguns compostos (metais, fosfatos e compostos orgânicos recalcitrantes) podem acumular lentamente no sistema TSA, por processos de adsorção, precipitação ou outros processos de “imobilização” (ASCE, 2001).

Portanto, é essencial conhecer as condições hidrogeológicas locais como: tipo de aquífero, espessura da zona vadosa, topografia e aspecto textural do solo; assim como conhecer e quantificar a capacidade dos processos naturais, que ocorrem no sistema solo aquífero (diluição, sorção, precipitação, complexação e transformações bioquímicas), na depuração do efluente (HESPANHOL, 2006).

No caso de reuso potável deve-se ponderar também que a exposição em longo prazo de alguns compostos químicos, como fármacos e desreguladores do sistema endócrino, mesmo em quantidades em nível traço ($\mu\text{g/L}$ ou ng/L) possuem potencial danoso. Apesar disso, acredita-se que os riscos, se houverem, devem ser muito baixos em águas subterrâneas recarregadas com efluentes que passaram por tratamentos avançados (mas sempre se deve ter extrema cautela com aplicações de reutilização de água que afetam o abastecimento de água potável) (DREWES et al. 2002; ASANO & COTRUVO, 2004; MASTER et al. 2004; BENOTTI & SNYDER, 2009).

A recarga na zona vadosa pode ser realizada através de “poços secos” instalados na zona não saturada acima do lençol freático, por onde a água infiltra por gravidade, onde a água infiltrada é recuperada através de poços instalados

na zona saturada. E, por fim, a recarga direta no aquífero ocorre através da injeção de água na zona saturada do aquífero através de poços.

A técnica ASR (*aquifer storage and recovery*) refere-se à injeção e a extração da água através do mesmo poço. O aquífero pode ser ou não confinado, sendo recomendado para aquíferos cuja declividade é próxima à zero para se evitar a fuga da água injetada. Já a técnica ASTR (*aquifer storage transport and recovery*) é uma variação ASR que utiliza poços diferentes para injeção e para o bombeamento, utilizando o aquífero como um meio de tratamento adicional da qualidade da água através da percolação dentro do aquífero.

As técnicas de recarga direta no aquífero através de poços ocupam áreas consideravelmente menores quando comparadas com as técnicas de infiltração no solo, no entanto, a água infiltrada e o controle da qualidade da água de recarga precisam ser superiores, devido à inexistência da barreira da zona vadosa.

7 CONTROLE DA QUALIDADE DO ESGOTO TRATADO

Os objetivos principais de qualquer sistema de tratamento de esgotos (a proteção à saúde da população e a preservação do meio ambiente) só serão atingidos se o projeto de tratamento for bem concebido, bem detalhado, bem implantado e também corretamente operado. É em relação a essa última ação que o controle operacional da estação de tratamento ganha importância fundamental, permitindo inclusive a detecção de problemas que podem levar à implementação de adaptações no sistema de tratamento.

A seguir, estão listados alguns objetivos do controle operacional, que demonstram a importância de sua execução em uma estação de tratamento de esgoto.

- Reduzir falhas durante o processo de tratamento;
- Reduzir os custos de operação (R\$/m³ esgoto tratado);
- Proporcionar um efluente tratado que atenda às legislações ambientais vigentes.

Existem diversos parâmetros de controle operacional que são executados em uma estação de tratamento e dentre os principais pode-se citar:

- Vazão de entrada: a vazão é o principal parâmetro de controle operacional, pois cada ETE é projetada para uma determinada vazão, sendo que o seu excesso ocasiona sérios danos ao tratamento;
- pH: o pH é um parâmetro importante no controle operacional, tanto em sistemas aeróbios, como em sistemas anaeróbios. Em sistemas aeróbios, o pH influencia no processo de nitrificação, já em processos anaeróbios, o pH tem influência nas etapas de acidogênese e metanogênese;
- Temperatura: a temperatura afeta a saturação de oxigênio dissolvido em corpos d'água, as taxas das reações químicas e as reações biológicas, sendo que, em projetos, alguns parâmetros devem ser corrigidos de acordo com a temperatura ambiente;
- Oxigênio dissolvido (OD): é fundamental para a respiração dos microrganismos, que realizam a degradação da matéria orgânica em sistemas aeróbios, como lodo ativado;

- Demanda bioquímica de oxigênio (DBO): indica a quantidade de matéria orgânica presente no esgoto, sendo importante tanto na etapa de projetos, como na operação da ETE, pois através desse parâmetro é possível saber o grau de poluição do esgoto bruto e tratado e a eficiência da estação;
- Controle dos sólidos (lodo): o controle de sólidos é fundamental em uma estação de tratamento do tipo biológica, pois o seu excesso ou falta afeta diretamente a eficiência da estação. As formas de controle mais conhecidas são: idade do lodo, relação alimento/microrganismo e vazão de recirculação e descarte.

Estes parâmetros, contudo, dependem do caso específico analisado, considerando-se a qualidade/quantidade dos efluentes de entrada, a tecnologia disponível na ETE, as restrições ambientais, a legislação aplicável e a consequente qualidade desejável para os efluentes de saída. Não há, portanto, uma lista preestabelecida de parâmetros a serem observados – é indicado que cada solução adotada tenha seu próprio plano de operação, incluindo as soluções descentralizadas. Destaca-se ainda que o plano é um documento elaborado e seguido pelos próprios operadores dos serviços, exclusivamente para controle interno operacional (aos órgãos ambientais cabe a análise do monitoramento ambiental).

8 MONITORAMENTO AMBIENTAL

Monitoramento ambiental pode ser definido como um processo de coleta de dados, estudo e acompanhamento contínuo e sistemático das variáveis ambientais, visando identificar e avaliar qualitativa e quantitativamente as condições dos recursos naturais em um determinado momento, assim como as tendências ao longo do tempo.

8.1 Legislação aplicável

Os requisitos de qualidade do efluente lançado no corpo receptor estão estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 430/2011 que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes e pela Lei Estadual n° 14.675/2009 que institui o Código Estadual do Meio Ambiente.

As amostras para avaliar a eficiência do tratamento de efluente sanitário devem ser coletadas em dois pontos da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE): na entrada (efluente bruto) e na saída (efluente tratado/final) para comparação com os valores de referência das legislações vigentes supracitadas.

Considerando o Art. 5° da Resolução Conama n° 430/2011 que menciona que *os efluentes não poderão conferir ao corpo receptor características de qualidade em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento*, o monitoramento do corpo receptor pode ser realizado no local de lançamento do efluente no corpo receptor (zona de mistura), bem como em pontos a montante e a jusante no sentido de avaliar a interferência do efluente no corpo receptor. Para tanto, utiliza-se como referência para análise da qualidade do corpo receptor a Resolução Conama **n° 357/2005** que *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, e dá outras providências*.

Os mananciais do Estado de Santa Catarina, até o presente momento, não possuem classificação segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes. Dessa forma, conforme o Art. 42 desta Resolução, enquanto não forem aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces são

consideradas **Classe II** e águas salinas e salobras **Classe I**. No caso de corpos hídricos que contribuem para unidades de conservação das categorias de proteção integral, há ressalvas a essa classificação, conforme será abordada no Volume IV desse trabalho que trata das *Restrições Ambientais*.

8.2 Parâmetros analisados

Com o intuito de verificar o atendimento do efluente aos padrões de lançamento nos corpos d'água perante as legislações vigentes, deve-se analisar os parâmetros exigidos na Lei estadual 14.675/2009 e Resolução CONAMA 430/2011, e a frequência de coletas e análises deve atender o solicitado no Enunciado IMA 01, conforme porte da estação.

Tabela 11 - Parâmetros e frequência Enunciado IMA 01.

VAZÃO DE PROJETO (Q)	PARÂMETRO	FREQUÊNCIA
1,5 < Q ≤ 5 L/s	DBO ₅ (mg/L)	Trimestral
	DQO (mg/L)	Mensal
	Fósforo total (mg/L)	Trimestral
	pH	Trimestral
	Sólidos sedimentáveis (mL/L)	Trimestral
	Óleos e graxas (mg/L)	Trimestral
	Vazão de lançamento (L/s)	Mensal
	Temperatura (°C)	Trimestral
5 L/s < Q ≤ 50 L/s	DBO ₅ (mg/L)	Bimestral
	DQO (mg/L)	Mensal
	Nitrogênio amoniacal (mg/L)	Bimestral
	Nitrogênio total (mg/L)	Bimestral
	Fósforo total (mg/L)	Bimestral
	pH	Bimestral
	Sólidos sedimentáveis (mL/L)	Bimestral
	Óleos e graxas (mg/L)	Bimestral
	Vazão de lançamento (L/s)	Mensal
	<i>Escherichia coli</i> (UFC/100 mL)	Bimestral
	Temperatura (°C)	Bimestral
Q > 50 L/s	DBO ₅ (mg/L)	Mensal
	DQO (mg/L)	
	Nitrogênio amoniacal (mg/L)	
	Nitrogênio total (mg/L)	
	Fósforo total (mg/L)	
	pH	
	Sólidos sedimentáveis (mL/L)	
	Óleos e graxas (mg/L)	
	Vazão de lançamento (L/s)	
	<i>Escherichia coli</i> (UFC/100 mL)	
	Temperatura (°C)	

Fonte: IMA (2019)

Tabela 12 - Parâmetros relacionados à qualidade do esgoto.

Ponto de coleta	Parâmetro	Observação
Entrada da ETE	DBO ₅	O resultado serve para o cálculo da eficiência de remoção – sem padrão de referência
Saída da ETE	Coliformes totais	Sem padrão de referência
	Cor aparente	Sem padrão de referência
	DBO ₅	DBO ₅ dias a 20°C no máximo de 60 mg.L ⁻¹ . Este limite poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema que reduza a carga poluidora em termos de DBO ₅ dias a 20°C em no mínimo 80% (Lei Estadual 14.675/2009)
	DQO	Sem padrão de referência
	<i>Escherichia coli</i>	Sem padrão de referência
	Nitrogênio Amoniacal Total	Inferior a 20 mg.L ⁻¹ , porém não é exigido para lançamento de efluente sanitário (Conama 430/11)
	Nitrito	Sem padrão de referência
	Nitrato	Sem padrão de referência
	Fósforo Total	Inferior a 4mg/L ou eficiência de remoção de 75% para o lançamento em trechos de lagoas, lagunas e estuários (Lei Estadual 14.675/2009)
	Oxigênio Dissolvido	Sem padrão de referência
	pH	Entre 6 e 9 (Lei Estadual 14.675/2009)
	Óleos e graxas	100 mg.L ⁻¹ (Conama 430) e 30 mg.L ⁻¹ (Lei Estadual nº 14.675/2009)
	Sólidos Sedimentáveis	1 mL.L ⁻¹ . Para o lançamento em lagos e lagoas os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes (Conama 430)
	Sólidos em Suspensão	Eficiência mínima de remoção de 20% após desarenação para o lançamento de esgotos sanitários por meio de emissários submarinos (Conama 430)
	Sulfato	Sem padrão de referência
	Sulfeto	Inferior a 1 mg.L ⁻¹
Temperatura	Inferior a 40°C (Conama 430)	

Ponto de coleta	Parâmetro	Observação
	Detergente	2,0 mg/L (Conama 430)
	Turbidez	Sem padrão de referência
Zona de mistura	Óleos e graxas	100 mL ⁻¹ (Conama 430) Virtualmente ausentes, com exceção para rio classe IV que se aceitam iridescências (Conama 357)
	Coliformes fecais	Até 200 mL.100 mL ⁻¹ para rio classe I; Até 1000 mL.100 mL ⁻¹ para rio classe II; Até 4000 mL.mL ⁻¹ para rio classe III. Esses valores para 80% ou mais de 6 amostras anuais (Conama 357)
	DBO ₅	120 mg.L ⁻¹ (Conama 430) 5 mg.L ⁻¹ para rio classe II; 10 mg.L ⁻¹ rio classe III (Conama 357)
	Oxigênio Dissolvido	Superior 5 mg.L ⁻¹ para rio classe II; Superior 4 mg.L ⁻¹ rio classe III; Superior 2 mg.L ⁻¹ para rio classe IV; Água salina: Superior 6 mg.L ⁻¹ (Conama 357).
	Turbidez	100 NTU para rio classe II e III (Conama 357)
	Cor	75 mg Pt.L ⁻¹ para rio classe II e III (Conama 357)
	pH	5 a 9 (Conama 430). Para rio: 6 a 9; Para água salina: 6,5 a 8,5 (Conama 357).
	Nitrogênio amoniacal total (NH ₃ e NH ₄)	20,0 mg.L ⁻¹ N (Conama 430); Rio Classe I e II: 3,7 mg.L ⁻¹ N, para pH<7,5 2,0 mg.L ⁻¹ N, para 7,5<pH<8,0 1,0 mg.L ⁻¹ N, para 8,0<pH<8,5 0,5 mg.L ⁻¹ N, para pH>8,5 Rio Classe III: 13,3 mg.L ⁻¹ N, para pH<7,5

Fonte: Elaborado pelos autores

8.2.1 DBO₅

Essa variável representa a medida da quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica contida na água, mediante processos biológicos aeróbicos. A DBO₅ é convencionalmente usada, pois considera a medida após cinco dias de incubação a 20°C, associada à fração biodegradável dos componentes orgânicos carbonáceos. Nesta análise é considerado o

metabolismo dos microrganismos heterotróficos onde os compostos orgânicos biodegradáveis são transformados em produtos finais estáveis ou mineralizados, tais como: água, gás carbônico, entre outros. Assim, neste processo, há consumo de oxigênio da água e liberação da energia contida nas ligações químicas das moléculas decompostas (CETESB, 2008).

Os maiores aumentos em termos de DBO_5 , num corpo de água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir a completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática (CETESB, 2008).

A DBO_5 é uma medida da poluição orgânica, simbolizando apenas a quantidade de oxigênio consumido para mineralizar a matéria orgânica, não indicando a presença de outros compostos orgânicos não degradados nas condições de teste e não identificando ou quantificando efeitos tóxicos ou materiais que possam inibir a atividade microbiana durante o teste (MCNEELY et al., 1979).

8.2.2 Cor aparente

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (e esta redução dá-se por absorção de parte da radiação eletromagnética), devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico. Dentre os colóides orgânicos, podem ser mencionados os ácidos húmico e fúlvico, substâncias naturais resultantes da decomposição parcial de compostos orgânicos presentes em folhas, dentre outros substratos. Também os esgotos domésticos se caracterizam por apresentarem predominantemente matéria orgânica em estado coloidal, além de diversos efluentes industriais, que contêm taninos (efluentes de curtumes, por exemplo), anilinas (efluentes de indústrias têxteis, indústrias de pigmentos etc.), lignina e celulose (efluentes de indústrias de celulose e papel, da madeira etc.).

Há também compostos inorgânicos capazes de causar cor na água. Os principais são os óxidos de ferro e manganês, que são abundantes em diversos

tipos de solo. Alguns outros metais presentes em efluentes industriais conferem-lhes cor, mas, em geral, íons dissolvidos pouco ou quase nada interferem na passagem da luz.

O problema maior de cor na água é, em geral, o estético, já que causa um efeito repulsivo na população.

8.2.3 DQO

Esse parâmetro está relacionado à quantidade de oxigênio que é utilizada no processo de oxidação química da matéria orgânica e inorgânica presente nos efluentes, atuando como um indicador da quantidade de poluição presente no efluente e do potencial impacto ambiental da descarga de efluentes no corpo hídrico. Segundo Moreno-Casillas et al (2007), no entanto, pela DQO não é possível identificar os materiais oxidados, nem permite analisar se os materiais são compostos orgânicos biodegradáveis, compostos não biodegradáveis ou compostos inorgânicos oxidáveis (*apud* SCHULSAZ, 2014, p.34). Braga et al. (2012) ressaltam que a análise dos valores de DQO em efluentes é uma das mais expressivas análises para determinação do seu grau de poluição.

8.2.4 Escherichia Coli

A *Escherichia coli* (E. coli) é um importante indicador microbiológico utilizado em estudos da qualidade da água. Caracteriza-se por ser uma bactéria bastante abundante nas fezes dos animais de sangue quente, incluindo os humanos, tendo sido encontradas em água naturais, esgotos e solos que tenham recebido contaminação fecal recente (SALES, 2005; ZIESE et al. 2000).

8.2.5 Compostos nitrogenados

O nitrogênio presente em efluentes se apresenta em quatro formas: o nitrogênio amoniacal, nitrogênio orgânico, nitrito e nitrato. Em efluentes domésticos, o nitrogênio presente está relacionado principalmente como nitrogênio amoniacal (aproximadamente 60%) e nitrogênio orgânico (aproximadamente 40%), já nitrito e nitrato aparecem em pequenas quantidades, e representam menos de 1% do nitrogênio total do sistema (NAVAL & COUTO,

2005). Esse nitrogênio presente em efluentes domésticos provém da atividade humana, tal como as fezes, que contribuem com nitrogênio orgânico através das proteínas presentes. As proteínas sofrem decomposição bacteriana e com isso ocorre a liberação de nitrogênio amoniacal (NAVAL & COUTO, 2005).

8.2.6 Fósforo

O fósforo presente em efluentes domésticos é proveniente principalmente da matéria orgânica fecal e dos detergentes empregados em larga escala domesticamente. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas (CETESB, 2016).

8.2.7 Oxigênio dissolvido

A concentração de saturação de oxigênio em uma água doce superficial ao nível do mar a 20 °C é igual a 9,2 mg/L. A taxa de reintrodução de oxigênio dissolvido em águas naturais através da superfície depende das características hidráulicas e é proporcional à velocidade, sendo que a taxa de reaeração superficial em uma cascata (queda d'água) é maior do que a de um rio de velocidade normal, que por sua vez apresenta taxa superior à de uma represa, com a velocidade normalmente bastante baixa.

Outra fonte importante de oxigênio nas águas é a fotossíntese de algas. Esta fonte não é muito significativa nos trechos de rios à jusante de fortes lançamentos de esgotos. A turbidez e a cor elevadas dificultam a penetração dos raios solares e apenas poucas espécies resistentes às condições severas de poluição conseguem sobreviver. A contribuição fotossintética de oxigênio só é expressiva após grande parte da atividade bacteriana na decomposição de matéria orgânica ter ocorrido, bem como após terem se desenvolvido também os protozoários que, além de decompositores, consomem bactérias clarificando as águas e permitindo a penetração de luz.

Num corpo d'água eutrofizado, o crescimento excessivo de algas pode “mascarar” a avaliação do grau de poluição de uma água, quando se toma por base apenas a concentração de oxigênio dissolvido.

Uma adequada provisão de oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais e em estações de tratamento de esgotos. Através da medição da concentração de oxigênio dissolvido, os efeitos de resíduos oxidáveis sobre águas receptoras e a eficiência do tratamento dos esgotos, durante a oxidação bioquímica, podem ser avaliados. Os níveis de oxigênio dissolvido também indicam a capacidade de um corpo d'água natural em manter a vida aquática.

8.2.8 pH

Segundo Cetesb (2008), citado por Schlusaz (2014, p.38), “Informa condição de acidez, basicidade ou neutralidade da água sendo influenciado pela presença de gases e/ou sólidos dissolvidos. Seu valor tem efeito direto sobre a fisiologia de diversas espécies habitantes do meio aquático, também sendo importante em processos relacionados ao tratamento de efluentes. O ideal é que as águas se mantenham com um pH próximo a neutralidade, para que os microrganismos atuantes no tratamento biológico de esgotos, bem como ecossistemas aquáticos não sejam afetados”.

8.2.9 Óleos e graxas

Óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem animal, mineral ou vegetal. Geralmente são hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. Não costumam ser encontrados em águas naturais, mas provenientes de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolinas, estradas e vias públicas (ORSSATTO; HERMES; BOAS, 2010). Os óleos e graxas, em seu processo de decomposição, reduzem o oxigênio dissolvido elevando a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e a Demanda Química de Oxigênio (DQO) causando alterações negativas no ecossistema aquático (METCALF & EDDY. Inc., 1991).

8.2.10 Sólidos Sedimentáveis

Quantidade de material que sedimenta, por ação da força de gravidade, a partir de um litro de amostra em repouso por 1 hora em cone de Imhoff. É constituído pelos materiais inicialmente em suspensão em águas e efluentes domésticos e industriais, que podem ser removidos por sedimentação, após um período de decantação (APHA, 1995).

8.2.11 Sólidos em suspensão

O teor de sólidos suspensos totais dissolvidos representa a quantidade de substâncias dissolvidas na água, que alteram suas propriedades físicas e químicas como alteração da temperatura, cor aparente, da absorção e da transmissão da luz no corpo hídrico para reações de fotossíntese e estabilização em lagoa, daí a importância de seu monitoramento nas estações de tratamento (MARTINS, 2010; VON SPERLING, 1996).

8.2.12 Temperatura

Exerce grande influência nas atividades biológicas e no crescimento dos organismos; também determina os tipos de organismos que habitam o local, uma vez que estes têm uma faixa preferida de temperatura para se desenvolverem. Se este limite for ultrapassado, tanto para mais quanto para menos, os organismos são impactados e espécies mais sensíveis podem até mesmo ser extintas do local.

8.2.13 Surfactantes

Os surfactantes, comumente conhecidos como detergentes ou ainda, como é citado na legislação ambiental, substâncias tensoativas que reagem ao azul de metileno, são compostos orgânicos que possuem comportamento anfifílico, isto é, suas moléculas possuem duas regiões: hidrofóbica (apolar) e hidrofílica (polar). A porção apolar da molécula interage com a sujeira que, geralmente, possui características hidrofóbicas (ou lipofílicas), enquanto a porção polar da molécula interage com a água. Dessa forma a molécula de

surfactante estabelece uma “ponte” entre a sujeira (lipofílica) e água, facilitando a limpeza.

Os problemas ambientais decorrentes do acúmulo de detergentes nos recursos hídricos são: a diminuição da concentração de elementos necessários para a vida aquática, como o oxigênio dissolvido, devido à diminuição da tensão superficial água/ar; a diminuição da permeabilidade da luz, por manter as partículas presentes em suspensão; o aumento da concentração de compostos xenobióticos, como PCBs e PAHs, presentes no sedimento devido à solubilização micelar inibindo assim sua degradação (PENTEADO, 2006), assim como interferências em processos celulares e bioquímicos (CSERHÁTI et. al., 2002).

Muitos dos surfactantes aniônicos interagem com diversas macromoléculas bioativas, como proteínas, peptídeos, enzimas e ácidos nucleicos e até mesmo se inserem nas membranas celulares, causando mau funcionamento (CSERHÁTI et al., 2002). As alterações em processos bioquímicos podem afetar os diversos organismos aquáticos, tais como bactérias, plantas aquáticas, invertebrados e peixes, que podem apresentar sintomas de intoxicação (CSERHÁTI et al., 2002).

8.2.14 Turbidez

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (e esta redução se dá por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de detritos orgânicos, algas e bactérias, plâncton em geral, etc. A erosão das margens dos rios em estações chuvosas é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas naturais e que exigem manobras operacionais, como alterações nas dosagens de coagulantes e auxiliares, nas estações de tratamento de águas. Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais também provocam elevações na turbidez das águas. Um exemplo típico deste fato ocorre em consequência das atividades de mineração, onde os

aumentos excessivos de turbidez têm provocado formação de grandes bancos de lodo em rios e alterações no ecossistema aquático.

8.3 Indicadores

Além dos parâmetros citados, podem ser empregados índices ou indicadores para a avaliação da situação do saneamento no município de Florianópolis. Estes indicadores devem ser previstos no plano municipal integrado de saneamento básico, e precisam ser mensuráveis, atingíveis, relevantes, de fácil entendimento e estarem inseridos dentro de um sistema de avaliação para que possam ser analisados de forma complementar. A seguir são sugeridos alguns critérios considerados importantes para a caracterização da situação do esgotamento sanitário do município de Florianópolis, que poderiam embasar a elaboração de indicadores. Estes indicadores, contudo, não devem ser entendidos diretamente como indicativos da qualidade do serviço prestado pela operadora dos sistemas de esgotamento sanitário, pois diversos atores influenciam os seus resultados. Os indicadores devem ser analisados de forma holística, como um apoio à gestão dos serviços, traduzindo informações relevantes que auxiliem os gestores na tomada de decisão e no planejamento das ações futuras.

8.3.1 Balneabilidade

Balneabilidade é a qualidade das águas (litorâneas ou interiores) destinadas à recreação de contato primário (natação, mergulho, esqui-aquático, etc.), sendo este entendido como um contato direto e prolongado com a água, onde a possibilidade de ingerir quantidades apreciáveis de água é elevada (CETESB, 2004). A Resolução CONAMA 274/00, que define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras, estabelece a possibilidade de uso dos organismos: coliformes fecais (termotolerantes), *Escherichia coli* ou enterococos (art. 2º).

A pesquisa de Balneabilidade é um trabalho realizado sistematicamente pelo IMA desde 1976, seguindo as normas da Resolução Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente). Os técnicos fazem as coletas da água do mar a até

1 (um) metro de profundidade, na quantidade de 100 mililitros em cada ponto. O material coletado é submetido a exames bacteriológicos durante 24 horas. São necessárias 5 (cinco) semanas consecutivas de coleta para se obter um resultado tecnicamente confiável. Para as análises são levados em consideração aspectos como condições de maré, incidência pluviométrica nas últimas 24 horas no local, a temperatura da amostra e do ar no momento da coleta (parâmetro físico) e a imediata condução para a pesquisa em crescimento bacteriano. (IMA, 2019)

A água é considerada: Própria: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras coletadas nas últimas 5 semanas anteriores, no mesmo local, houver no máximo 800 *Escherichia coli* por 100 mililitros. Imprópria: quando em mais de 20% de um conjunto de amostras coletadas nas últimas 5 semanas anteriores, no mesmo local, for superior que 800 *Escherichia coli* por 100 mililitros ou quando, na última coleta, o resultado for superior a 2000 *Escherichia coli* por 100 mililitros. (IMA, 2019)

8.3.2 Atendimento de Esgoto

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, o Índice de Atendimento Total de Esgoto é dado pela relação de população atendida com esgoto e população total. A consideração da população para análise do alcance dos serviços de esgotamento sanitário retrata melhor o volume de esgoto coletado e tratado do que a análise da extensão de redes, tendo em vista que áreas mais adensadas produzem mais esgoto sanitário. Esse indicador mostra qual porcentagem da população total do município tem seu esgoto coletado. Quanto maior for essa porcentagem, melhor deve ser a colocação do município no Ranking, pois uma maior parte da população tem seu esgoto coletado (TRATA BRASIL, 2016).

O SNIS define “População Total Atendida com Esgoto” como o valor da soma das populações urbana e rural atendidas com esgotamento sanitário pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência. Corresponde à população que é efetivamente atendida com os serviços, ou seja, está associada à quantidade de economias residenciais ativas de esgoto. Deve-se ressaltar,

porém, que em cidades litorâneas como Florianópolis este cálculo simplificado de atendimento de esgoto não reflete a realidade do município, já que na alta temporada a taxa de habitação das economias é superior ao restante do ano. Desta forma, é preciso que o plano de saneamento do município considere esta peculiaridade no seu sistema de indicadores.

8.3.3 Conformidade do Esgoto Tratado

Para avaliar a conformidade do esgoto tratado pode ser utilizado o Índice de Conformidade do Esgoto Tratado (ICE), que avalia os principais parâmetros estipulados pela legislação ambiental apontados no licenciamento da unidade de tratamento de esgotos. O ICE sintetiza de maneira percentual os resultados de análise dos efluentes tratados em uma determinada unidade. Para se obter o índice, devem ser listados e ponderados os parâmetros que serão analisados - destacam-se neste trabalho os parâmetros DBO, sólidos sedimentáveis e pH.

O índice pode ser obtido através do cálculo percentual entre o número total de amostras que atenderam ao padrão e o número total de amostras analisadas. Sendo possível, a critério do titular dos serviços, adotar as médias mensais das análises neste cálculo e/ou estabelecer níveis de referência considerados aceitáveis para cada sistema e/ou para cada parâmetro (estes critérios devem ser previamente especificados no plano de saneamento). Esta escolha deve ser embasada nas características e interesses do município, considerando todos os seus aspectos econômicos, ambientais e sociais.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AISSE, Miguel Mansur; COHIM, Eduardo; KIPERSTOK, Asher. Reuso urbano e industrial. In: PROSAB. **Reuso das águas de esgoto sanitário, inclusive desenvolvimento de tecnologias de tratamento para esse fim**. Rio de Janeiro: Abes, 2006. Cap. 4. p. 111-154.

ALEM SOBRINHO, Pedro; TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 1ª ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999.

ANA. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Governo Federal. **Indicadores de qualidade - índice de qualidade das águas (IQA)**. 2017. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em 04/10/2017.

ANA. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Governo Federal. **Indicadores de qualidade**. Disponível em: http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#_ftn4. Acesso em: 25 jan. 2018.

ANA. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Governo Federal. **Cadernos de capacitação em recursos hídricos**. v.1 vol. 6. 2011. (Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos). Disponível em: <https://www.ana.gov.br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sas/cadernos-de-capacitacao>. Acesso em: 19 de nov. de 2019.

ANDRADE, C. A. **Nitratos e metais pesados no solo e em plantas de *Eucalyptus grandis* após aplicação de biossólido da ETE de Barueri**. 1999. 65 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1999.

ANDREOLI, C. V. **A gestão de biossólidos no Paraná**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPECIALIDADES EM MEDICINA VETERINÁRIA. AMEVE, 2002, Curitiba. Anais... Curitiba: 2002. p. 43 – 46.

APHA, AWWA, WEF.; **Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 19 ed. Washington, 1995.

ASANO, Takashi (Ed.). **Artificial recharge of groundwater**. Elsevier, 1985.767p.

ASANO, Takashi; COTRUVO, Joseph A. **Groundwater recharge with reclaimed municipal wastewater: health and regulatory considerations**. **Water Research**, v. 38, n. 8, p. 1941-1951, 2004.

ASCE - American Society of Civil Engineers. **Standard guidelines for artificial recharge of ground water**. Volume 34 de ASCE Standards Series. 2001. 106p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12207: Projeto de interceptores de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12208: Projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro. 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969: Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação.** Rio de Janeiro. 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.** Rio de Janeiro. 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário.** Rio de Janeiro: Moderna, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9649: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário.** Rio de Janeiro: Moderna, 1986.

BAPTISTELLI S. C. **Teoria Geral dos Emissários Submarinos.** In: SEMINÁRIO DE ALTERNATIVAS DE DESTINAÇÃO FINAL DE ESGOTOS SANITÁRIOS E ESTUDO DE EMISSÁRIO SUBMARINO PARA O MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS, 2009, Florianópolis. Disponível em: <<https://slideplayer.com.br/slide/1674548/>>

BENOTTI, Mark J.; SNYDER, Shane A. Pharmaceuticals and endocrine disrupting compounds: implications for ground water replenishment with recycled water. **Groundwater**, v. 47, n. 4, p. 499-502, 2009.

BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental.** São Paulo: Prentice Hall, 2002.

BRASIL. **Resolução Conama 357, de 17 de março de 2005.** 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, e dá outras providências. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 8 ago. 2018.

CASAN. **ETE - Estação de tratamento de esgotos sanitários.** Disponível em: <<http://www.casan.com.br/menu-conteudo/index?url/ete-estacao-de-tratamento-de-esgotos-sanitarios#0>>. Acesso em: 24 jan. 2018.

CETESB, São Paulo. **Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2003 / CETESB.** – - São Paulo : CETESB, 2004. 2 v. : il. ; 30 cm. – - (Série Relatórios / Secretaria de Estado do Meio Ambiente, ISSN 0103-4103).

CETESB, São Paulo. **Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem.** 2016. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf>>.

CSERHÁTI, Tibor; FORGÁCS, Esther; OROS, Gyula. Biological activity and environmental impact of anionic surfactants. **Environment international**, v. 28, n. 5, p. 337-348, 2002.

DAHLEM BERATENDE INGENIEURE. **Estudo sobre sistemas individuais e comunitários de esgotamento sanitário em diversos países e elaboração**

de critérios para definição de futuros sistemas de esgotamento. In: Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS) do Estado de Santa Catarina, 2015.

DREWES, J. E.; HEBERER, Th; REDDERSEN, K. Fate of pharmaceuticals during indirect potable reuse. **Water Science and Technology**, v. 46, n. 3, p. 73-80, 2002.

FERREIRA, J. G.; ANDERSEN, J. H.; BORJA, A.; BRICKER, S. B. et al. Overview of eutrophication indicators to assess environmental status within the European Marine Strategy Framework Directive. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 93, p. 117-131, 2011.

FURTADO, João Salvador. **Indicadores de Sustentabilidade e Governança** *Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, vol.2, nº1, fev, p.121-188, 2009.

GALE, I. NEUMANN, I., CALOW, R. e MOENCH, M. **The effectiveness of artificial recharge of groundwater: a review.** AGRAR Project - Augmented Groundwater Resources by Artificial Recharge. Groundwater Systems and Water Quality Programme. Phase 1, Final Report CR/02/108N. British Geological Survey. Keyworth, Nottingham. 2002.

GONÇALVES, F. B., SOUZA, A. P. **Disposição oceânica de esgotos sanitários: história e prática.** Rio de Janeiro: ABES, .1 ed. 1997.

HESPANHOL, I. **Recarga artificial de aquíferos.** Revista da Fundação de apoio à Tecnologia – FaT, p. 25-29, 2006.

IMA. **Enunciado nº 01.** Parâmetros e frequências mínimos para monitoramento de esgotos sanitários. Disponível em: http://fatma.sc.gov.br/ckfinder/userfiles/arquivos/ENUNCIADO%20IMA%20n%202%BA001_Agosto%202018.pdf. Acesso em: 7 out. 2019.

LIBRALATO, Giovanni; GHIRARDINI, Annamaria Volpi; AVEZZÙ, Francesco. **To centralise or to decentralise: An overview of the most recent trends in wastewater treatment management.** Journal Of Environmental Management, [s.l.], v. 94, n. 1, p.61-68, fev. 2012.

MASTERS, Robert W.; VERSTRAETEN, Ingrid M.; HEBERER, Thomas. **Fate and transport of pharmaceuticals and endocrine disrupting compounds during ground water recharge.** Groundwater Monitoring & Remediation, v. 24, n. 2, p. 54-57, 2004.

MATTAR, N.J.; KRUGUER, C.M.; DZIEDZIC, M. **Análise de indicadores ambientais no Reservatório de Passaúna.** Engenharia sanitária e ambiente, v.14, n.2, p.205-214, 2009.

McNEELY. R.N., NEIMANIS, V.P., DWYER. L. **Water Quality Sourcebook. A Guide to Water Quality Parameters.** Ottawa: Environment Canada, p.90, 1979.

METCALF & EDDY. Inc. **Wastewater Engineering. Treatment, Disposal and Reuse.** McGraw-Hill. p. 1334, 1991.

METCALF; EDDY, INC. **Wastewater engineering: Treatment, disposal and reuse.** New York: Ed. McGraw-Hill, 2002.

MOURA, A. N. Recarga artificial de aquíferos: os desafios e riscos para garantir o suprimento futuro de água subterrânea. XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 2004. Disponível em: < <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/issue/view/1186>>. Acesso em 08 out. 2019.

NAVAL, L. P; COUTO, T. C. **Remoção de nitrogênio amoniacal em sistemas anaeróbios.** In: AIDIS Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Del Ambiente. 2005, Assunción. Avanzando hacia los objetivos del milênio em el marco de la ingeneri sanitária ambiental. Congreso Regional. Disponível em < <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/paraguay5/IIAS01.pdf>>. Acesso em 30 jun. 2018.

ORSSATTO, F.; HERMES, E.; BOAS, M. A. V. **Eficiência de Remoção de Óleos e Graxas de uma Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário.** Engenharia Ambiental. Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 4, p. 249, out/dez 2010.

PENTEADO, José Carlos P.; SEOUD, Omar A. El; CARVALHO, Lilian R. F. **Alquilbenzeno Sulfonato Linear: uma abordagem ambiental e analítica.** Química Nova, Vol. 29, No. 5, 1038-1046, 2006.

PRADO FILHO, H. R. **A reutilização ou reuso da água.** Disponível em: < <https://revistaadnormas.com.br/2019/04/09/a-reutilizacao-ou-reuso-da-agua>>. Acesso em 08 out. 2019.

QASIM, Syed R. **Wastewater treatment plants: planning, design, and operation.** CRC Press, 1998.

RIFFAT, Rumana. **Fundamentals of wastewater treatment and engineering.** CRC Press, 2012.

SALES, A. E. T. **Estudos da Balneabilidade das Praias Urbanas do Município de Natal Durante o ano de 2005: Dissertação de Mestrado em Engenharia Sanitária.** UFRGN. Rio Grande do Norte, 2005.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e do Desenvolvimento Rural. Governo do Estado de Santa Catarina. **Regionalização de vazões das bacias hidrográficas estaduais do estado de Santa Catarina.** v. 1 – texto. 2006. 141p. (Estudos dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos para o Estado de Santa Catarina e Apoio para a sua Implementação). Disponível em: http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Legislacao/estudo_de_regionalizacao_hidrologica.pdf. Acesso em: 19 de nov. de 2019.

SCHLUSAZ, Maiara. **Avaliação da eficiência da estação de tratamento de efluentes (ETE- RONDA, PONTA GROSSA –PR) através da análise de parâmetros físico-químicos.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2014.

SILVA, A. L. **Variabilidade dos componentes do balanço hídrico: um estudo de caso em uma cultura do cafeeiro (Coffea arabica L.) no Brasil.** 73 f. Tese (Doutorado em Agronomia, área de concentração: Irrigação e Drenagem). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

TAFFAREL, S. R.; GOMES, C. S.; RUBIO, J. **Remoção de surfactante aniônico de soluções aquosas por organo-zeólita**. In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA. 2010, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: UFRGS-RS, 2010. p. 1903-1912. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/ltn/attachments/380_COBEQ%20Surfactante.pdf>.

Acesso em 14 jun. 2018.

TRATA BRASIL. **RANKING DO SANEAMENTO INSTITUTO TRATA BRASIL 2016**. Disponível em:

<<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/ranking/2016/relatorio-completo.pdf>>. Acesso em 15 mar. 2018.

VON SPERLING, M.; SEZERINO, P.H. **Dimensionamento de wetlands construídos no Brasil**. Boletim Wetlands Brasil, Edição Especial, dezembro/2018. 65 p. ISSN 2359-0548. 2018. Disponível em: <[HTTP://gesad.ufsc.br/boletins/](http://gesad.ufsc.br/boletins/)>.

VON SPERLING, Marcos. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias - Lodos Ativados**. 2. Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas. 1997.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

ZIESE, T. et al. **Surto de Escherichia coli na Suécia**. Vol. 1. Relatórios de investigação de surtos, 2000.

MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM FLORIANÓPOLIS

1 INTRODUÇÃO

O Capítulo II – Diagnóstico do esgotamento sanitário em Florianópolis, apresenta os dados atuais dos sistemas de tratamento de esgoto sanitário instalados e operando na capital, bem como dos sistemas projetados para operarem nos curto e médio prazos, e as áreas em que não há a previsão de atendimento por sistemas centralizados ou semi-centralizados.

São apresentados dados como demanda de água, geração de esgoto e assimilação das formas de disposição final que recebem o aporte de efluente tratado. O levantamento desses dados visa o adequado dimensionamento da demanda de recursos naturais para atendimento da população de saturação no Município, tanto para o abastecimento de água, quanto para a destinação final do esgoto tratado.

As informações contidas neste capítulo são essenciais para estruturar o processo de tomada de decisão, sendo possível detectar as lacunas e as possibilidades de otimização da localização dos sistemas, das tecnologias e de aproveitamento das estruturas já instaladas.

2 DEMANDA DE ÁGUA PER CAPITA EM FLORIANÓPOLIS

De maneira geral os projetos de engenharia consideram um índice de demanda de água único para os municípios, que represente o consumo médio de sua população. Mas, de toda forma, é importante que este índice seja analisado com cautela, pois ele é empregado nos dimensionamentos dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, já que a maior parte do esgoto é constituída de água.

Para estimar a demanda atual de água potável em Florianópolis foram analisados os dados disponibilizados pela Base de Dados Operacional – BADOP, da CASAN e também os dados do SNIS (sistema Nacional de Informações sobre Saneamento). O SNIS é alimentado por informações de diferentes prestadores e órgãos oficiais, inclusive da CASAN, e apresenta resultados prontos de indicadores para os serviços de saneamento, com uma defasagem temporal de aproximadamente dois anos.

Com relação aos dados do BADOP, o consumo per capita foi calculado com dados da população atendida pela CASAN e com dados dos volumes de água registrados pela companhia. Os dados populacionais estimados no BADOP para o município de Florianópolis se baseiam no número de economias residenciais cadastradas na CASAN e considerando uma taxa de ocupação calculada com dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Ou seja, estes dados não incluem a população flutuante para os meses na época de alta temporada. Já os dados de volume de água foram calculados considerando-se a diferença entre o volume de água disponibilizado (que sai da ETA) e o volume de perdas. A razão entre o volume de água e a população considerada indicou o consumo per capita de água em Florianópolis, segundo os dados do BADOP obtendo-se os valores de 171,4 L/hab/d para 2018 e de 170,2 L/hab/d para 2017 (Tabela 13).

Tabela 13 – Consumo per capita calculado para Florianópolis, mês a mês.

CONSUMO PER CAPITA (l/hab/dia)	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	MÉDIA
2017	193,4	191,2	177,9	170,6	160,0	159,7	162,8	162,0	167,3	157,7	173,1	166,5	170,2
2018	184,7	186,0	165,3	166,4	164,5	161,5	-	-	-	-	-	-	171,4

Fonte: Elaborado pelos autores.

Já a consulta ao SNIS do consumo per capita de água de Florianópolis indicou um valor médio para o ano de referência de 2017 de 179,81 L/hab/d. Comparando-se este valor com aquele encontrado por meio de cálculos baseados no banco de dados da CASAN não se verificou uma diferença expressiva. Desta forma, assume-se neste trabalho que é possível considerar o consumo per capita do SNIS para a estimativa de consumo de água atual e futuro em Florianópolis, e conseqüentemente para a estimativa da produção de esgoto.

3 ESTIMATIVAS DE GERAÇÃO E DE TRATAMENTO DE ESGOTO

3.1 Estimativa de geração de esgoto sanitário

A vazão real de esgoto tratada atualmente no município pelos sistemas semi-centralizados (operados pela CASAN ou, para o caso específico de Jurerê Internacional, operado pela SAE – Jurerê Internacional) pode ser verificada nos registros das vazões horárias das ETEs de Florianópolis. Os itens a seguir apresentam estas informações.

3.2 Medidas de vazões atuais das estações de tratamento de esgoto sanitário (sistemas semi-centralizados)

As ETE que compõem os sistemas públicos de tratamento de esgoto atualmente em operação em Florianópolis são Canasvieiras, ParqTec, Insular, Lagoa da Conceição, Barra da Lagoa, Saco Grande e Potecas (cujas ETE se localiza no município de São José). No caso da ETE Potecas, o sistema de esgoto é integrado (Florianópolis e São José). Destaca-se que a vazão apresentada na Tabela 14 da ETE Potecas é relativa à proporção de contribuição de Florianópolis.

Tabela 14: Dados de vazões das ETEs de Florianópolis.

Estações de Tratamento de Esgoto - ETEs	Vazões (L/s) - 2017	
	Média projetada	Média operacional
ETE Barra da Lagoa	63	20
ETE Canasvieiras	285	137
ETE Insular saída	278	240
ETE Lagoa da Conceição	50	32
ETE Potecas*	423	144
ETE Saco Grande **	12	10
ETE Parque Tec***	(***)	2,0
SOMA	1.111	585

(*) = Na ETE Potecas a vazão da média operacional se refere à porção de Florianópolis (52% de economias contribuintes). (**) = Vazões sem telemetria. (***) = Sem projeto.

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.3 Vazões atuais de tratamento de esgoto sanitário (sistemas descentralizados)

As áreas sem sistemas centralizados e semi-centralizados não possuem medidor de vazão. Desta forma, não há dados oficiais sobre a produção de esgoto em Florianópolis das populações destas áreas.

4 SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM OPERAÇÃO

Atualmente Florianópolis conta com 07 (sete) Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) vinculadas a sistemas públicos semi-centralizados operados pela CASAN, sendo elas: Canasvieiras, ParqTec, Insular, Lagoa da Conceição, Barra da Lagoa, Saco Grande e Potecas. Essa última, situada no município de São José (sistema de esgoto integrado entre a parte continental de Florianópolis e o município de São José). Há ainda o sistema semi-centralizado privado com a ETE operada pelo SAE - Jurerê Internacional e os sistemas descentralizados de diversos condomínios e loteamentos. Estes últimos podem estar situados em áreas sem rede coletora instalada ou em áreas específicas de sistemas semi-centralizados que carecem de avaliação para a análise de viabilidade técnica e econômica de ligação nas redes coletoras dos sistemas semi-centralizados. Na sequência serão apresentados os principais sistemas semi-centralizados em operação na região.

4.1 Sistema de Esgotamento Sanitário – SES Canasvieiras

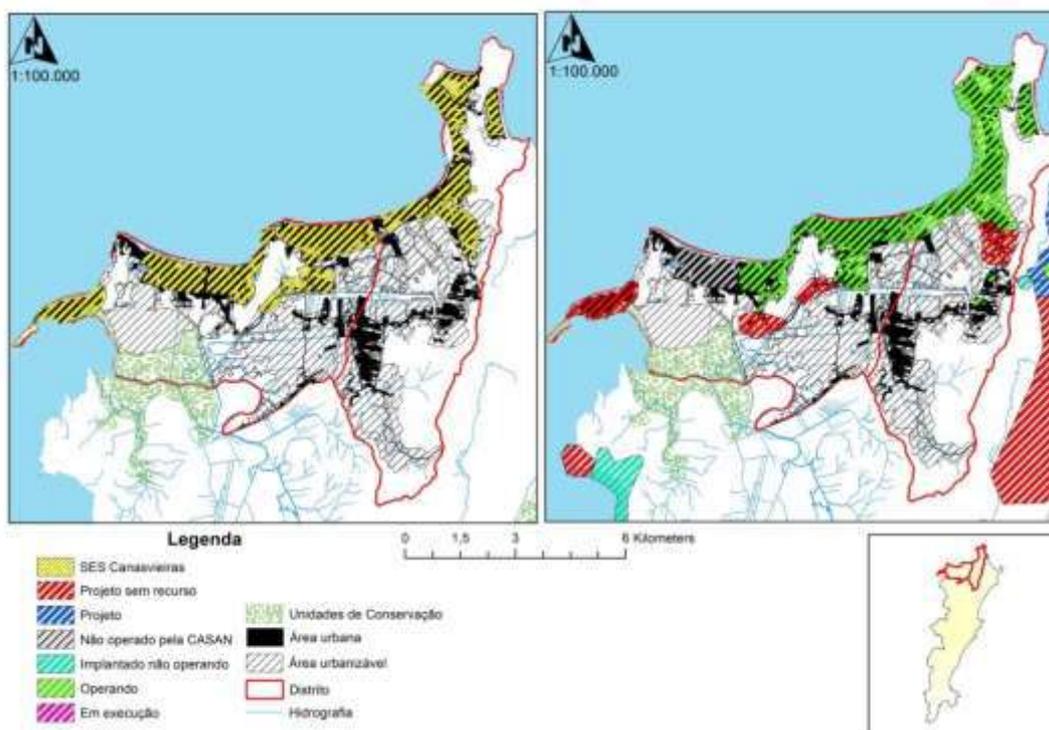
As Figura 7 e 8 apresentam a localização da ETE, a área de abrangência do atendimento e o estágio atual do SES. Na Tabela 15 é apresentado um resumo das características do sistema, e a Figura 9 traz o fluxograma do tratamento realizado na ETE Canasvieiras.

Figura 7: Abrangência do SES Canasvieiras e localização da ETE.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 8 : Abrangência e estágio atual do SES Canasvieiras.



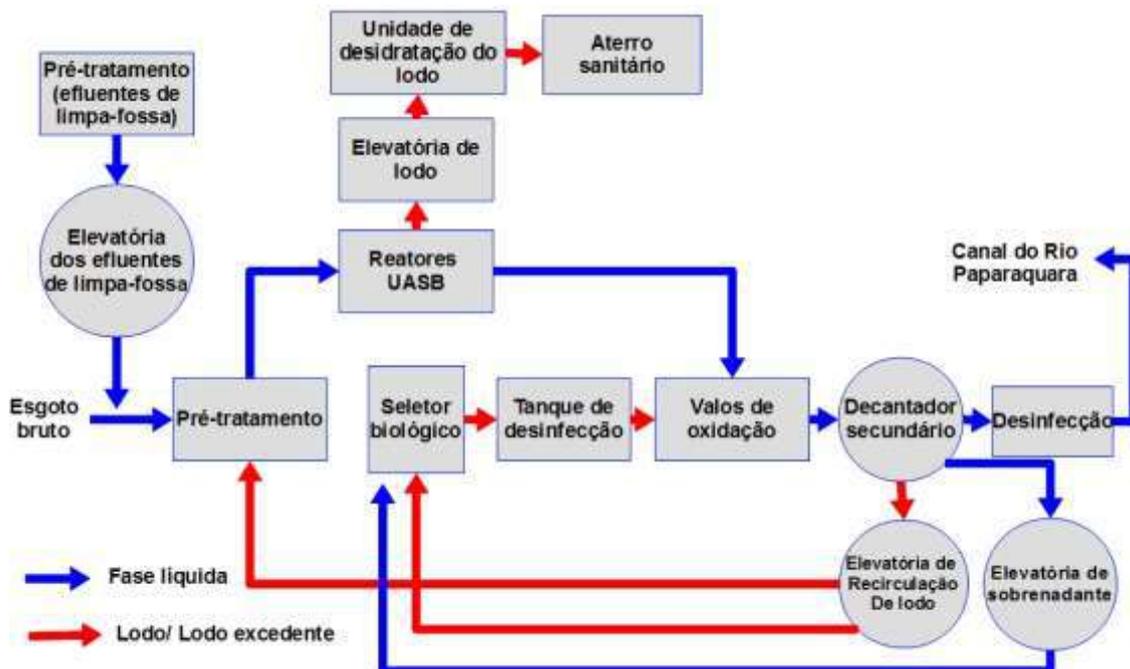
Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 15: Características do SES Canasvieiras.

Localidades atendidas	Jurerê (Tradicional), Canasvieiras, Canto do Lamim, Cachoeira do Bom Jesus, Lagoinha, Ponta das Canas, Praia Brava e Ingleses.
Unidades Territoriais de Planejamento - UTP	Jurerê, Ponta Grossa, Papaquara, Ponta das Canas, Lagoinha do Norte e Ingleses.
Vazão média	285,00 L/s (185 L/s + 100 L/s)
Tipo de tratamento	<p>A ETE Canasvieiras conta com as seguintes unidades: tratamento preliminar (gradeamento, calha Parshall e caixa de areia), tratamento biológico (reator UASB seguido por lodos ativados, por valos de oxidação, com adição de cloreto férrico como agente coagulante, com o objetivo de remoção de fósforo, e decantador secundário) e desinfecção por cloro gás.</p> <p>A ETE Canasvieiras conta também com uma ETE pré-fabricada formada por filtração biológica de alta taxa, floco/flotação e desinfecção por cloro gás.</p>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 9: Fluxograma da ETE Canasvieiras.



Fonte: Elaborado pelos autores.

4.2 Sistema de Esgotamento Sanitário – SES Barra da Lagoa

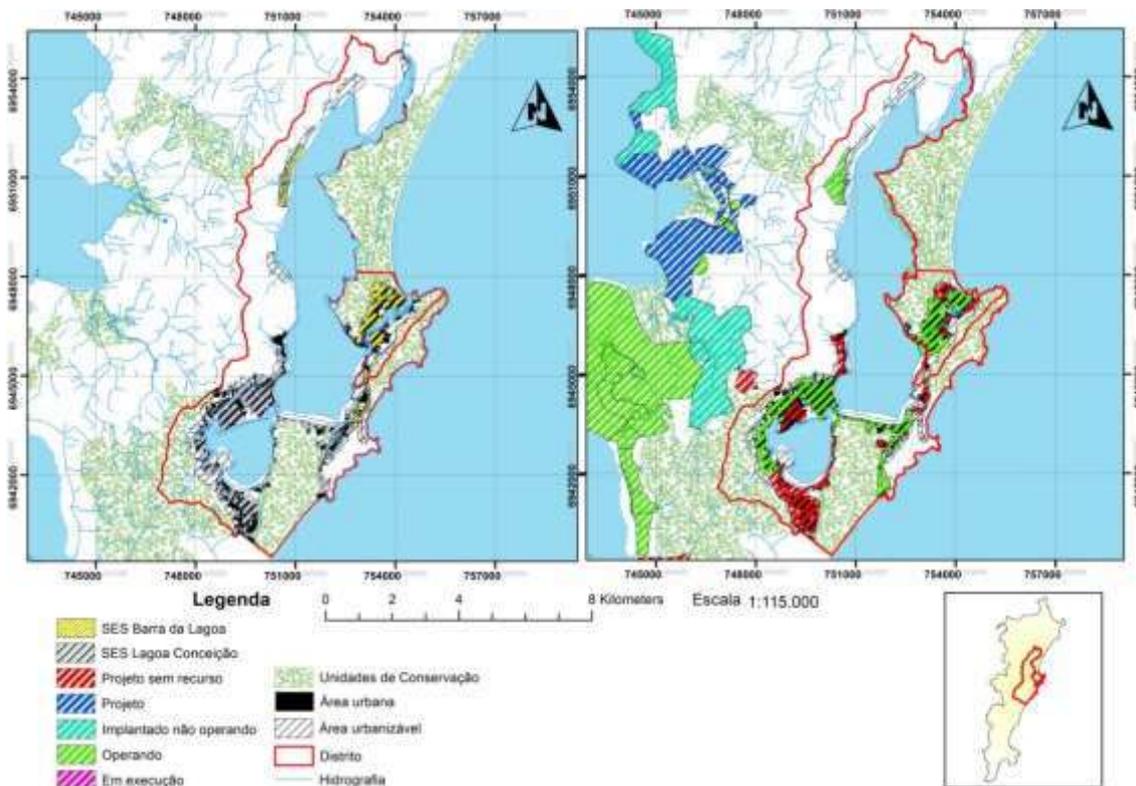
As Figuras 10 e 11 apresentam a localização da ETE, a área de abrangência do atendimento e o estágio atual do SES. Na Tabela 16 é apresentado um resumo das características do sistema, e Figura 12 traz o fluxograma do tratamento realizado na ETE Barra da Lagoa.

Figura 10 : Abrangência do SES Barra da Lagoa e localização da ETE.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 11 : Abrangência e estágio atual dos SES Barra da Lagoa e Lagoa da Conceição.



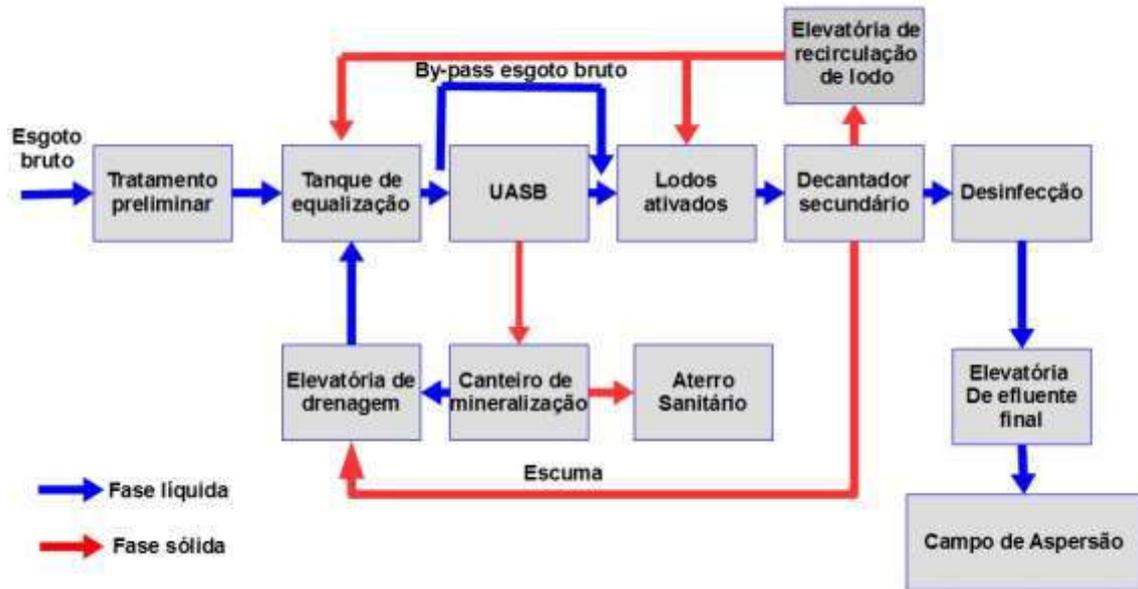
Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 16: Características do SES Barra da Lagoa.

Localidades atendidas	Barra da Lagoa e a Costa da Lagoa
Unidades Territoriais de Planejamento - UTP	Lagoa da Conceição
Vazão média	63,00 L/s
Tipo de tratamento	A ETE Barra da Lagoa conta com as seguintes unidades: tratamento preliminar (gradeamento, caixa de areia e medidor de vazão eletromagnético), tratamento biológico (reator UASB seguido por lodos ativados e decantador secundário) e desinfecção por cloro gás.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 12: Fluxograma ETE Barra da Lagoa.



Fonte: Elaborado pelos autores.

4.3 Sistema de Esgotamento Sanitário – SES Lagoa da Conceição

A Figura 13 e também a Figura 11 apresentam a localização da ETE, a área de abrangência do atendimento e estágio atual do SES. Na Tabela 17 é apresentado um resumo das características do sistema, e a Figura 14 traz o fluxograma do tratamento realizado na ETE Lagoa da Conceição.

Figura 13: Abrangência do SES Lagoa da Conceição e localização da ETE.



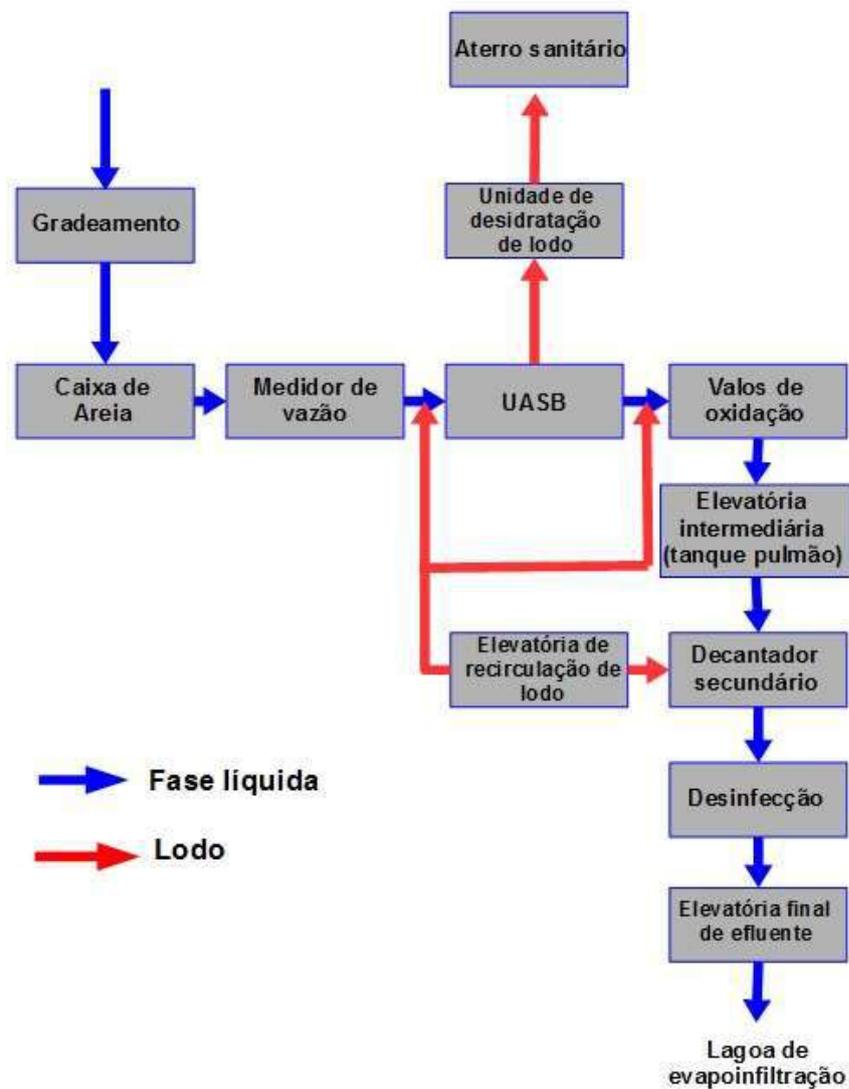
Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 17: Características do SES Lagoa da Conceição.

Localidades atendidas	Lagoa da Conceição, Canto da Lagoa, Porto da Lagoa e Joaquina.
Unidades Territoriais de Planejamento - UTP	Lagoa da Conceição.
Vazão média	50,00 L/s.
Tipo de tratamento	A ETE Lagoa da Conceição conta com as seguintes unidades: tratamento preliminar (gradeamento, caixa de areia e medidor de vazão), tratamento biológico (reator UASB seguido por lodo ativado, por valos de oxidação, e decantador secundário) e desinfecção por cloro gás.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 14: Fluxograma ETE Lagoa da Conceição.



Fonte: Elaborado pelos autores.

4.4 Sistema de Esgotamento Sanitário – SES Insular

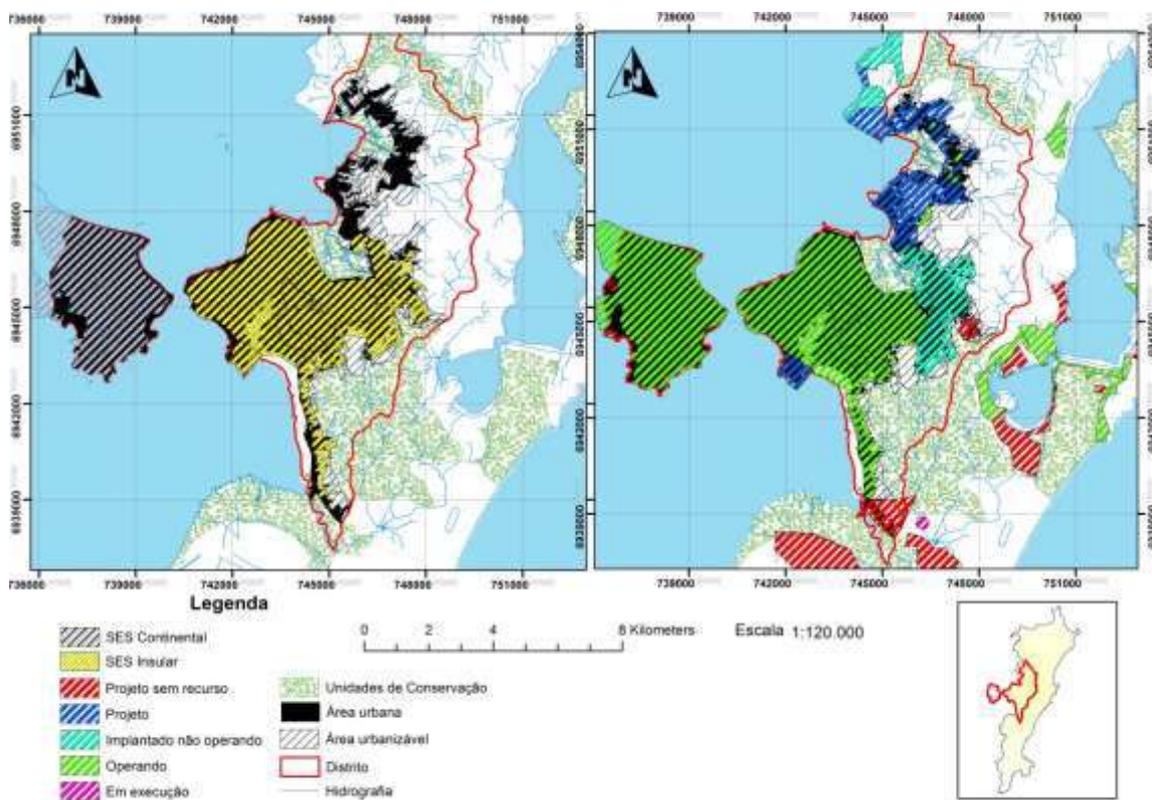
As Figuras 15 e 16 apresentam a localização da ETE, a área de abrangência do atendimento e o estágio atual do SES. Na Tabela 18, é apresentado um resumo das características do sistema, e a Figura 17 traz o fluxograma do tratamento realizado na ETE Insular

Figura 15: Abrangência do SES Insular e localização da ETE.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 16: Abrangência e estágio atual do SES Insular e SES Continente (Potecas).



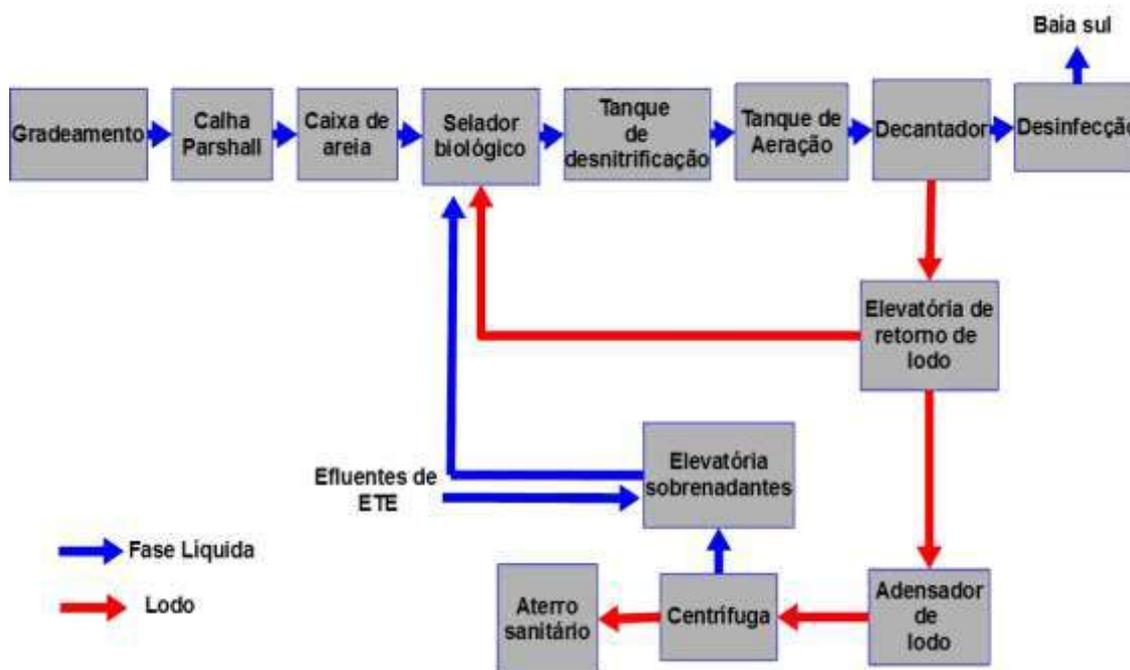
Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 18: Características do SES Insular.

Localidades atendidas	Centro, Agrônômica, Trindade, Serrinha, Carvoeira, Córrego Grande, Pantanal, Santa Mônica, Itacorubi, Maciço do Morro da Cruz, José Mendes, Saco dos Limões e Costeira do Pirajubaé.
Unidades Territoriais de Planejamento - UTP	Florianópolis, Costeira e Itacorubi.
Vazão média	278,00 L/s
Tipo de tratamento	A ETE Insular conta com as seguintes unidades: tratamento preliminar (gradeamento, caixa de areia e medidor de vazão), tratamento biológico (seletor biológico, câmara de desnitrificação, tanque de aeração e decantador secundário) e desinfecção por cloro gás.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 17: Fluxograma ETE Insular.

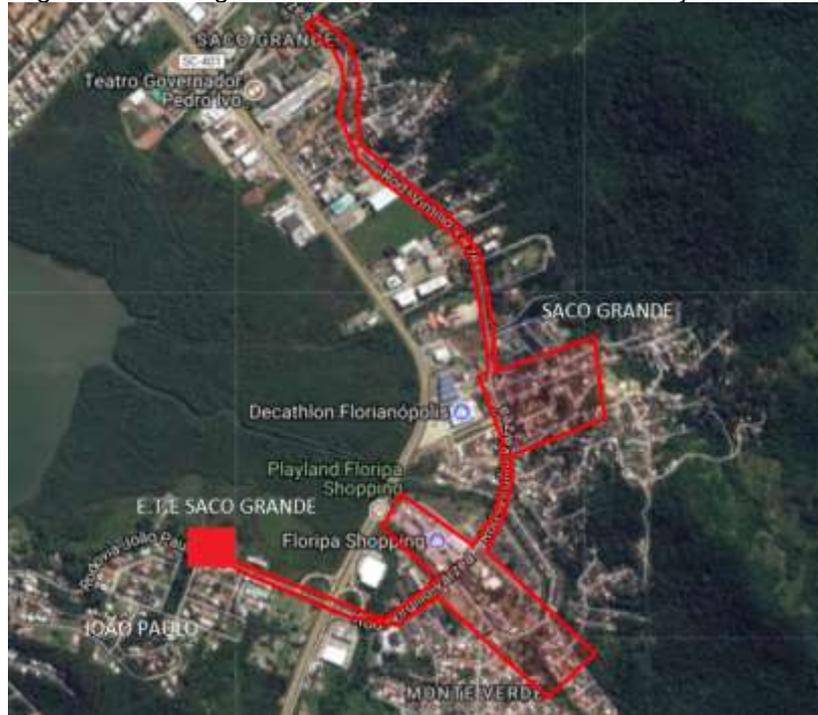


Fonte: Elaborado pelos autores.

4.5 Sistema de Esgotamento Sanitário – SES Saco Grande

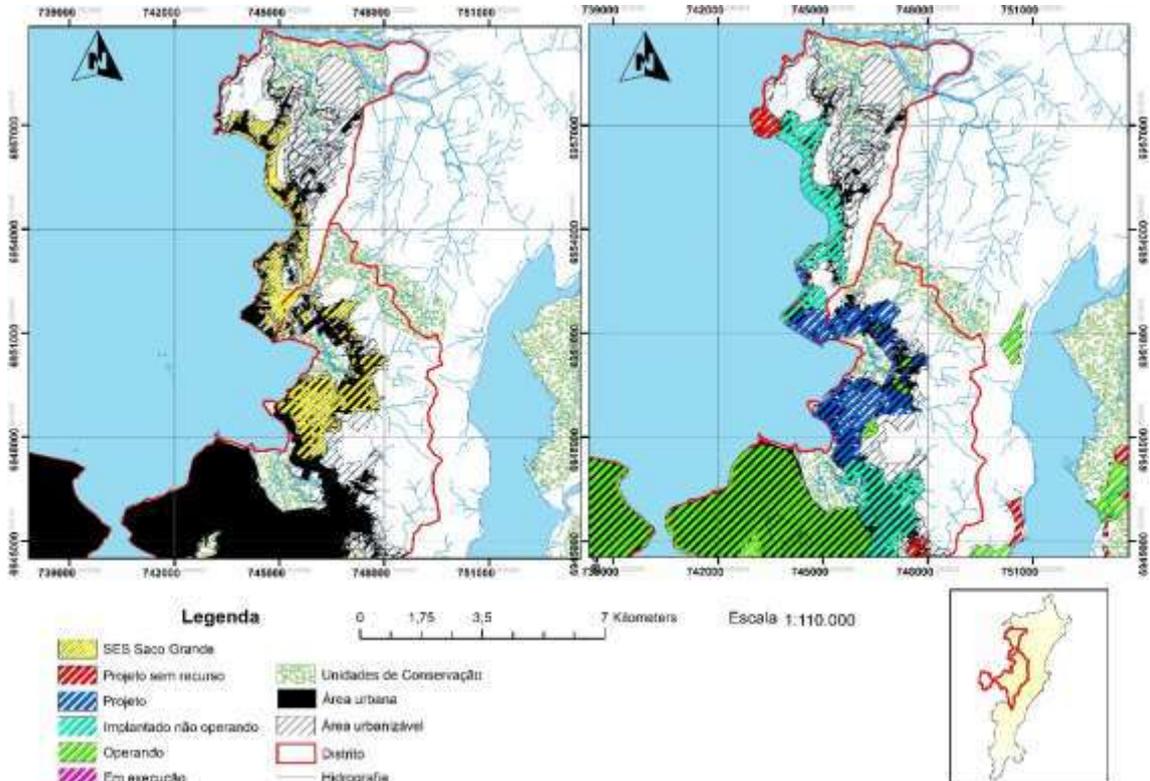
A Figura 18 e 19 apresentam a localização da ETE, a área de abrangência do atendimento e estágio atual do SES. Na Tabela 19 é apresentado um resumo das características do sistema, e a Figura 20 traz o fluxograma do tratamento realizado na ETE Saco Grande.

Figura 18: Abrangência do SES Saco Grande e localização da ETE.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 19: Abrangência e estágio atual do SES Saco Grande.



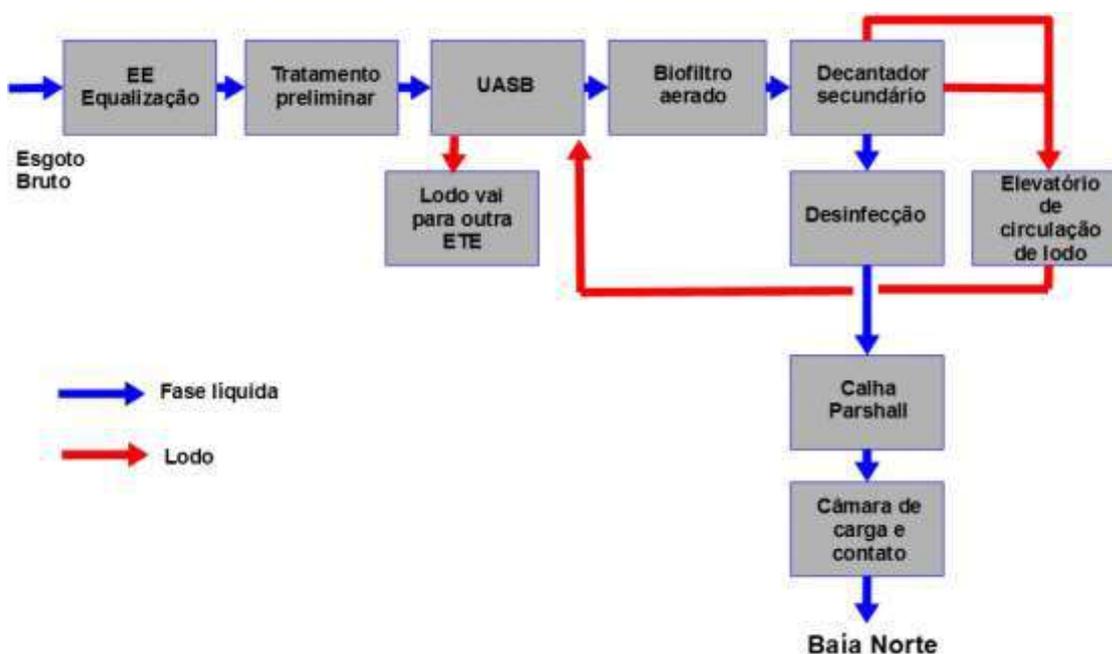
Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 19: Características do SES Saco Grande.

Localidades atendidas	Saco Grande e João Paulo.
Unidades Territoriais de Planejamento - UTP	Saco Grande e Monte Verde
Vazão média de tratamento	10,20 L/s
Tipo de tratamento	A ETE Saco Grande conta com as seguintes unidades: tratamento preliminar (gradeamento, caixa de areia, caixa de gordura e medidor de vazão), tratamento biológico (reator UASB seguido por biofiltro aerado submerso e decantador secundário) e desinfecção com cloro gás.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 20: Fluxograma ETE Saco Grande.

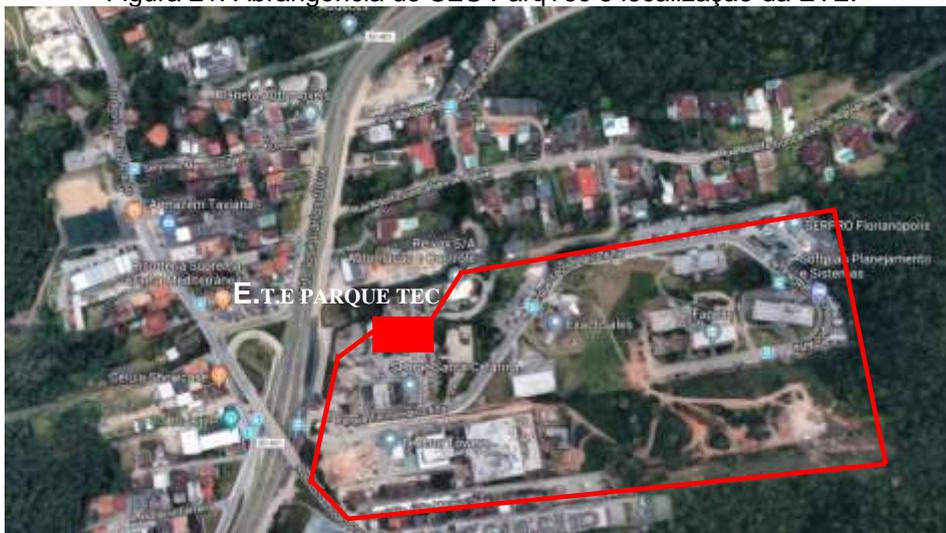


Fonte: Elaborado pelos autores.

4.6 Sistema de Esgotamento Sanitário - SES ParqTec

A Figura 21 apresenta a localização da ETE e da área de abrangência do atendimento. Na Tabela 20, é apresentado um resumo das características do sistema, e a Figura 22 apresenta o fluxograma do tratamento realizado na ETE ParqTec.

Figura 21: Abrangência do SES ParqTec e localização da ETE.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 20: Características do SES Parque Tec.

Área de atendimento	Apenas o Parque Tec.
Vazão média	2,06 L/s
Tipo de tratamento	A ETE ParqTec conta com as seguintes unidades: estação elevatória, tratamento biológico (tanque de aeração e decantador secundário), desinfecção e medidor de vazão.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 22 - Fluxograma do tratamento realizado na ETE ParqTec.



Fonte: Elaborado pelos autores.

4.7 Sistema de Esgotamento Sanitário – SES Florianópolis Continente

A Figura 23 apresenta a localização da ETE, a área de abrangência do atendimento e o estágio atual do SES. Na Tabela 21, é apresentado um resumo das características do sistema, e a Figura 24 traz o fluxograma do tratamento realizado na ETE Potecas.

Figura 23: Abrangência do SES Florianópolis Continente e localização da ETE.



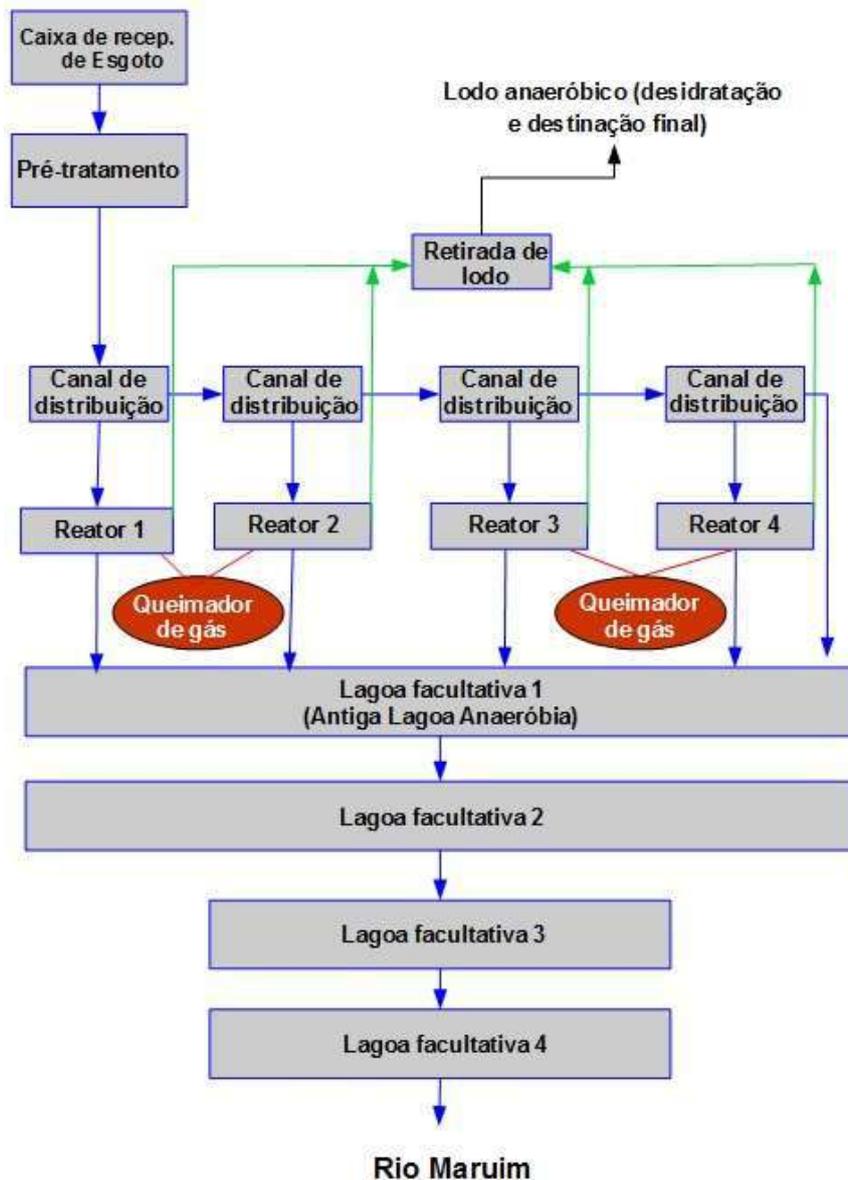
Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 21: Características do SES Florianópolis Continente.

Localidades atendidas	Jardim Atlântico, Canto, Balneário Estreito, Estreito, Coloninha, Capoeiras, Abraão, Itaguaçu, Bom Abrigo, Coqueiros e Monte Cristo.
Unidades Territoriais de Planejamento - UTP	Estreito e Coqueiros.
Vazão média de tratamento	208,00 L/s
Tipo de tratamento	A ETE Potecas conta com um sistema composto pelas seguintes unidades: pré-tratamento, reatores anaeróbios e lagoas de estabilização tipo facultativas em série.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 24: Fluxograma ETE Potecas.

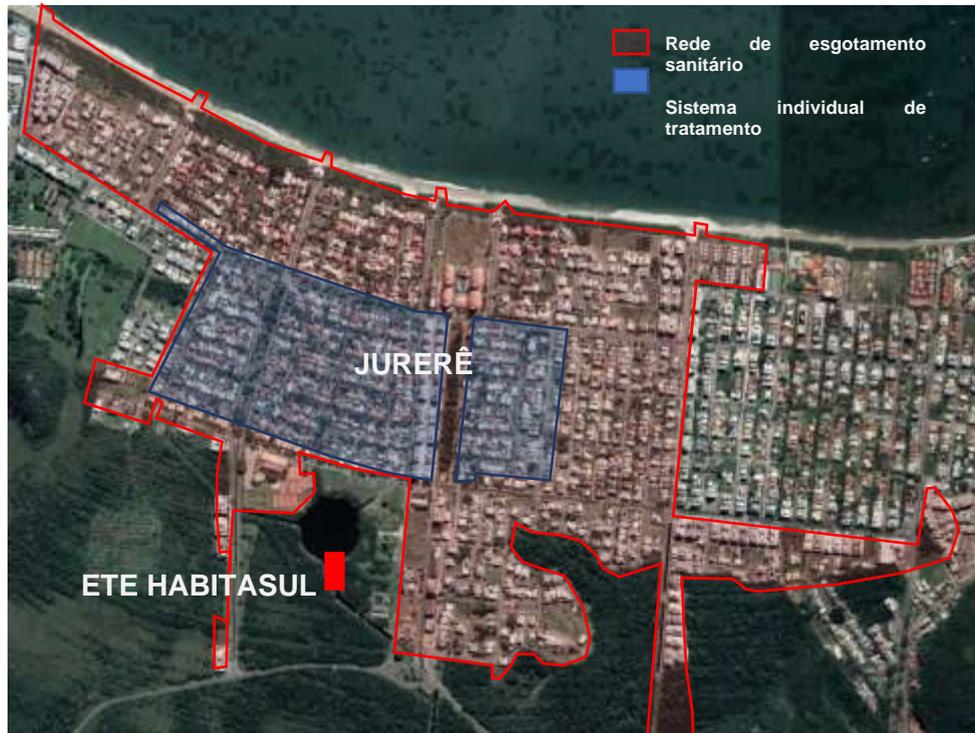


Fonte: Elaborado pelos autores.

4.8 Sistema de Esgotamento Sanitário – SES Jurerê Internacional

A Figura 25 apresenta a localização da ETE e da área de abrangência do atendimento. Na Tabela 22, é apresentado um resumo das características do sistema, e a Figura 26 apresenta o fluxograma do tratamento realizado na ETE Jurerê.

Figura 25: Abrangência do SES Jurerê/Habitasul e localização da ETE.



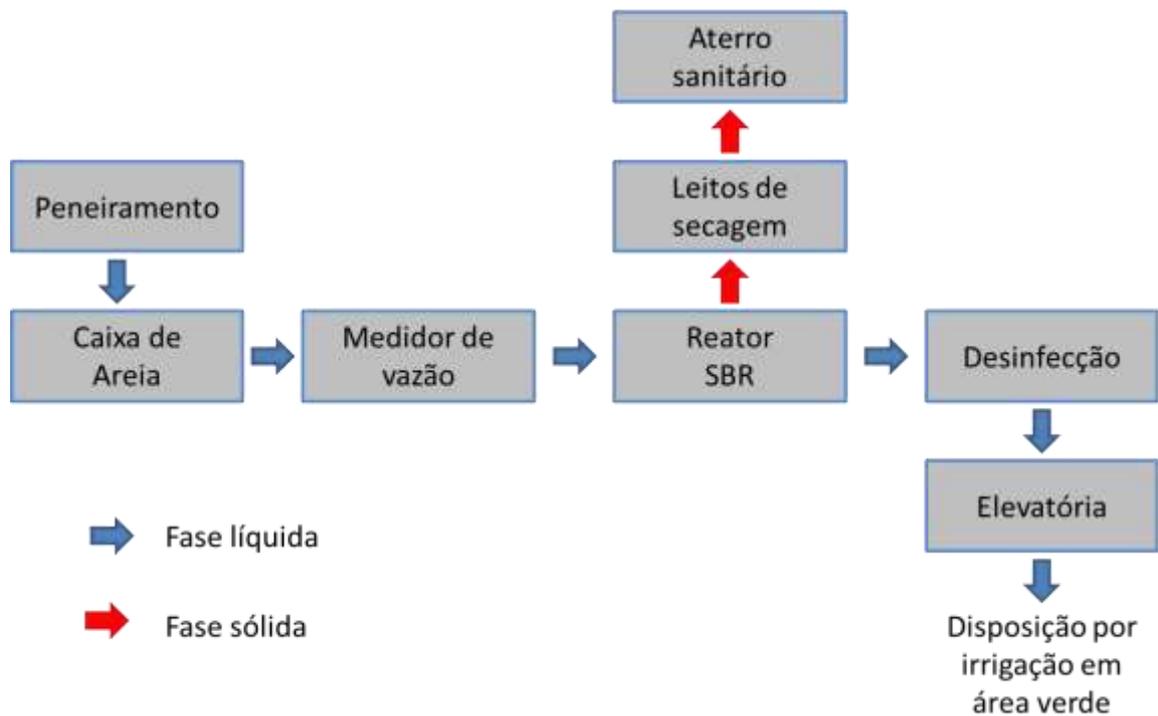
Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 22: Características do SES Jurerê Internacional.

Área de atendimento	Loteamento Jurerê Internacional (atende cerca de 80 % das economias presentes no loteamento, sendo que o restante utiliza sistemas individuais de tratamento de esgoto).
Vazão média	28,93 L/s
Tipo de tratamento	A ETE de Jurerê Internacional possui tratamento preliminar composto por remoção de sólidos grosseiros por meio de peneiramento e desarenação; medição de vazão por meio de vertedores e tratamento biológico por meio de três reatores com sistema de tratamento por batelada SBR; desinfecção por cloração e disposição do fluente tratado para irrigação em área verde para infiltração no solo.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 26: Fluxograma ETE Jurerê Internacional.



Fonte: Elaborado pelos autores.

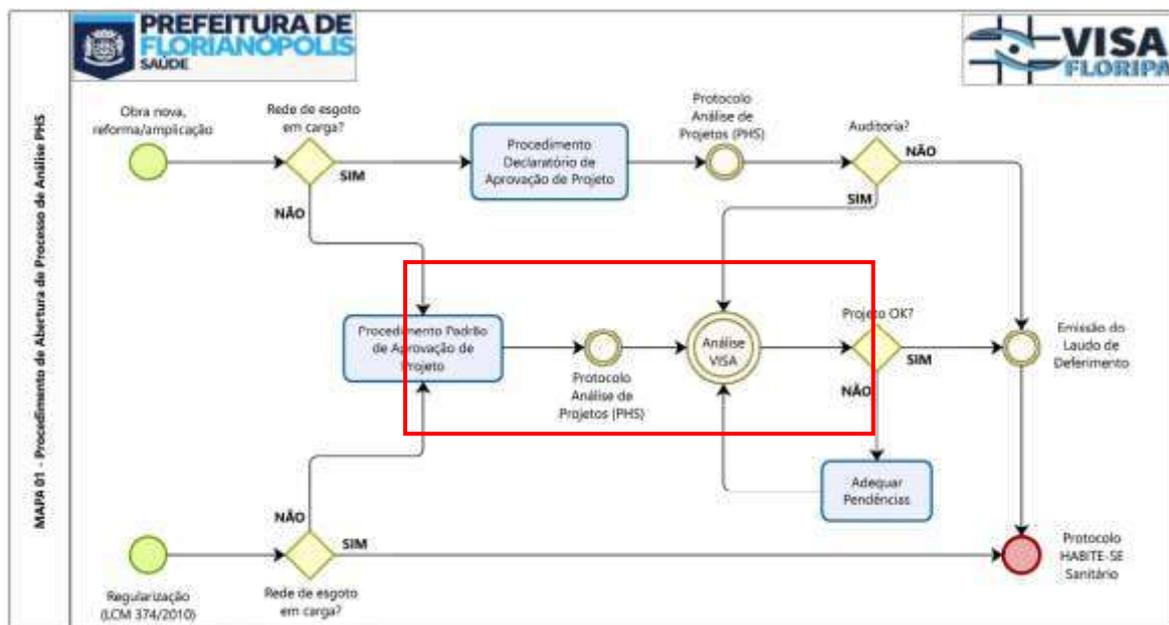
5 SISTEMAS DESCENTRALIZADOS

A responsabilidade pela análise e aprovação de projetos e a fiscalização de sistemas descentralizados uni e multifamiliares no município de Florianópolis é da Vigilância em Saúde do município, conforme estabelecido pelo artigo 10 da Lei Complementar N° 239/2006, conhecida como Código de Vigilância em Saúde.

5.1 Orientações Gerais

Os procedimentos de aprovação do projeto estão descritos na Resolução da Diretoria de Vigilância em Saúde N° 001/2017, de 10/07/2017. Para melhor visualização do processo, segue fluxograma elaborado pela VISA de Florianópolis (Figura 27).

Figura 27: Fluxograma de procedimentos para aprovação de projetos em Florianópolis.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os tipos de sistemas de tratamento recomendados pela Vigilância em Saúde de Florianópolis estão descritos na Tabela 23, obtida no documento *ORIENTAÇÃO TÉCNICA: CONCEPÇÕES PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTE DOMÉSTICO* (PMF, 2016).

Este mesmo documento determina que em áreas sujeitas a sentenças judiciais e quando a destinação final dos efluentes for o sistema de drenagem urbana torna-se necessária a implantação de nível terciário de tratamento (remoção da matéria orgânica e dos sólidos suspensos, bem como, remover nutrientes e microrganismos patogênicos). Com relação à disposição final do efluente tratado, o documento recomenda a infiltração no solo, porém nos locais sem viabilidade técnica para tal é permitido o lançamento na rede de drenagem pluvial.

Tabela 23 – Tipos de sistemas de tratamento de esgoto descentralizados recomendados pela VISA.

CARACTERÍSTICA DA REGIÃO	UNIDADES DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTE DOMÉSTICO						
	Tanque séptico	Filtro anaeróbio	Filtro Aeróbio	Sumidouro	Vala de Infiltração	Canteiro de Infiltração e de Evapotranspiração	Desinfecção
Região com nível de lençol freático profundo	x			x			
Regiões inundáveis ou com altimetria $\leq 3,00$ m*	x	x			x		
Regiões rochosas fissuradas ou fraturadas	x	x	x			x	
Região com nível de lençol freático raso	x	x				x	
Bacia Hidrográfica da Lagoa da Conceição	x	x	x	x ¹	x ¹	x ²	x

1 – Para nível de água $\geq 1,50$ m do fundo da unidade de infiltração;
2 – Para nível de água $< 1,50$ m do fundo da unidade de infiltração.

Fonte: Elaborado pelos autores.

5.2 Áreas não atendidas pelo sistema convencional

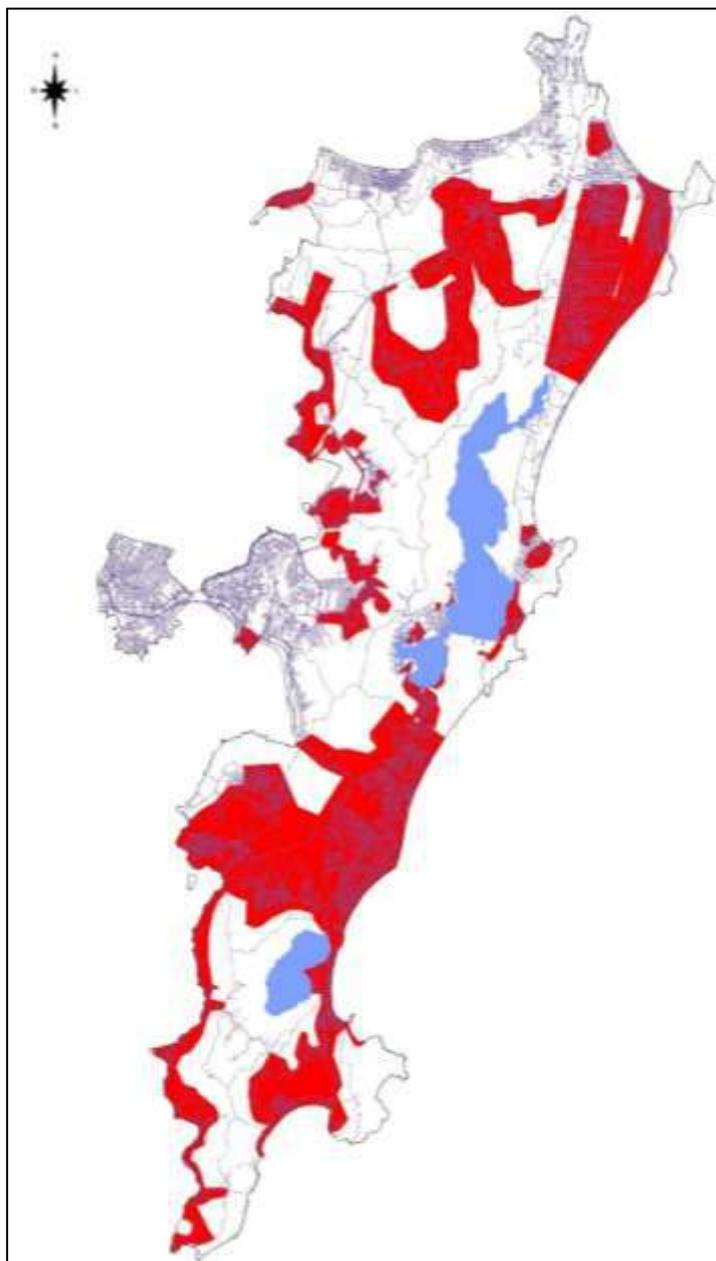
Devido à dificuldade na obtenção de dados a respeito da população que utiliza sistemas descentralizados em Florianópolis, foi realizada uma estimativa utilizando-se o índice de atendimento urbano de esgoto (CASAN) referente aos municípios atendidos com água - IN024 do SNIS, para Florianópolis. O índice de atendimento no ano de 2017 é de 65,46%, então se estima que a população urbana que não utiliza sistemas semi-centralizados é de 34,54%.

As regiões em Florianópolis que não são atendidas pelos sistemas públicos semi-centralizados e que, portanto, contam com soluções descentralizadas são:

- Norte da Ilha: Sambaqui, Santo Antônio, Cacupé, Ratonas, Rio Vermelho, Daniela, Santinho, parte dos Ingleses, Vargem Pequena, Vargem Grande, Vargem do Bom Jesus e parte da Cachoeira do Bom Jesus.
- Leste da Ilha: parte da Lagoa da Conceição, Praia Mole, Barra da Lagoa e Costa da Lagoa.
- Centro (Ilha): algumas áreas das localidades do Itacorubi, Jardim Anchieta, Córrego Grande, Costeira do Pirajubaé e João Paulo
- Sul da Ilha: toda a região do sul da ilha.

Na Figura 28 estão destacadas as regiões não atendidas por sistemas públicos de esgotamento sanitário operados pela prestadora CASAN e também pelo sistema privado do SAE – Jurerê Internacional.

Figura 28: Destaque em vermelho das áreas não atendidas pelos SES em operação pela CASAN.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Importante afirmar que alguns desses locais destacados no mapa acima possuem sistema instalado, porém estão fora de operação, como é o caso do

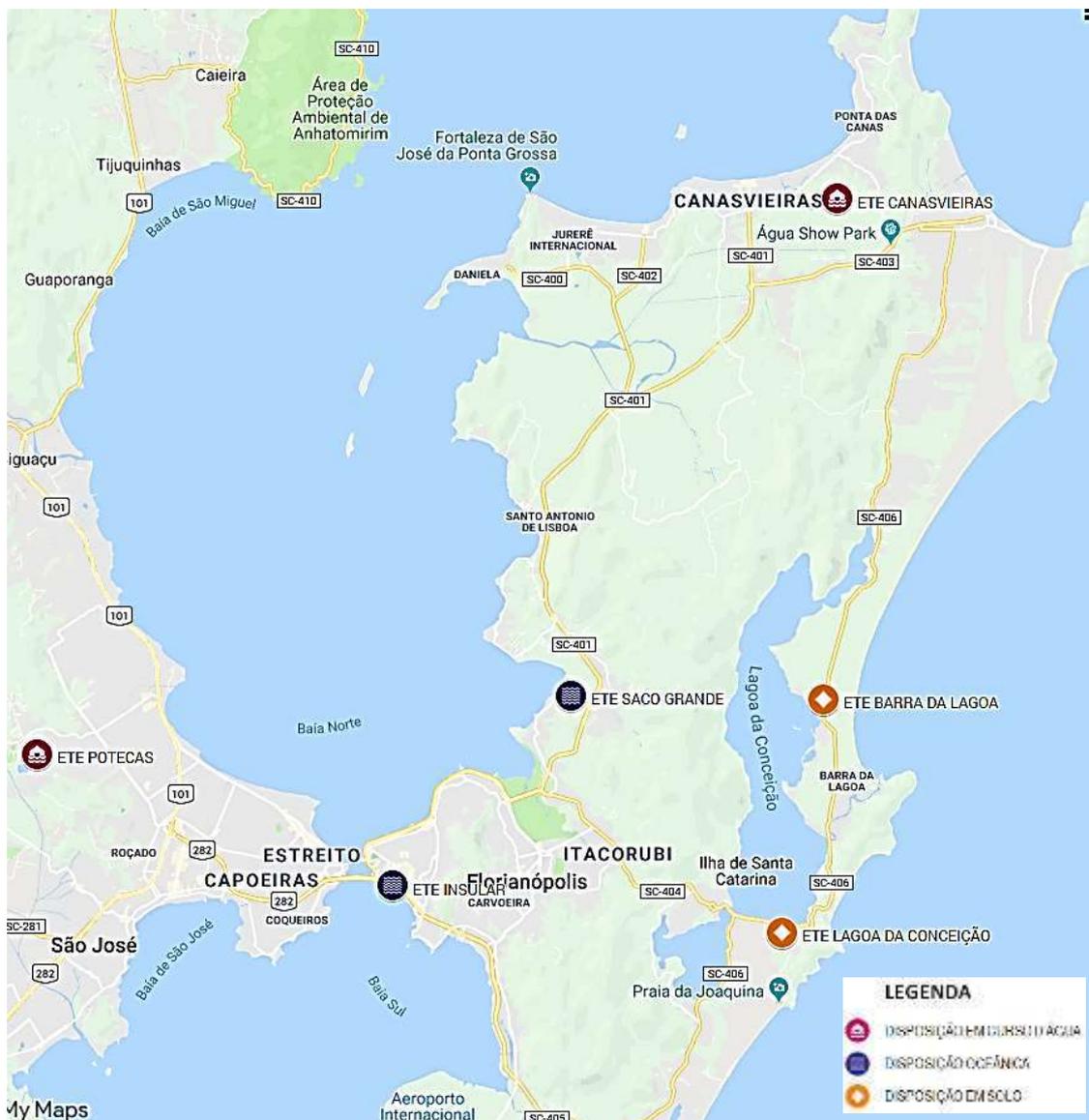
Itacorubi e do Sambaqui. Outros estão em fase de implantação, como é o caso do Campeche e de parte dos Ingleses. E, por último, há regiões que estão em fase de planejamento como é o caso de parte do Saco Grande, João Paulo e Morro da Lagoa.

Porém, existem áreas com sistemas descentralizados que atualmente não fazem parte do escopo de projetos em implantação ou a serem implantados, como é o caso da Caieira da Barra do Sul, do Matadeiro e de Rationes. Esta definição ocorre em função das características físicas ou da baixa densidade populacional da região. É válido observar que em regiões em expansão poderá haver viabilidade técnica e econômica para instalação de sistemas coletivos centralizados ou semi-centralizados no futuro. Esta discussão é mais detalhada no capítulo III, que trata do prognóstico dos serviços de esgotamento sanitário.

6 DISPOSIÇÃO FINAL DO ESGOTO TRATADO

As soluções atualmente adotadas para a destinação final dos esgotos tratados são os lançamentos em cursos d'água e no mar e a infiltração no solo, conforme já demonstrado nas figuras 9, 12, 14, 17, 20, 22, 24 e 26 e que estão sistematizadas na Figura 29.

Figura 29 - Destinação atual dos esgotos tratados nas ETE.



Fonte: Elaborado pelos autores.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FLORIANÓPOLIS (Município). **Orientação técnica: concepções para o tratamento de efluente doméstico.** Disponível em <http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/05_12_2016_18.53.49.4ce39e2a52a7eded591a9281ad607320.pdf>. Acesso em 19 de novembro de 2019.

CAPÍTULO III

PROGNÓSTICO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM FLORIANÓPOLIS

1 INTRODUÇÃO

O Capítulo III – Prognóstico do esgotamento sanitário em Florianópolis apresenta diretrizes e estimativas para as projeções de demanda e avalia possibilidades tecnológicas para o desenvolvimento dos sistemas de tratamento de esgoto sanitário na capital.

Os dados levantados no Capítulo II – Diagnóstico do esgotamento sanitário em Florianópolis serviram de base para as discussões deste capítulo.

2 PROJEÇÃO POPULACIONAL EM FLORIANÓPOLIS

No que se trata de planejamento das cidades, uma das informações basilares é saber o tamanho e o quanto a população tende a crescer durante um determinado período. De posse dessa informação, os gestores públicos poderão planejar adequadamente suas políticas e dimensionar equipamentos públicos de forma a atender as demandas atuais e futuras.

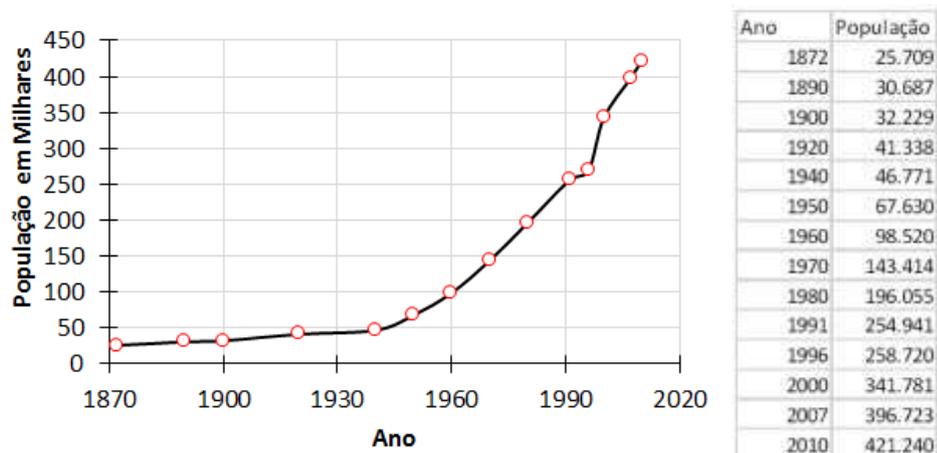
O escopo dessa parte do documento é analisar os dados demográficos e estudos de projeção de crescimento populacional disponíveis, buscando encontrar uma convergência entre as informações para o embasamento das projeções de demanda de água e, conseqüentemente, de esgoto sanitário a ser tratado no município. Tais informações são fundamentais para o adequado dimensionamento e escolha de tecnologias compatíveis às demandas requeridas.

2.1 Dados IBGE

Dados obtidos no IBGE apontam para a realização de quatorze censos demográficos realizados na cidade de Florianópolis: o primeiro ocorreu no final do século XIX (1872) e o último em 2010, sendo que as metodologias empregadas foram distintas ao longo do tempo. Entre o período de 1872 a 1950 os censos demográficos foram realizados a partir da população presente, entre os anos de 1960 a 1980 a contagem se deu pela população recenseada e durante o último período, de 1991 a 2010, a metodologia usada foi a população residente, sendo que nos anos de 1996 e 2007 foram realizadas contagens populacionais. Os resultados dos censos e contagens do IBGE realizados na cidade de Florianópolis são apresentados na Figura 30¹.

¹ Dados retirados do site:
<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=6&uf=00>
(acessado em 25/10/2016)

Figura 30: Dados IBGE dos Censos realizados na cidade de Florianópolis, entre os anos 1872 a 2010 (IBGE, 2010)



Fonte: Elaborado pelos autores.

Campanário (2007), demógrafo que elaborou estudo de projeção populacional de Florianópolis, comenta que a contagem populacional realizada em 1996, quando comparada com o censo demográfico de 2000, apresentou elevados níveis de omissão e defende que os dados desta contagem devam ser descartados.

2.2 Projeção de crescimento

Nesse documento foram utilizados trabalhos de projeção populacional encomendados pelo setor público, como o trabalho de Campanário (2007) encomendado pelo IPUF, e o trabalho da PROSUL (2012), encomendado pela CASAN. Também são apresentados os resultados de modelos de extrapolação de tendências como o aritmético, geométrico e logístico.

Os resultados dos diferentes métodos foram comparados, quando possível, com os dados obtidos pelos censos do IBGE, através do índice de ajuste de Willmott (d) (WILLMOTT et.al, 2011), conforme equação 1. O índice indica a soma das amplitudes dos erros com os desvios dos dados do censo em relação a sua média, onde valores próximos de 1 indicam concordância entre os valores médios previstos pelo modelo e os observados no censo.

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=0}^n |\text{Modelo} - \text{Censo}|}{2 \cdot \sum_{i=0}^n |\text{Censo} - \text{Censo}_{\text{médio}}|} \quad (1)$$

Onde:

d :é o índice de ajuste de Willmott.

2.2.1 Método de projeção aritmética ou linear

O método de projeção aritmética ou linear é um método de extrapolação simples. Neste método, a premissa é que o comportamento da população futura (crescimento ou decrescimento) seguirá a mesma tendência dos anos anteriores utilizados de base para a projeção, ou seja, considera que a taxa de crescimento populacional seja constante ao longo do tempo, o que na verdade nem sempre acontece, entretanto, esse modelo pode ser razoavelmente aceito para curtos intervalos de tempo.

A projeção pelo método linear é obtida por meio das equações abaixo:

$$\Delta = \frac{(P_2 - P_0)}{y} \quad (2a)$$

$$P_t = P_0 + z \cdot \Delta \quad (2b)$$

Onde:

Δ = Taxa média de crescimento anual;

y = Intervalo de tempo, em anos, entre os dados P_0 e P_2 ;

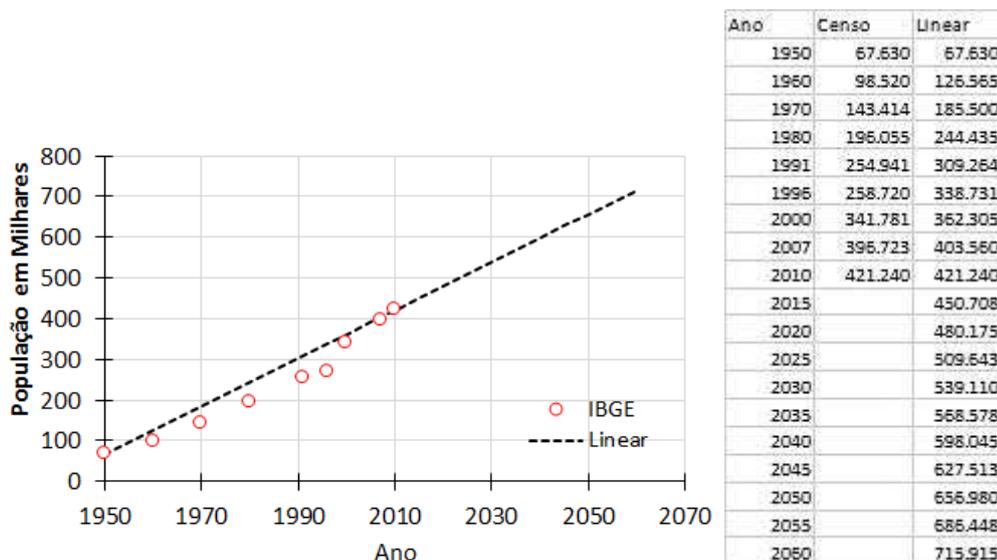
P_0 e **P_2** = População nos anos t_0 e t_2 ;

P_t = População no tempo “t”;

z = Tempo, em anos, para qual se quer projetar a população, ou seja, horizonte da projeção.

A partir dos dados do censo de 1950 e 2010, como P_0 e P_2 , obtiveram-se os resultados apresentados na Figura 31. Considerando os dados do censo entre 1960 a 2007, excluindo os dados utilizados no método, ou seja, 1950 e 2010, o método linear apresentou um índice de ajuste de 0,77.

Figura 31: Projeção pelo método linear e os dados censos entre os anos de 1950 a 2010.



Fonte: Elaborado pelos autores.

2.2.2 Método de projeção geométrica

De acordo com Siegel & Swanson (2004), este método encontra-se na categoria de métodos de extrapolação simples, assim como o linear. Esse método tem como pressuposto que uma população mudará pela mesma taxa percentual sobre um determinado incremento de tempo no futuro, como durante o período de base, ou seja, a taxa média geométrica de mudança da população durante o período de base pode ser calculada conforme a equação 3a, e a projeção de crescimento calculada pela equação 3b:

$$r = \left[\left(\frac{P_2}{P_0} \right)^{\left(\frac{1}{y} \right)} \right] - 1 \quad (3a)$$

$$P_t = P_0 \cdot (1 + r)^z \quad (3b)$$

Onde:

r = Taxa média geométrica de crescimento anual;

y = Intervalo de tempo, em anos, entre os dados P_0 e P_2 ;

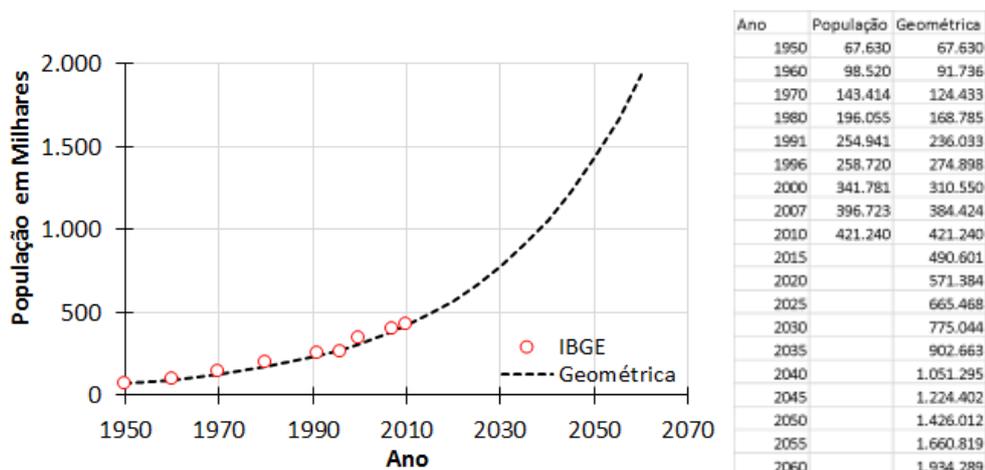
P_0 e P_2 = População nos anos t_0 e t_2 ;

P_t = População no tempo "t";

z = Tempo, em anos, para qual se quer projetar a população, ou seja, horizonte da projeção.

Utilizando os dados do censo de 1950 e 2010, como P_0 e P_2 , temos a Figura 32. Considerando os dados do censo entre 1960 a 2007, excluindo os dados utilizados no método, ou seja, 1950 e 2010, o método de progressão geométrica apresentou um índice de ajuste de 0,90.

Figura 32: Projeção pelo método geométrico e os dados censos entre os anos de 1950 a 2010.



Fonte: Elaborado pelos autores.

2.2.3 Método de crescimento logístico

O método de crescimento logístico, proposto por Verhulst em 1838 é considerado dentro dos métodos de extrapolação de tendências como de extrapolação complexa. O método estabelece taxas de crescimento de forma exponencial para baixas densidades populacionais e em altas densidades a taxa de crescimento diminui assintoticamente a um valor de saturação, definida como capacidade de suporte do local, que representa o aumento da resistência do meio, impedindo o crescimento contínuo e desenfreado da população (BACAËR, 2011; IANNELLI & PUGLIESE, 2014).

A população de saturação é um parâmetro de grande importância no modelo logístico e de difícil determinação. Bacaër (2011) apresenta uma formulação para cálculo dos parâmetros do modelo, ou seja, a população de saturação e a taxa de crescimento, que podem ser obtidos a partir da população de três diferentes anos igualmente espaçados.

$$P_s = P_1 \cdot \left[\frac{(P_0 \cdot P_1) + (P_1 \cdot P_2) - (2 \cdot P_0 \cdot P_2)}{(P_1)^2 - (P_0 \cdot P_2)} \right] \quad (4a)$$

$$r = \frac{1}{y} \cdot \ln \left[\frac{\left(\frac{1}{P_0} \right) - \left(\frac{1}{P_s} \right)}{\left(\frac{1}{P_1} \right) - \left(\frac{1}{P_s} \right)} \right] \quad (4b)$$

Onde:

P_s = População de saturação;

P₀, P₁ e P₂ = População nos anos t₀, t₁ e t₂;

r = Taxa de crescimento;

y = Intervalo de tempo, em anos, entre os dados P₁ e P₂.

Neste estudo, calculamos a população de saturação, assim como a taxa de crescimento em três cenários a partir de conjuntos de dados populacionais do IBGE em intervalos distintos, de 30, 20 e 10 anos, ou seja, no primeiro cenário serão usados os dados dos censos de 1950, 1980 e 2010; no segundo cenário, os dados dos censos de 1970, 1991 e 2010; e no terceiro cenário, os dados dos anos de 1991, 2000 e 2010.

No entanto, destacamos que a estimativa da população e saturação por meio de equações matemáticas simples não considera a real capacidade física do local (locais para a expansão da malha urbana), a dinâmica de migração, as taxas de mortalidade/natalidade e muito menos fatores culturais, os quais podem exercer mudanças significativas em relação a curva projetada (MEYER & AUSUBEL, 1999).

De acordo com PROSUL (2012), a população de saturação em Florianópolis é de 1.748.184 habitantes, valor obtido junto ao Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis – IPUF, através de estudos do Plano Diretor vigente, em que foi analisada a densidade demográfica a partir do gabarito construtivo (índice construtivo e taxa de ocupação) da área (PROSUL, 2012).

Obtido os valores dos parâmetros população de saturação (P_s) e taxa de crescimento (r), as projeções pelo método logístico podem ser realizadas conforme Iannelli & Pugliese (2014), pela equação abaixo:

$$P_t = P_s \frac{P_0}{P_0 + (P_s - P_0) \cdot e^{-r \cdot z}} \quad (4c)$$

Onde:

P_t: População no tempo “t”;

P₀: População inicial, tempo t₀;

P_s: População de saturação, capacidade de suporte;

r: Taxa de crescimento;

z: Tempo, em anos, para qual se quer projetar a população, ou seja, horizonte da projeção.

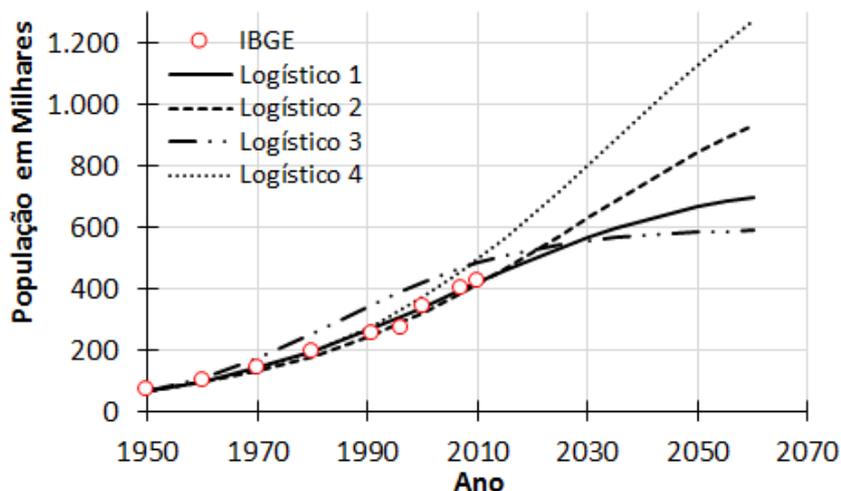
Foram realizados quatro cenários pelo método projeção logística, sendo que para os três primeiros cenários os parâmetros P_s e r foram obtidos por meio de cálculo (eq. 4). Para o cenário 4 a P_s foi extraído de Guarda (2012) e a taxa de crescimento (r) foi calculada considerando os valores de P₀ e P₁ dos censos nos anos 1950 e 1980, e “y” foi considerado igual a 30 anos. A Tabela 24 e a figura 33 apresentam os resultados dos diferentes cenários calculados.

Tabela 24: População de saturação e taxa de crescimento, calculada a partir de diferentes intervalos de tempo.

Cenários	Fonte dados	População de saturação (P _s)	Taxa de crescimento(r)	Índice de ajuste (d)
Logístico 1	IBGE intervalo 30 anos	765.935	0,042	0,97
Logístico 2	IBGE intervalo 20 anos	1.240.961	0,036	0,95
Logístico 3	IBGE intervalo 10 anos	595.867	0,058	0,72
Logístico 4	Guarda (2012)	1.748.184	0,032	0,87

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 33: Projeção pelo método logístico e os dados censos entre os anos de 1950 a 2010.



Fonte: Elaborado pelos autores.

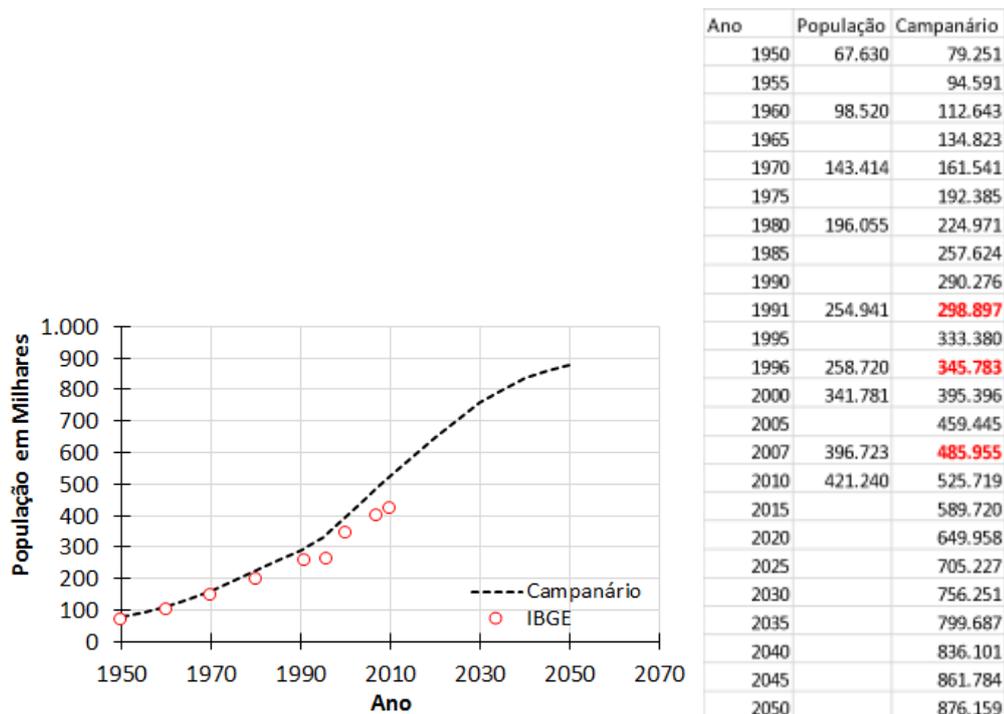
2.2.4 Projeção de crescimento Campanário (2007)

O estudo contratado pelo Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis – IPUF ao demógrafo Paulo Campanário (2007) utilizou o modelo de crescimento populacional denominado EVADAN, que estima o crescimento populacional a partir de três componentes demográficas (fecundidade, mortalidade e migração), gerando projeções de populações teóricas. As bases utilizadas nesse estudo foram os censos de população de 1950 a 2000, registros civis e o número de ligações elétricas residenciais.

O estudo além de projetar a população total também faz projeções por faixa etária, sexo, distrito e bairros, bem como faz projeções para população flutuante, tema de extrema importância para cidades com forte apelo turístico, a exemplo de Florianópolis. O referido estudo tem sido considerado como um instrumento importante para a definição de diversas políticas públicas, sendo recepcionado no Plano Diretor assim como no Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico - PMISB.

Entretanto, observa-se um desvio positivo (superestimação) da projeção de crescimento em relação aos dados do censo IBGE, conforme Figura 34. O índice de ajuste calculado entre a projeção e os dados do censo foi de 0,76.

Figura 34: Projeção de crescimento do estudo do Campanário (2007) e os dados censos dos anos de 1950 a 2010.



Fonte: Elaborado pelos autores.

* Dados em destaque na tabela foram estimados por meio de interpolação linear.

2.2.5 Projeção de crescimento Guarda (2012)

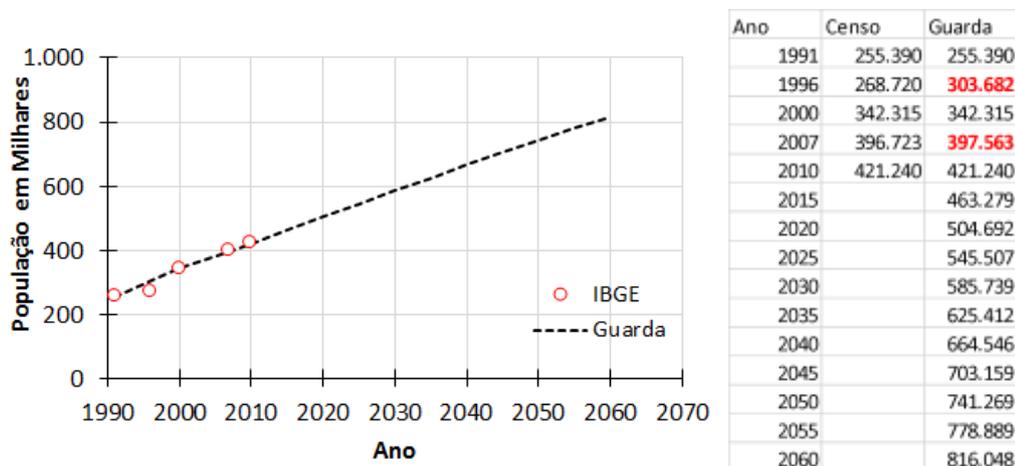
O estudo contratado pela Companhia Catarinense de Água e Saneamento - CASAN a PROSUL e realizado pelo geógrafo Antônio Guarda (PROSUL, 2012) e também apresentado em evento científico (GUARDA, 2012) possui projeções de crescimento demográfico para a cidade de Florianópolis e seus distritos, para a população fixa e flutuante, com um horizonte de projeção para 2060. As projeções foram realizadas utilizando o método denominado decrescimento do crescimento, que é considerado como um método de extrapolação de tendências, e assim como o logístico, de extrapolação complexa. A premissa do método é que à medida que a cidade cresce, a taxa de crescimento torna-se menor, onde a população tende assintoticamente a um valor de saturação (VON SPERLING, 2005).

Neste estudo foi considerada a população de saturação de 1.748.184 habitantes e, através de rearranjos da equação 3b, foi estimado o ano em que ocorreria a saturação da população, chegando ao ano de 2.064 (PROSUL,

2012). As projeções da população flutuante foram realizadas por meio da produção de resíduo sólido, corrigida pelos domicílios não ocupados do respectivo censo.

As projeções foram calculadas a partir dos dados dos censos de 1991, 2000 e 2010. Entre o período utilizado no cálculo ocorreram apenas duas contagens populacionais, 1996 e 2007, o que dificulta a aplicação do índice de ajuste. Portanto, foram apenas expostos os dados da projeção da população fixa e os dados obtidos pelo IBGE, como ilustra a Figura 35.

Figura 35: Projeção de crescimento da população fixa no estudo do Guarda (2012).



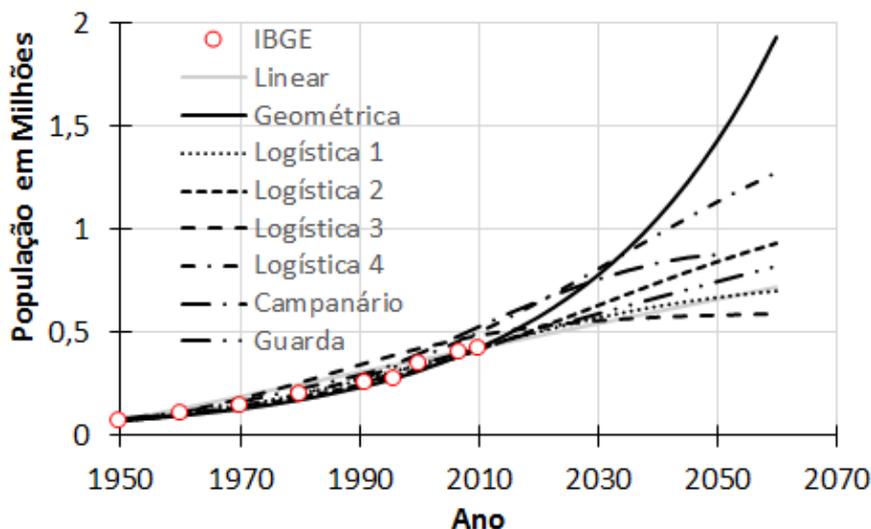
Fonte: Elaborado pelos autores.

* Os dados em destaque na tabela foram estimados por meio de interpolação linear.

2.2.6 Reflexões sobre as projeções de crescimento

Os diferentes métodos e estudos de projeção e crescimento apresentam, relativamente, bons índices de ajuste em relação aos dados do IBGE. Na Figura 36 apresentamos a sobreposição das diferentes metodologias e estudos aqui analisados.

Figura 36: Projeção de crescimento da população fixa dos métodos e estudos avaliados.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O estudo de Campanário (2007) foi o único a utilizar uma técnica diferente das demais (um método fundamentado na metodologia de componentes demográficos) e foi o que apresentou o menor índice de ajuste (0,76) e um desvio positivo em suas previsões, conforme Figura 36. Esse fato não serve de justificativa para desmerecimento do referido estudo (o método utilizado é considerado robusto), já que, considerando a dinamicidade do comportamento humano, as previsões são susceptíveis a erros e desvios. Chama-se a atenção à forma da curva crescimento apresentada no referido estudo, semelhante ao método logístico, ou seja, curva em forma “S”.

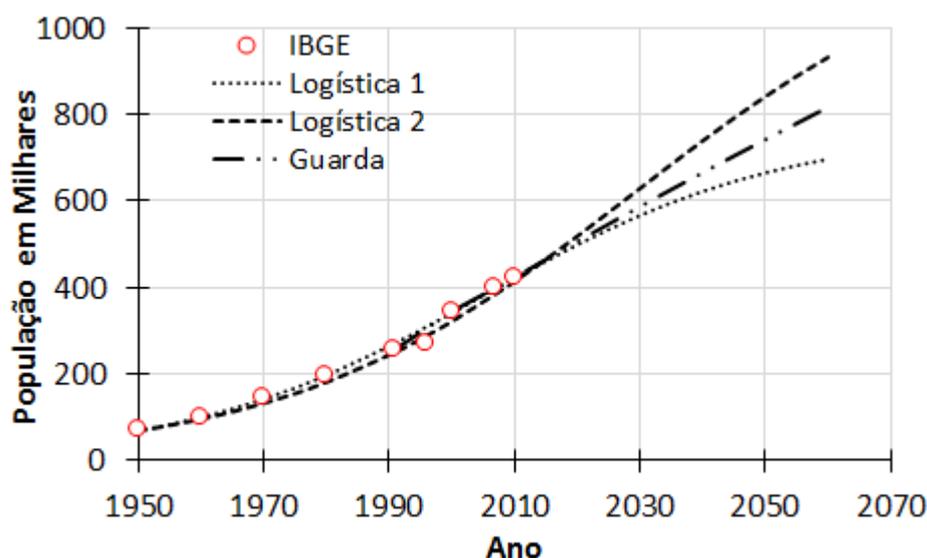
O método geométrico apresentou um índice de ajuste de 0,90, o que demonstra uma boa adequação da projeção aos dados do IBGE. Entretanto, o formato de crescimento exponencial da população fixa na cidade é de baixa probabilidade de ocorrência, tendo em vista as limitações espaciais, ambientais e os panoramas sociais e econômicos da cidade de Florianópolis.

Os diferentes cenários construídos pelo método logístico obtiveram índices de ajuste que variam de 0,72 a 0,97 e projeções de população fixa para 2060 que variaram de 595.867 (cenário 3) a 1.240.961 (cenário 2) habitantes. Com isso, destacam-se as incertezas das projeções obtidas pelos métodos de extrapolação de tendência, pois a depender do conjunto de dados utilizado nas

projeções, os resultados podem ser significativamente distintos. Aliado a esse fator, estabelecer a população de saturação é algo difícil e questionável, devido às incertezas e dinâmicas das populações humanas, suscetíveis a fatores culturais e tecnológicos (MEYER & AUSUBEL, 1999).

Os estudos do geógrafo Antônio Guarda (PROSUL, 2012; GUARDA, 2012), fundamentado em uma técnica de extrapolação de tendência, também é suscetível às incertezas apontadas acima. Apesar da impossibilidade de calcular o índice de ajuste, as projeções do referido geógrafo apresentam consistência ao apontar para valores intermediários aos obtidos nos cenários 1 e 2 do método logístico, conforme Figura 37, cenários esses com os melhores índices de ajuste. Outra virtude desse estudo são as projeções para a população flutuante e as projeções para os distritos da cidade, sendo esses requisitos de grande relevância no planejamento urbano.

Figura 37: Projeção de crescimento da população fixa nos cenários 1 e 2 do método logístico e do estudo de Guarda (2012).



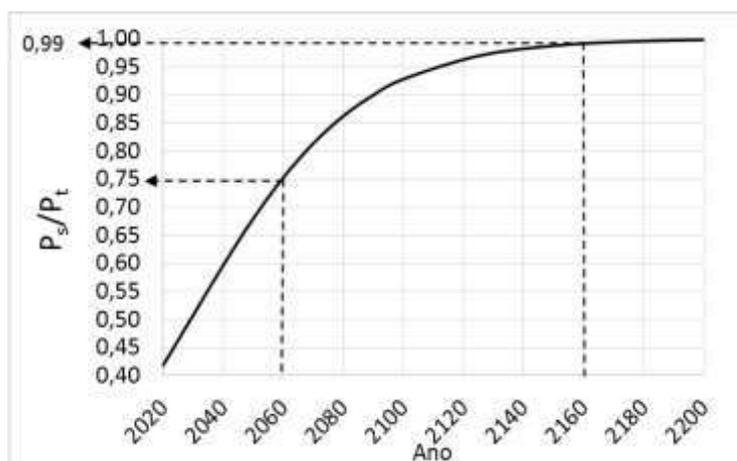
Fonte: Elaborado pelos autores.

Destaca-se que a forma utilizada pelo geógrafo para estimar o ano de saturação populacional na cidade de Florianópolis, 2064, pode ser considerada um tanto quanto inadequada, tendo em vista que essa estimativa foi realizada por meio do método de projeção geométrica. A forma de crescimento do método da projeção geométrica não parece adequada aos padrões de crescimento da

cidade, ao passo que a projeção realizada no estudo utiliza metodologia distinta, ou seja, o método do decrescimento do crescimento.

Entretanto, utilizando o mesmo princípio do referido estudo, mas utilizando o método logístico (eq. 4c) e os dados utilizados no cenário 2 (população de saturação de 1.240.961 e taxa de crescimento de 3,6%), obteve-se uma curva da relação entre população de saturação (P_s) e a população num determinado ano (P_t), conforme Figura 38. Nela, observa-se que em 2060 a população fixa teórica alcançará 75% e em 2160 estará a 99% da população de saturação, ou seja, 100 anos a mais do que estimado pelo estudo. Ressalta-se que tais estimativas são meros indicativos, tendo em vista a dinamicidade associada ao crescimento populacional humano.

Figura 38: Razão entre população de saturação e a população fixa projetada pelo modelo logístico (cenário 2).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Considerando os resultados relatados neste documento, será utilizado como base o estudo do geógrafo Antônio Guarda (PROSUL, 2012; GUARDA, 2012), até que novos estudos de projeção de crescimento populacional possam ser realizados com metodologias mais robustas.

Além disso, expõe-se abaixo os dados do estudo do geógrafo Antônio Guarda (PROSUL, 2012; GUARDA, 2012) por unidade territorial no município, caracterizada pelos Distritos. Destaca-se, contudo, que o planejamento municipal não necessita refletir exatamente os números apresentados neste documento, pois no aprofundamento dos estudos pode ser mais relevante o

emprego de outras variáveis de partida. O que se pretende aqui é levantar diretrizes a serem seguidas para nortear a revisão do plano de serviços de esgotamento sanitário, tais como a escolha do melhor estudo de crescimento populacional como ponto de partida, a consideração da população flutuante e a análise por região.

Importa salientar que se encontra em elaboração pela CASAN um estudo detalhado sobre a Estimativa do Crescimento Populacional para o município de Florianópolis. Esse estudo se fundamenta em outros já existentes, como os efetuados por CAMPANÁRIO (2007), GUARDA (2012) e PROSUL (2012), além de análises de dados históricos operacionais da CASAN, efetuado em diferentes épocas do ano. Entretanto, em razão da conclusão presente Estudo de Concepção do Esgotamento Sanitário de Florianópolis, o estudo em andamento pela Casan não foi recepcionado nesse documento.

2.3 O crescimento populacional nos distritos

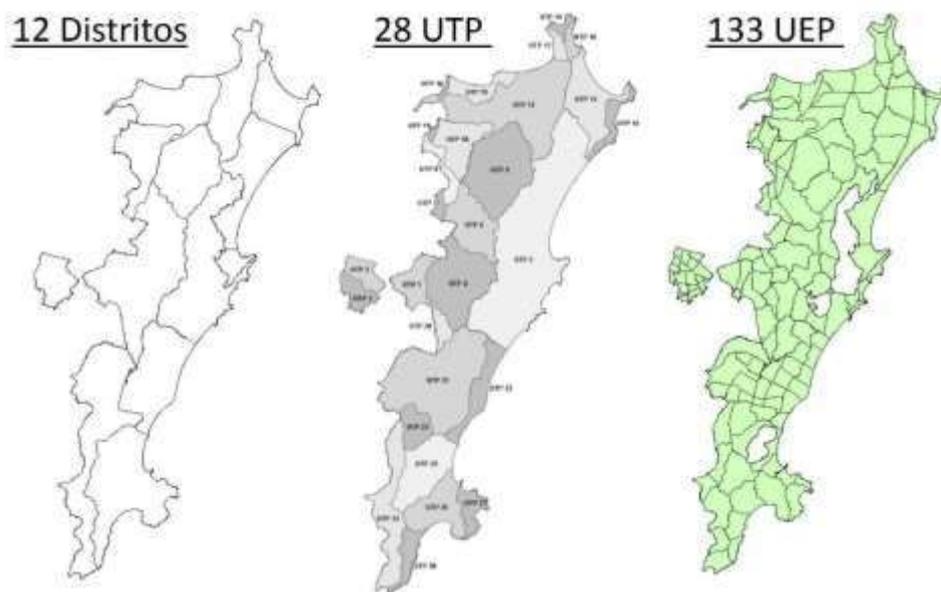
É possível dividir a área do município de diversas maneiras, as mais comumente relatadas nos documentos oficiais são as subdivisões em: i) distritos; ii) unidades territoriais de planejamento – UTP e iii) unidades espaciais de planejamento – UEP.

A Lei nº 4.805/95 divide o município em 12 distritos, sendo que somente o distrito denominado Sede é subdividido em 23 bairros. A divisão em distritos é muito utilizada no planejamento da cidade, sendo esta a recepcionada no Plano Diretor (Lei 482/2014). Já as 28 UTP foram criadas como unidades de planejamento no Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico do Município – PMISB (2011) (Lei 9400/2013) e tem como princípio orientador de seus limites as bacias hidrográficas elementares do município. E as 133 UEP têm como objetivo subdividir os distritos municipais, sendo essa divisão utilizada no Plano Municipal de Habitação de Interesse Social - PMHIS.

Conforme pode se observar na Figura 39, a divisão em distritos pode ser considerada grande para determinados tipos de planejamento, e a

incompatibilidade entre as divisões UTP e UEP podem causar problemas para o planejamento municipal.

Figura 39: Divisões políticas do município de Florianópolis em distritos, unidades territoriais de planejamento e unidades espaciais de planejamento.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O estudo de projeção populacional da PROSUL (2012) utiliza a divisão municipal na forma de distritos para fazer as projeções, mas também apresenta em seus anexos planilhas eletrônicas onde é calculada a população de saturação das UEP dos diferentes distritos e bairros para o distrito Sede. Considerando que o referido estudo será utilizado como base nesse documento, os temas serão trabalhados sob a ótica da divisão municipal em distritos.

A seguir são apresentadas as projeções para 2017 e 2060 (PROSUL, 2012) das populações fixa e flutuante para cada distrito e as densidades demográficas a partir da área urbanizada e a área urbanizável (de acordo com informações do IPUF, 2017) para o ano de 2060.

2.3.1 Distrito de Canasvieiras

A Tabela 25 apresenta as projeções para a população fixa e flutuante; a Figura 40, as áreas urbanas e urbanizáveis de acordo com dados do IPUF; e a

Tabela 26, a área urbanizável e a densidade populacional do Distrito de Canasvieiras.

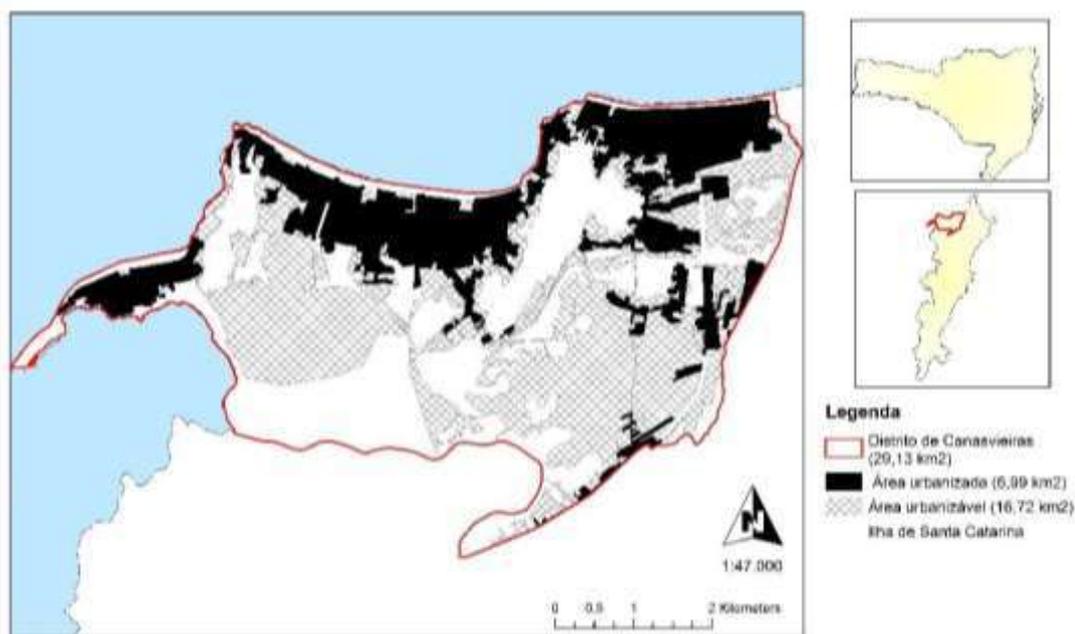
Tabela 25: Projeções da população fixa e flutuante do Distrito de Canasvieiras para os anos de 2017 e 2060.

Tipo de população	2017	2060	Aumento
Fixa	23.232	54.611	135,1%
Flutuante	67.431	131.292	94,7%
Aumento	290,3%	240,4%	
Total	90.663	185.903	105,0%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012)

Figura 40: Área urbana e urbanizável do Distrito Canasvieiras de acordo com dados do IPUF.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 26: Área urbanizável e densidade populacional do Distrito Canasvieiras.

Ano de Projeção	Área Ocupada (km ²)	Densidade Pop. Fixa (hab.km ⁻²)	Densidade Pop. Total (hab.km ⁻²)
2017	6,99	3.322,3	12.965,2
2060	16,72	3.266,0	11.118,0
Aumento	139,2%	-1,7%	-14,2%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012)

2.3.2 Distrito de Cachoeira do Bom Jesus

A Tabela 27 apresenta as projeções para a população fixa e flutuante; a Figura 41, as áreas urbanas e urbanizáveis de acordo com dados do IPUF; e a Tabela 28, a área urbanizável e a densidade populacional do Distrito de Cachoeira do Bom Jesus.

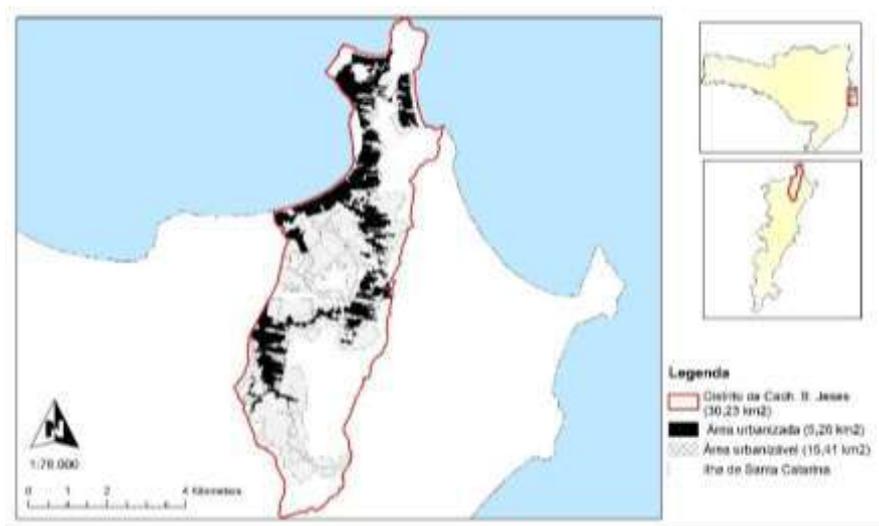
Tabela 27: Projeções da população fixa e flutuante do Distrito de Cachoeira do Bom Jesus para os anos de 2017 e 2060.

Tipo de população	2017	2060	Aumento
Fixa	23.533	54.647	132,2%
Flutuante	34.557	75.026	117,1%
Aumento	146,8%	137,3%	-
Total	58.090	129.673	123,2%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012)

Figura 41: Área urbana e urbanizável do Distrito de Cachoeira do Bom Jesus de acordo com dados do IPUF.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 28: Área urbanizável e densidade populacional do Distrito de Cachoeira do Bom Jesus.

Ano de Projeção	Área Ocupada (km ²)	Densidade Pop. Fixa (hab.km ⁻²)	Densidade Pop. Total (hab.km ⁻²)
2017	5,26	4474,25	11044,46
2060	15,41	3547,13	8417,06
Aumento	193,0%	-20,7%	-23,8%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012)

2.3.3 Distrito de Ingleses

A Tabela 29 apresenta as projeções para a população fixa e flutuante; a Figura 42, as áreas urbanas e urbanizáveis de acordo com dados do IPUF; e a Tabela 30, a área urbanizável e a densidade populacional do Distrito de Ingleses.

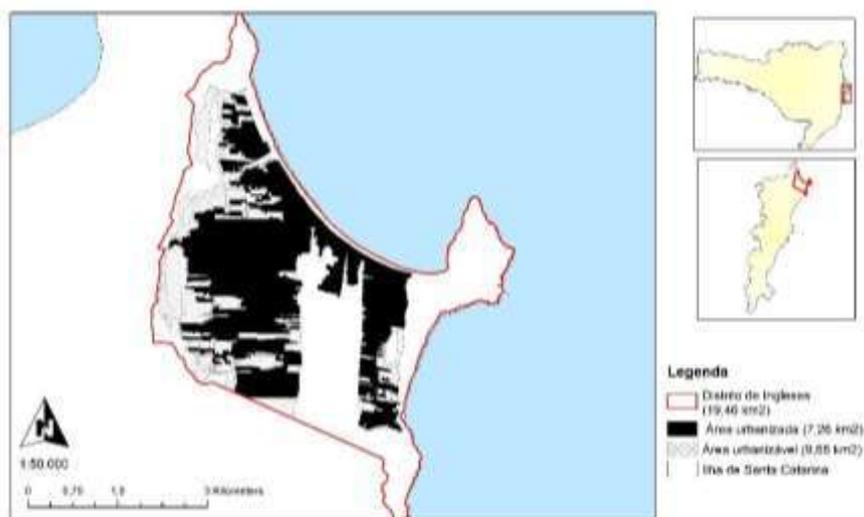
Tabela 29: Projeções da população fixa e flutuante do Distrito de Ingleses para os anos de 2017 e 2060.

Tipo de população	2017	2060	Aumento
Fixa	38.620	92.494	139,5%
Flutuante	57.649	110.684	92,0%
Aumento	149,3%	119,7%	-
Total	96.269	203.178	111,1%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012)

Figura 42: Área urbana e urbanizável do Distrito de Ingleses de acordo com dados do IPUF.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 30: Área urbanizável e densidade populacional do Distrito de Ingleses.

Ano de Projeção	Área Ocupada (km ²)	Densidade Pop. Fixa (hab.km ⁻²)	Densidade Pop. Total (hab.km ⁻²)
2017	7,26	5.317	13.254
2060	9,66	9.571	21.025
Aumento	33,0%	80,0%	58,6%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012)

2.3.4 Distrito de Santo Antônio de Lisboa

A Tabela 31 apresenta as projeções para a população fixa e flutuante; a Figura 43, as áreas urbanas e urbanizáveis de acordo com dados do IPUF; e a Tabela 32, a área urbanizável e a densidade populacional do Distrito de Santo Antônio de Lisboa.

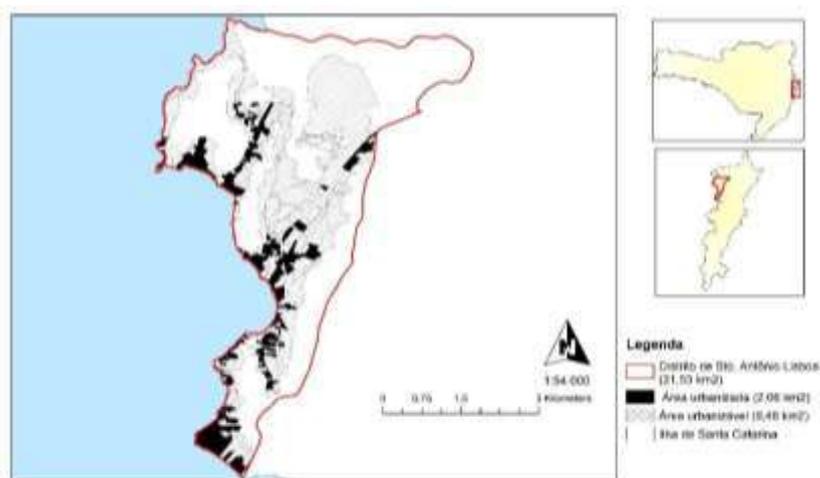
Tabela 31: Projeções da população fixa e flutuante do Distrito de Santo Antônio de Lisboa para os anos de 2017 e 2060.

Tipo de população	2017	2060	Aumento
Fixa	7.007	10.524	50,2%
Flutuante	2.793	3.396	21,6%
Aumento	39,9%	32,3%	
Total	9.800	13.920	42,0%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012).

Figura 43: Área urbana e urbanizável do Distrito de Santo Antônio de Lisboa de acordo com dados do IPUF.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 32: Área urbanizável e densidade populacional do Distrito de Santo Antônio de Lisboa.

Ano de Projeção	Área Ocupada (km ²)	Densidade Pop. Fixa (hab.km ⁻²)	Densidade Pop. Total (hab.km ⁻²)
2017	2,06	3402,70	4759,01
2060	9,46	1112,81	1471,90
Aumento	359,2%	-67,3%	-69,1%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012).

2.3.5 Distrito de Ratoles

A Tabela 33 apresenta as projeções para a população fixa e flutuante; a Figura 44, as áreas urbanas e urbanizáveis de acordo com dados do IPUF; e a Tabela 34, a área urbanizável e a densidade populacional do Distrito de Ratoles.

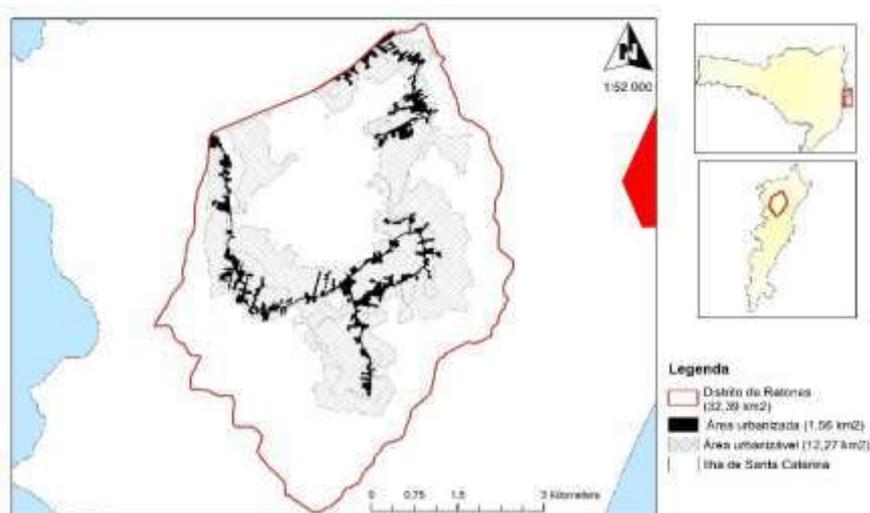
Tabela 33: Projeções da população fixa e flutuante do Distrito de Ratoles para os anos de 2017 e 2060.

Tipo de população	2017	2060	Aumento
Fixa	4.230	7.363	74,1%
Flutuante	1.526	2.171	42,3%
Aumento	36,1%	29,5%	-
Total	5.756	9.534	65,6%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012).

Figura 44: Área urbana e urbanizável do Distrito de Ratoles de acordo com dados do IPUF.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 34: Área urbanizável e densidade populacional do Distrito de Ratoles.

Ano de Projeção	Área Ocupada (km ²)	Densidade Pop. Fixa (hab.km ⁻²)	Densidade Pop. Total (hab.km ⁻²)
2017	1,56	2.707,3	3.684,0
2060	12,27	600,1	777,0
Aumento	686,5%	-77,8%	-78,9%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012).

2.3.6 Distrito de Rio Vermelho

A Tabela 35 apresenta as projeções para a população fixa e flutuante; a Figura 45, as áreas urbanas e urbanizáveis de acordo com dados do IPUF; e a Tabela 36, a área urbanizável e a densidade populacional do Distrito de Rio Vermelho.

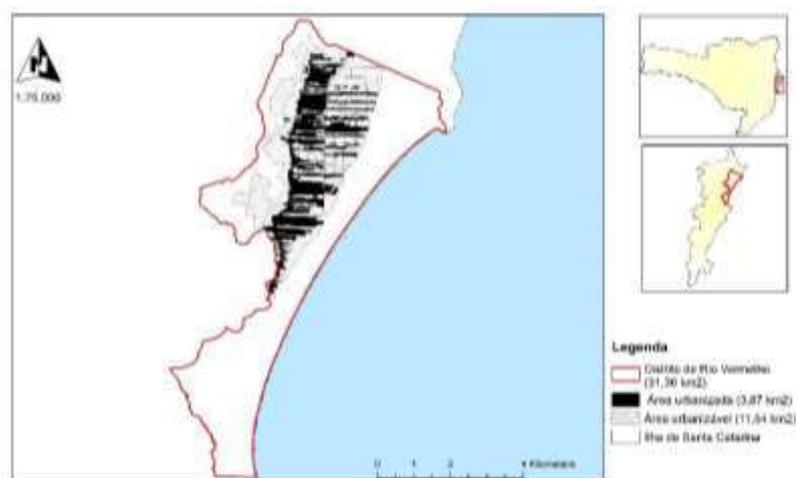
Tabela 35: Projeções da população fixa e flutuante do Distrito de Rio Vermelho para os anos de 2017 e 2060.

Tipo de população	2017	2060	Aumento
Fixa	17.802	44.114	147,8%
Flutuante	7.519	15.194	102,1%
Aumento	42,2%	34,4%	-
Total	25.321	59.308	134,2%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012).

Figura 45: Área urbana e urbanizável do Distrito de Rio Vermelho de acordo com dados do IPUF.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 36: Área urbanizável e densidade populacional do distrito.

Ano de Projeção	Área Ocupada (km ²)	Densidade Pop. Fixa (hab.km ⁻²)	Densidade Pop. Total (hab.km ⁻²)
2017	3,87	4.603	6.547
2060	11,54	3.822	5.139
Aumento	198,2%	-17,0%	-21,5%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012).

2.3.7 Distrito Sede

A Tabela 37 apresenta as projeções para a população fixa e flutuante; a Figura 46, as áreas urbanas e urbanizáveis de acordo com dados do IPUF; e a Tabela 38, a área urbanizável e a densidade populacional do Distrito Sede.

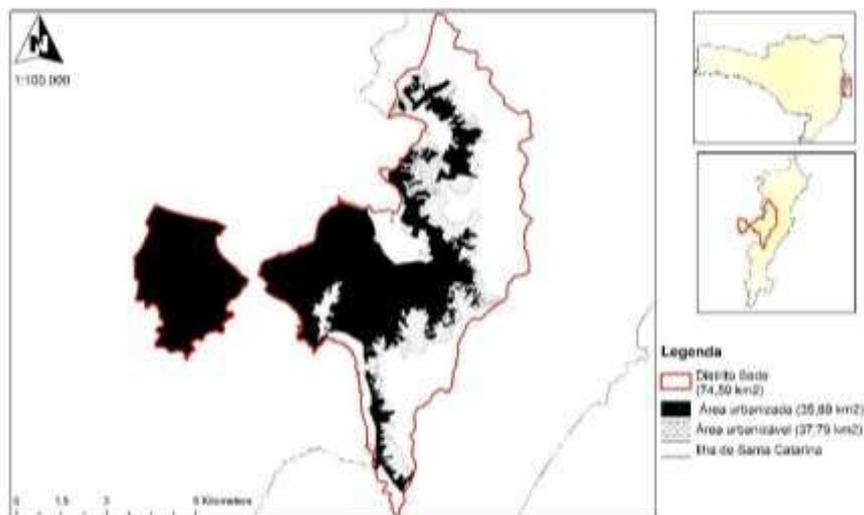
Tabela 37: Projeções da população fixa e flutuante do Distrito Sede para os anos de 2017 e 2060.

Tipo de população	2017	2060	Aumento
Fixa	265.918	348.076	30,9%
Flutuante	88.634	130.822	47,6%
Aumento	33,3%	37,6%	-
Total	354.552	478.898	35,1%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012).

Figura 46: Área urbana e urbanizável Distrito Sede de acordo com dados do IPUF.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 38: Área urbanizável e densidade populacional do Distrito Sede.

Ano de Projeção	Área Ocupada (km ²)	Densidade Pop. Fixa (hab.km ⁻²)	Densidade Pop. Total (hab.km ⁻²)
2017	35,89	7.409	9.879
2060	37,79	9.212	12.674
Aumento	5,3%	24,3%	28,3%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012).

2.3.8 Distrito Lagoa da Conceição

A Tabela 39 apresenta as projeções para a população fixa e flutuante; a Figura 47, as áreas urbanas e urbanizáveis de acordo com dados do IPUF; e a Tabela 40, a área urbanizável e a densidade populacional do Distrito Lagoa da Conceição.

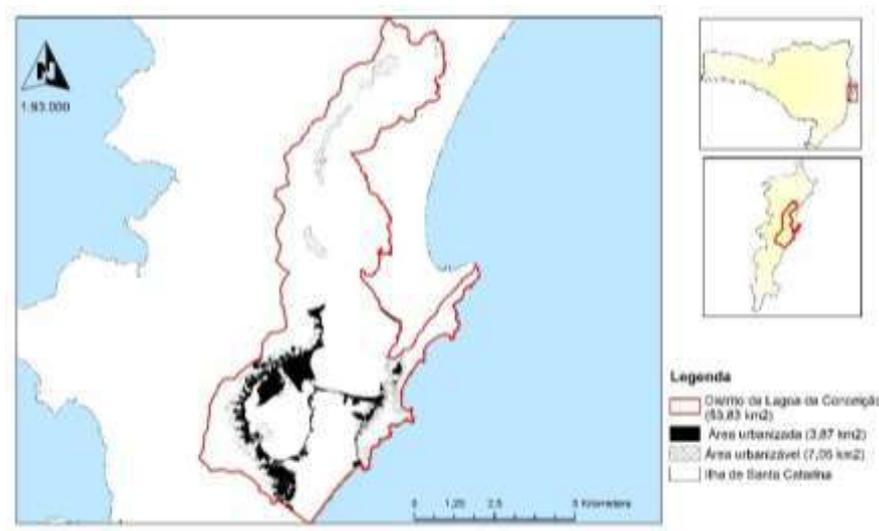
Tabela 39: Projeções da população fixa e flutuante do Distrito Lagoa da Conceição para os anos de 2017 e 2060

Tipo de população	2017	2060	Aumento
Fixa	13.572	23.416	72,5%
Flutuante	12.466	21.990	76,4%
Aumento	91,9%	93,9%	-
Total	26.038	45.406	74,4%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012).

Figura 47: Área urbana e urbanizável do Distrito Lagoa da Conceição de acordo com dados do IPUF.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 40: Área urbanizável e densidade populacional do Distrito Lagoa da Conceição.

Ano de Projeção	Área Ocupada (km ²)	Densidade Pop. Fixa (hab.km ⁻²)	Densidade Pop. Total (hab.km ⁻²)
2017	3,87	3.510	6.735
2060	7,05	3.321	6.441
Aumento	82,2%	-5,4%	-4,4%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012).

2.3.9 Distrito Barra da Lagoa

A Tabela 41 apresenta as projeções para a população fixa e flutuante; a Figura 48, as áreas urbanas e urbanizáveis de acordo com dados do IPUF, e a Tabela 42, a área urbanizável e a densidade populacional do Distrito Barra da Lagoa.

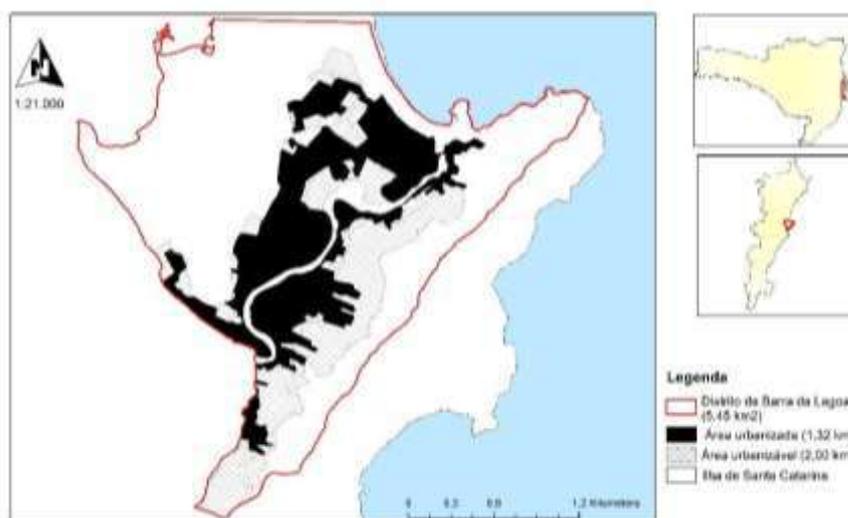
Tabela 41: Projeções da população fixa e flutuante do Distrito Barra da Lagoa para os anos de 2017 e 2060.

Tipo de população	2017	2060	Aumento
Fixa	6.625	12.045	81,8%
Flutuante	6.945	9.475	36,4%
Aumento	104,8%	78,7%	-
Total	13.570	21.520	58,6%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012).

Figura 48: Área urbana e urbanizável do Distrito Barra da Lagoa de acordo com dados do IPUF.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 42: Área urbanizável e densidade populacional do Distrito Barra da Lagoa.

Ano de Projeção	Área Ocupada (km ²)	Densidade Pop. Fixa (hab.km ⁻²)	Densidade Pop. Total (hab.km ⁻²)
2017	1,32	5.033	10.308
2060	2,00	6.035	10.782
Aumento	51,5%	19,9%	4,6%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012).

2.3.10 Distrito Ribeirão da Ilha

A Tabela 43 apresenta as projeções para a população fixa e flutuante; a Figura 49, as áreas urbanas e urbanizáveis de acordo com dados do IPUF; e a Tabela 44, a área urbanizável e a densidade populacional do Distrito Ribeirão da Ilha.

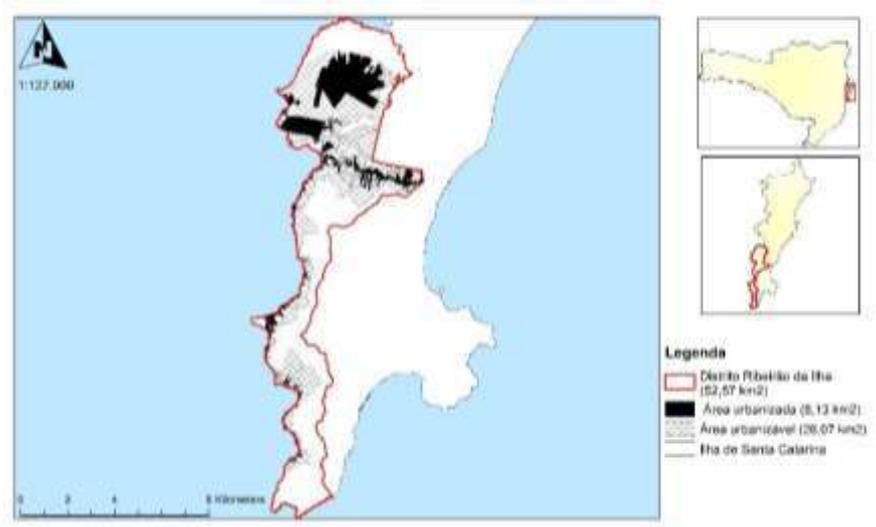
Tabela 43: Projeções da população fixa e flutuante do Distrito Ribeirão da Ilha para os anos de 2017 e 2060.

Tipo de população	2017	2060	Aumento
Fixa	32.293	63.255	95,9%
Flutuante	10.167	14.305	40,7%
Aumento	31,5%	22,6%	-
Total	42.460	77.560	82,7%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012).

Figura 49: Área urbana e urbanizável do Distrito Ribeirão da Ilha de acordo com dados do IPUF.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 44: Área urbanizável e densidade populacional do Distrito Ribeirão da Ilha.

Ano de Projeção	Área Ocupada (km ²)	Densidade Pop. Fixa (hab.km ⁻²)	Densidade Pop. Total (hab.km ⁻²)
2017	8,13	3.970	5.220
2060	26,07	2.426	2.975
Aumento	220,7%	-38,9%	-43,0%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012).

2.3.11 Distrito Campeche

A Tabela 45 apresenta as projeções para a população fixa e flutuante; a Figura 50, as áreas urbanas e urbanizáveis de acordo com dados do IPUF; e a Tabela 46, a área urbanizável e a densidade populacional do Distrito Campeche.

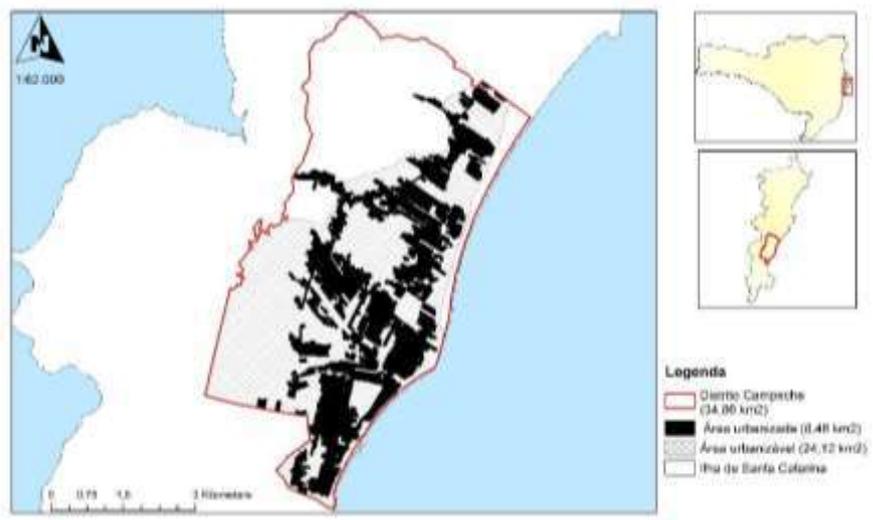
Tabela 45 Projeções da população fixa e flutuante do Distrito Campeche para os anos de 2017 e 2060.

Tipo de população	2017	2060	Aumento
Fixa	38.474	89.995	133,9%
Flutuante	15.333	28.489	85,8%
Aumento	39,9%	31,7%	-
Total	53.807	118.484	120,2%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012).

Figura 50: Área urbana e urbanizável do Distrito Campeche de acordo com dados do IPUF.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 46: Área urbanizável e densidade populacional do Distrito Campeche.

Ano de Projeção	Área Ocupada (km ²)	Densidade Pop. Fixa (hab.km ⁻²)	Densidade Pop. Total (hab.km ⁻²)
2017	8,48	4.537	6.346
2060	24,12	3.732	4.913
Aumento	184,4%	-17,8%	-22,6%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012).

2.3.12 Distrito Pântano do Sul

A Tabela 47 apresenta as projeções para a população fixa e flutuante; a Figura 51, as áreas urbanas e urbanizáveis de acordo com dados do IPUF; e a Tabela 48, a área urbanizável e a densidade populacional do Distrito Pântano do Sul.

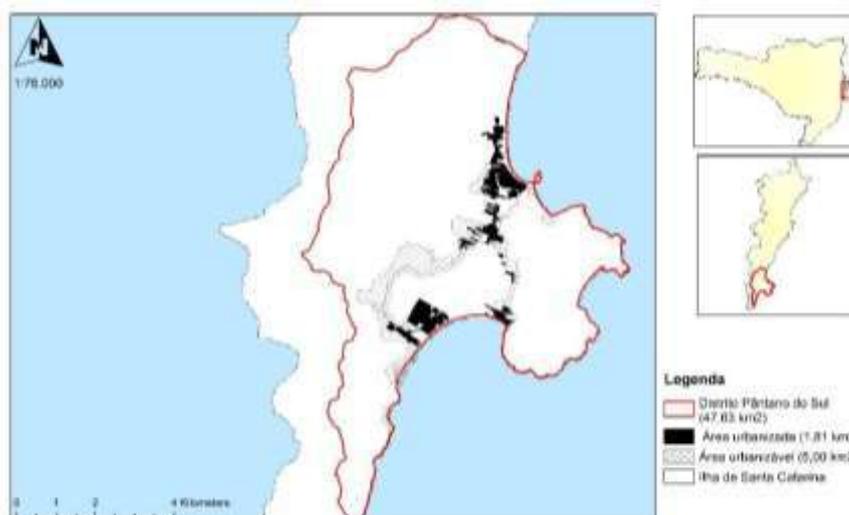
Tabela :47 Projeções da população fixa e flutuante do Distrito do Pântano do Sul para os anos de 2017 e 2060.

Tipo de população	2017	2060	Aumento
Fixa	8.612	15.508	80,1%
Flutuante	6.977	7.866	12,7%
Aumento	81,0%	50,7%	-
Total	15.589	23.374	49,9%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012).

Figura 51: Área urbana e urbanizável do Distrito do Pântano do Sul de acordo com dados do IPUF.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 48: Área urbanizável e densidade populacional do Distrito Pântano do Sul.

Ano de Projeção	Área Ocupada (km ²)	Densidade Pop. Fixa (hab.km ⁻²)	Densidade Pop. Total (hab.km ⁻²)
2017	1,81	4.755	8.606
2060	5,00	3.104	4.678
Aumento	176,2%	-34,7%	-45,6%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012).

2.3.13 Reflexões sobre o crescimento populacional nos distritos

Ao observar os dados de crescimento da população fixa, verifica-se que o distrito que apresentará o maior crescimento será o Rio Vermelho com aproximadamente 148%, e o com menor crescimento será o distrito Sede com 31%. Dos cinco distritos que mais irão crescer, quatro deles encontram-se na região norte da Ilha, conforme a Tabela 49.

Tabela 49: Classificação dos distritos em ordem decrescente em termos de incremento da população fixa em 2060.

Classificação	Distritos	Percentual de aumento
1º	Rio Vermelho	147,8%
2º	Ingleses	139,5%
3º	Canasvieiras	135,1%
4º	Campeche	133,9%
5º	Cachoeira do Bom Jesus	132,2%
6º	Ribeirão da ilha	95,9%
7º	Barra da lagoa	81,8%
8º	Pântano do sul	80,1%
9º	Ratones	74,1%
10º	Lagoa da Conceição	72,5%
11º	Santo Antônio de Lisboa	50,2%
12º	Sede	30,9%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012).

O crescimento populacional dos distritos será significativo de acordo com as previsões. No entanto, observa-se uma redução na densidade populacional em nove dos doze distritos. Esse fato pode ser explicado pelo aumento de disponibilidade de área urbanizável, o que não é levado em consideração no modelo de crescimento populacional, e também pela estimativa equivocada do ano de saturação, conforme já apontado anteriormente, o que significa que a Ilha levará, provavelmente, mais de 40 anos para ocupar toda a área urbanizável. Destaca-se que para essa área urbanizável não foram levadas em conta possíveis restrições ambientais das áreas de ocupação, como por exemplo, áreas de preservação permanente que, de acordo com a Lei Complementar 482/2014, são áreas não edificáveis. Assim fragiliza-se o uso de densidades

populacionais futuras, com base na área urbanizável do IPUF, pois é improvável que essa área urbanizável seja totalmente ocupada até 2060.

O crescimento da população flutuante em relação à fixa em 2060 será maior nos distritos localizados no norte da Ilha, assim como é atualmente, conforme mostra a Tabela 50.

Tabela 50: Classificação dos distritos em ordem decrescente em termos de incremento da população flutuante em relação à população fixa de 2060.

Classificação	Distritos	Percentual de aumento
1º	Canasvieiras	240,4%
2º	Cachoeira do Bom Jesus	137,3%
3º	Ingleseas	119,7%
4º	Lagoa da Conceição	93,9%
5º	Barra da Lagoa	78,7%
6º	Pântano do Sul	50,7%
7º	Sede	37,6%
8º	Rio Vermelho	34,4%
9º	Santo Antônio de Lisboa	32,3%
10º	Campeche	31,7%
11º	Ratones	29,5%
12º	Ribeirão da Ilha	22,6%

Fonte: Elaborado pelos autores

Obs.: Projeção da população com dados presentes de Prosul (2012).

Destaque para o distrito de Canasvieiras, que tem uma população fixa estimada de 23.000 habitantes em 2017 e terá uma população total (fixa e flutuante) de 186.000 habitantes em 2060.

3 PROJEÇÃO DA DEMANDA DE ÁGUA EM FLORIANÓPOLIS

Para estimar a demanda de água potável em Florianópolis foram utilizados os boletins e dados comerciais fornecidos pela CASAN (Banco de dados operacionais e comerciais). Foram considerados os dados do censo de 2000 e 2010 cuja taxa de crescimento médio é de 2,3%. Os dados adotados para este estudo incluíram as perdas no sistema de abastecimento de água (SAA). Portanto, os valores apresentados a seguir (Tabela 51, 52 e 53) consideram o consumo individual por habitante somado às perdas do SAA.

Tabela 51: Tabela de projeção de população, demandas e reservação de 2015 a 2035 – Florianópolis (Continente).

SISTEMA DE FLORIANÓPOLIS – CONTINENTE					
Ano	Pop. Fixa	Pop. Flut.	Pop. Total	Demanda (L/s)	Reservação (m ³)
2015	103.497	9.573	113.070	393	11.307
2016	105.297	9.740	115.037	395	11.366
2017	107.097	9.906	117.003	397	11.420
2018	108.897	10.073	118.970	398	11.469
2019	110.697	10.239	120.936	400	11.513
2020	112.397	11.802	124.199	405	11.675
2021	114.097	11.980	126.077	406	11.700
2022	115.797	12.159	127.956	407	11.721
2023	117.497	12.337	129.834	408	11.737
2024	119.197	12.516	131.713	408	11.749
2025	120.897	14.205	135.102	413	11.889
2026	122.397	14.382	136.779	414	11.927
2027	123.897	14.558	138.455	415	11.963
2028	125.397	16.302	141.699	421	12.129
2029	126.897	16.497	143.394	422	12.160
2030	128.397	16.692	145.089	423	12.187
2031	129.897	16.887	146.784	424	12.212
2032	131.397	17.082	148.479	425	12.235
2033	132.897	17.277	150.174	425	12.254
2034	134.397	17.472	151.869	426	12.271
2035	135.897	17.667	153.564	427	12.285

Fonte: Elaborado pelos autores.

Obs.: Projeção da população com dados dos censos de 2000 e 2010 do IBGE

Tabela 52: Tabela de projeção de população, demandas e reservação de 2015 a 2035 – Florianópolis (Ilha) – SAI.

SISTEMA DE FLORIANÓPOLIS – ILHA (SIA)					
Ano	Pop. Fixa	Pop. Flut.	Pop. Total	Demanda (L/s)	Reservação (m³)
2015	212.600	19.666	232.266	806	23.227
2016	217.490	20.118	237.608	815	23.476
2017	222.492	20.581	243.073	824	23.724
2018	227.609	21.054	248.663	832	23.971
2019	232.844	21.538	254.383	841	24.217
2020	238.200	25.011	263.211	859	24.742
2021	243.678	25.586	269.265	868	24.988
2022	249.283	26.175	275.458	876	25.232
2023	255.017	26.777	281.793	885	25.474
2024	260.882	27.393	288.275	893	25.714
2025	266.882	31.359	298.241	911	26.245
2026	273.020	32.080	305.100	924	26.605
2027	279.300	32.818	312.118	936	26.967
2028	285.724	37.144	322.868	960	27.637
2029	292.296	37.998	330.294	973	28.009
2030	299.018	38.872	337.891	986	28.383
2031	305.896	39.766	345.662	999	28.759
2032	312.931	40.681	353.612	1.012	29.138
2033	320.129	41.617	361.745	1.025	29.518
2034	327.492	42.574	370.066	1.038	29.901
2035	335.024	43.553	378.577	1.052	30.286

Fonte: Elaborado pelos autores.

Obs.: Projeção da população com dados dos censos de 2000 e 2010 do IBGE

Tabela 53: Tabela de projeção de população, demandas e reservação de 2015 a 2035 – Florianópolis (Ilha)

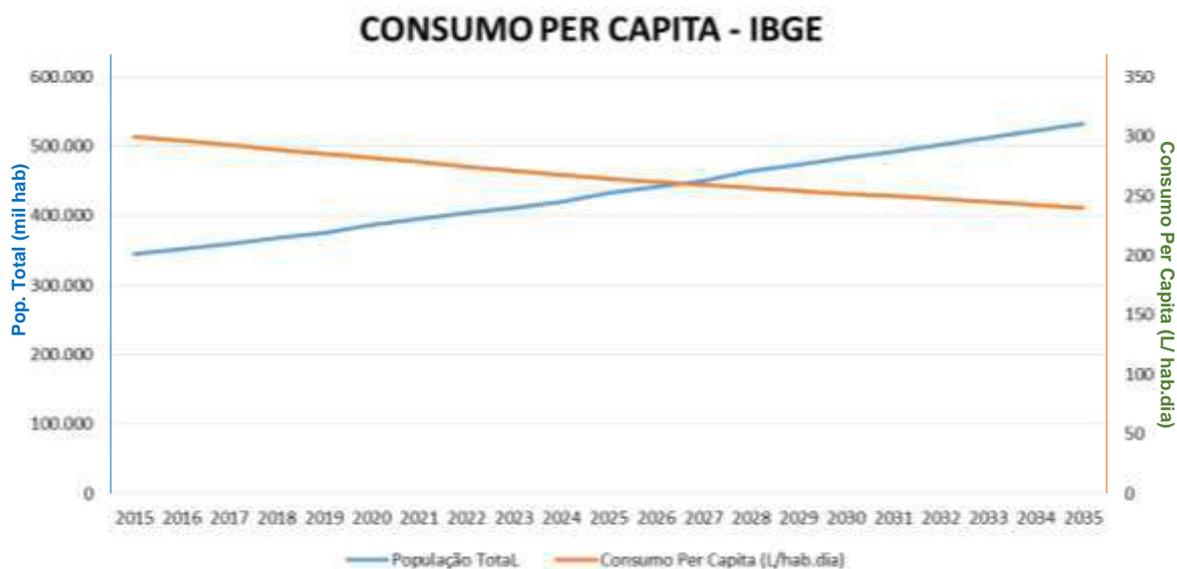
SISTEMA DE FLORIANÓPOLIS – ILHA					
Ano	Pop. Fixa	Pop. Flut.	Pop. Total	Demanda (L/s)	Reservação (m³)
2015	245.607	22.719	268.326	932	26.833
2016	251.320	23.247	274.567	942	27.127
2017	257.165	23.788	280.953	952	27.421
2018	263.147	24.341	287.488	962	27.714
2019	269.268	24.907	294.175	972	28.005
2020	275.522	28.930	304.452	994	28.618
2021	280.544	29.457	310.001	999	28.768
2022	285.658	29.994	315.652	1.004	28.914
2023	290.865	30.541	321.406	1.009	29.055
2024	295.167	30.993	326.160	1.010	29.093
2025	301.463	35.422	336.885	1.029	29.646

2026	305.950	35.949	341.899	1.035	29.814
2027	310.504	36.484	346.988	1.041	29.980
2028	315.125	40.966	356.091	1.058	30.481
2029	319.815	41.576	361.391	1.064	30.646
2030	323.429	42.046	365.475	1.066	30.700
2031	327.084	42.521	369.605	1.068	30.751
2032	330.780	43.001	373.781	1.069	30.800
2033	334.518	43.487	378.005	1.071	30.845
2034	338.298	43.979	382.277	1.072	30.888
2035	342.121	44.476	386.597	1.074	30.928

Fonte: IPUF (2007) e inserido no plano Municipal de Saneamento de Florianópolis, PRODUTO 4, pág. 26.

Obs.: População residente e flutuante, de acordo com estudo feito por Campanário (2007).

Figura 52: Consumo per capita (L/hab.dia) em Florianópolis, projeção IBGE 2015 a 2035.



Fonte: Elaborado pelos autores

4 PROJEÇÃO DA DEMANDA DE TRATAMENTO DE ESGOTO EM FLORIANÓPOLIS

A partir dos conceitos apresentados no Capítulo II do presente documento utilizaremos nas projeções abaixo uma contribuição per capita média de esgoto de $145,0 \text{ L.habitante}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, valor oriundo de um consumo per capita de água de $179,81 \text{ L.habitante}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ e um coeficiente de retorno de $0,8^2$.

Abaixo segue estimativa da produção de esgoto sanitário para os SES de Florianópolis tomando como referência o ano 2060.

Figura 53: SES Canasvieiras

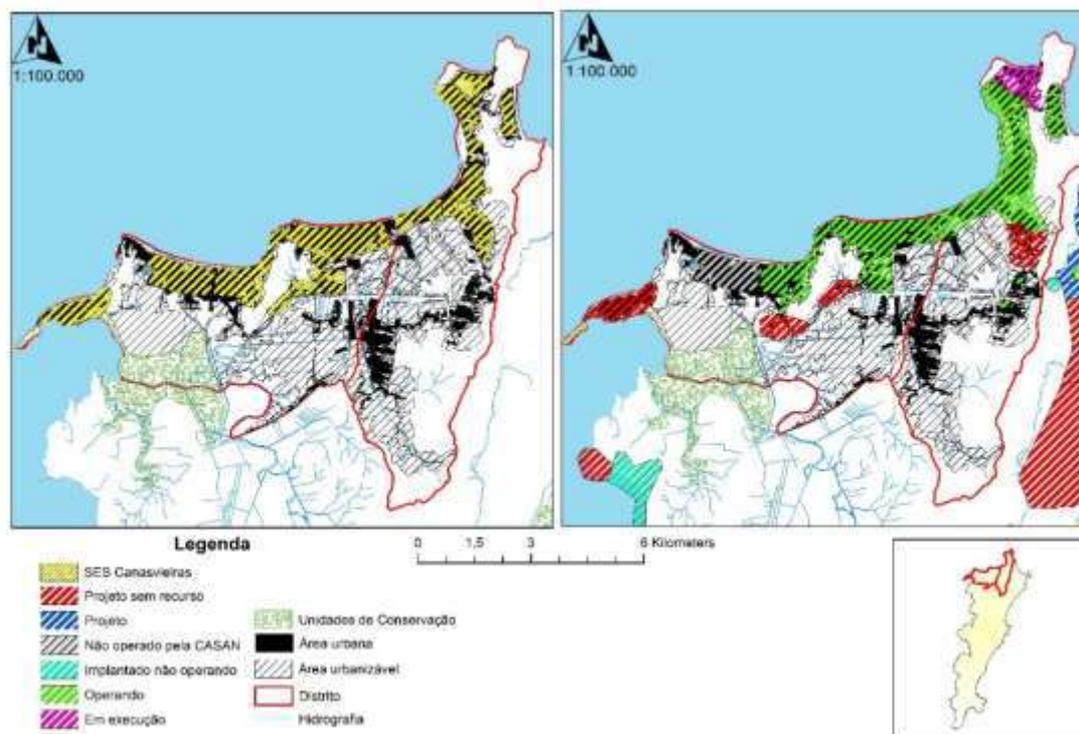


Tabela 54: Estimativa da produção de esgoto sanitário em 2060 e a capacidade de tratamento atual

Capacidade Instalada (L.s^{-1})	Distritos Atendidos	Efluente P. Fixa (L.s^{-1})	Efluente P. total (L.s^{-1})	Saldo P.Fixa (L.s^{-1})	Saldo P.Total (L.s^{-1})
35 (ETE Jurerê) 285 (ETE Canas)	Canasvieiras	91,7	312,0	136,6	-209,6
	Cach. Bom Jesus	91,7	217,6		

*Vazão estimada considerando uma contribuição per capita de $145 \text{ L.hab.}^{-1}.\text{dia}^{-1}$

² O valor correto é de $143,85 \text{ L.habitante}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, entretanto o mesmo foi arredondado para $145,0 \text{ L.habitante}^{-1}.\text{dia}^{-1}$.

Figura 54: SES Ingleses

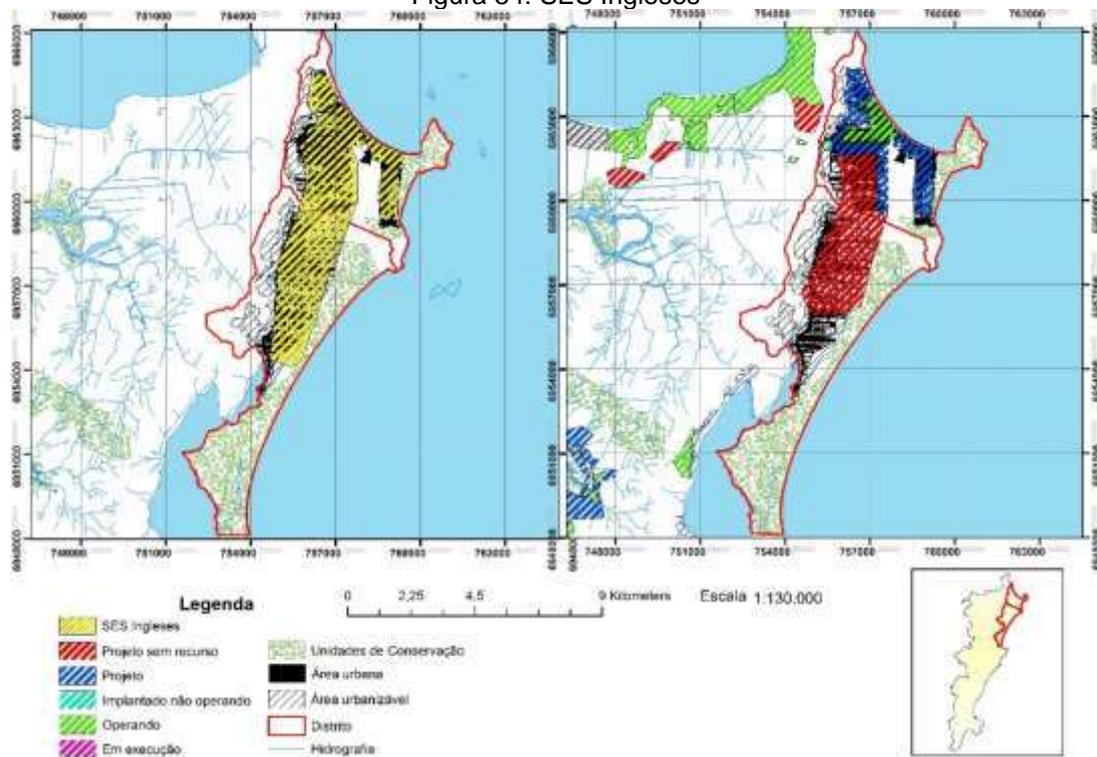


Tabela 54: Estimativa da produção de esgoto sanitário em 2060 e a capacidade de tratamento atual.

Capacidade Instalada ($L.s^{-1}$)	Distritos Atendidos	Efluente P. Fixa ($L.s^{-1}$)	Efluente P. total ($L.s^{-1}$)	Saldo P.Fixa ($L.s^{-1}$)	Saldo P.Total ($L.s^{-1}$)
100 (ETE Ingleses)	Ingleses	155,2	341,0	-129,3	-340,5
	Rio Vermelho	74,0	99,5		

*Vazão estimada considerando uma contribuição per capita de $145 L.hab.^{-1}.dia^{-1}$

Figura 55: SES Lagoa e Barra da Lagoa

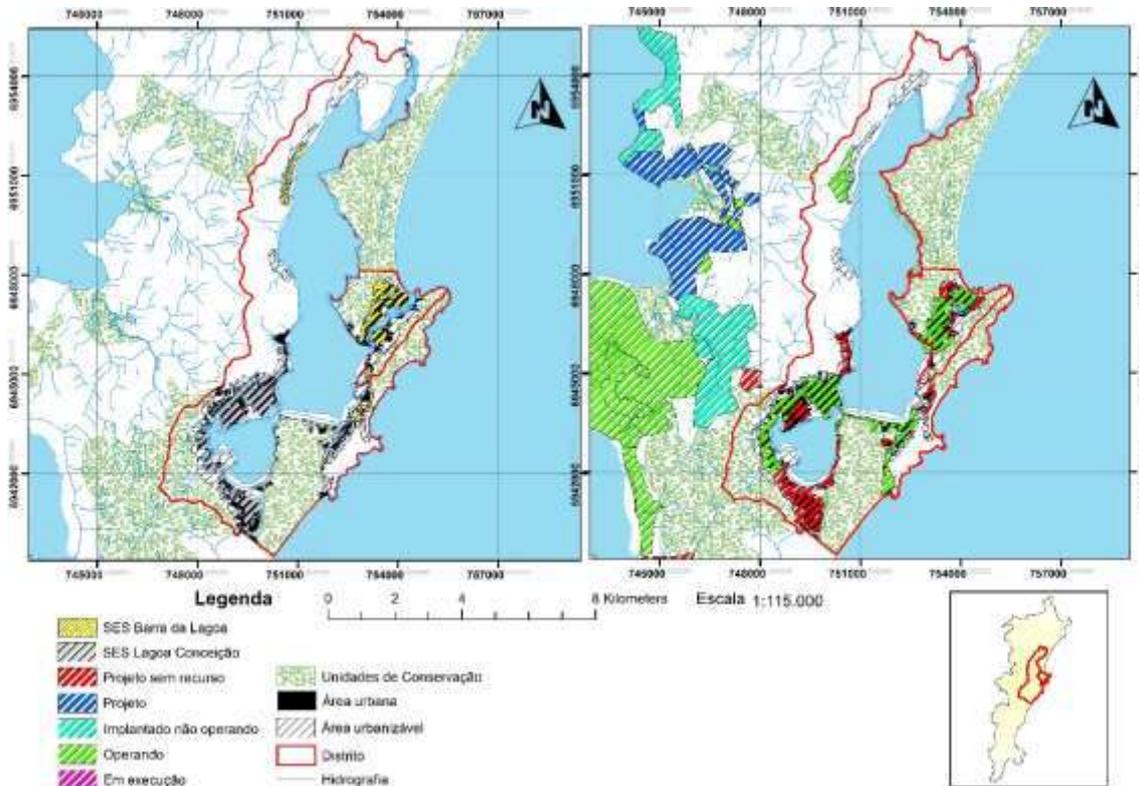


Tabela 55: Estimativa da produção de esgoto sanitário em 2060 e a capacidade de tratamento atual

Capacidade Instalada ($L.s^{-1}$)	Distritos Atendidos	Efluente P. Fixa ($L.s^{-1}$)	Efluente P. total ($L.s^{-1}$)	Saldo P.Fixa ($L.s^{-1}$)	Saldo P.Total ($L.s^{-1}$)
50 (ETE Lagoa)	Lagoa Conceição	39,3	76,2	10,7	-26,2
63 (ETE Barra Lagoa)	Barra da Lagoa	20,2	36,1	42,8	26,9

*Vazão estimada considerando uma contribuição per capita de $145 L.hab.^{-1}.dia^{-1}$

Figura 56: SES Saco Grande

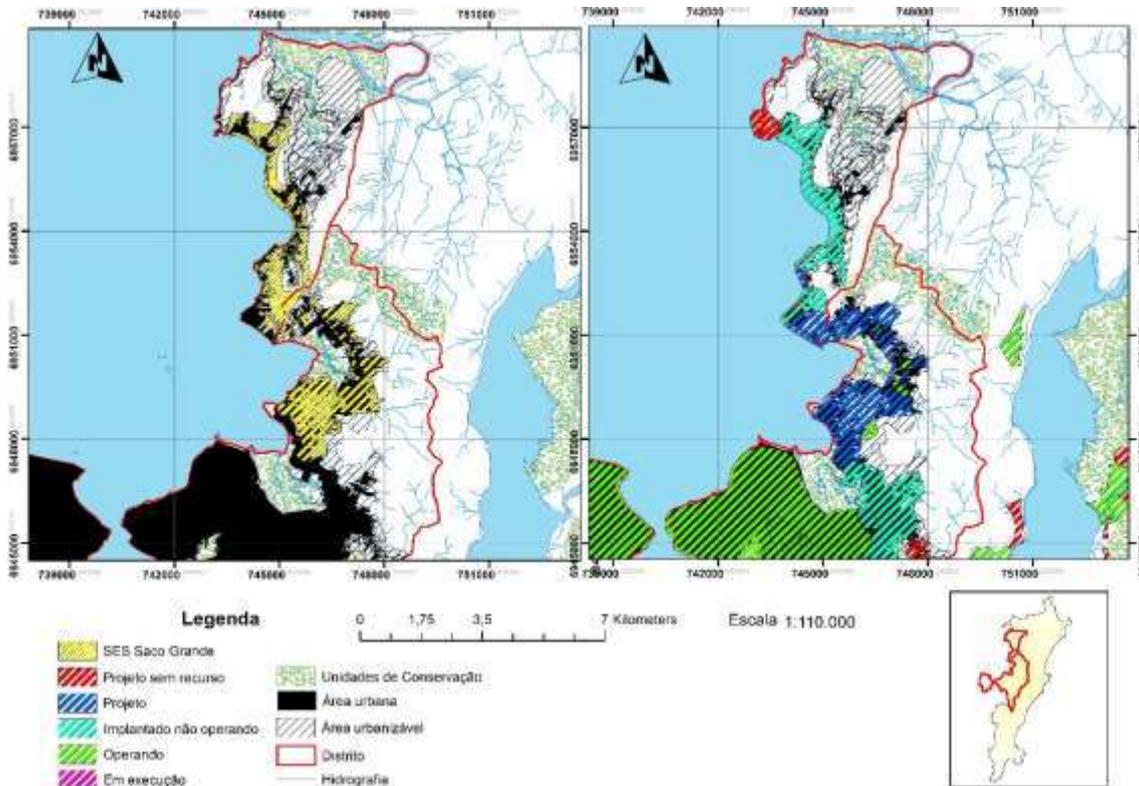


Tabela 55: Estimativa da produção de esgoto sanitário em 2060 e a capacidade de tratamento atual.

Capacidade Instalada (L.s⁻¹)	Distritos Atendidos	Efluente P. Fixa (L.s⁻¹)	Efluente P. total (L.s⁻¹)	Saldo P.Fixa (L.s⁻¹)	Saldo P.Total (L.s⁻¹)
94 (ETE Saco Grande)	Sto. Antônio	17,7	23,4	15,7	-12,7
	Sede†	60,6	83,4		

†População estimada a partir da densidade populacional fixa (9.212 hab.km⁻²) e total (12.674 hab.km⁻²) em 2060, multiplicado pela área de atendimento do SES Saco Grande no distrito Sede (3,92 km²)

*Vazão estimada considerando uma contribuição per capita de 145 L.hab.⁻¹.dia⁻¹

Figura 57: SES Continental e Insular

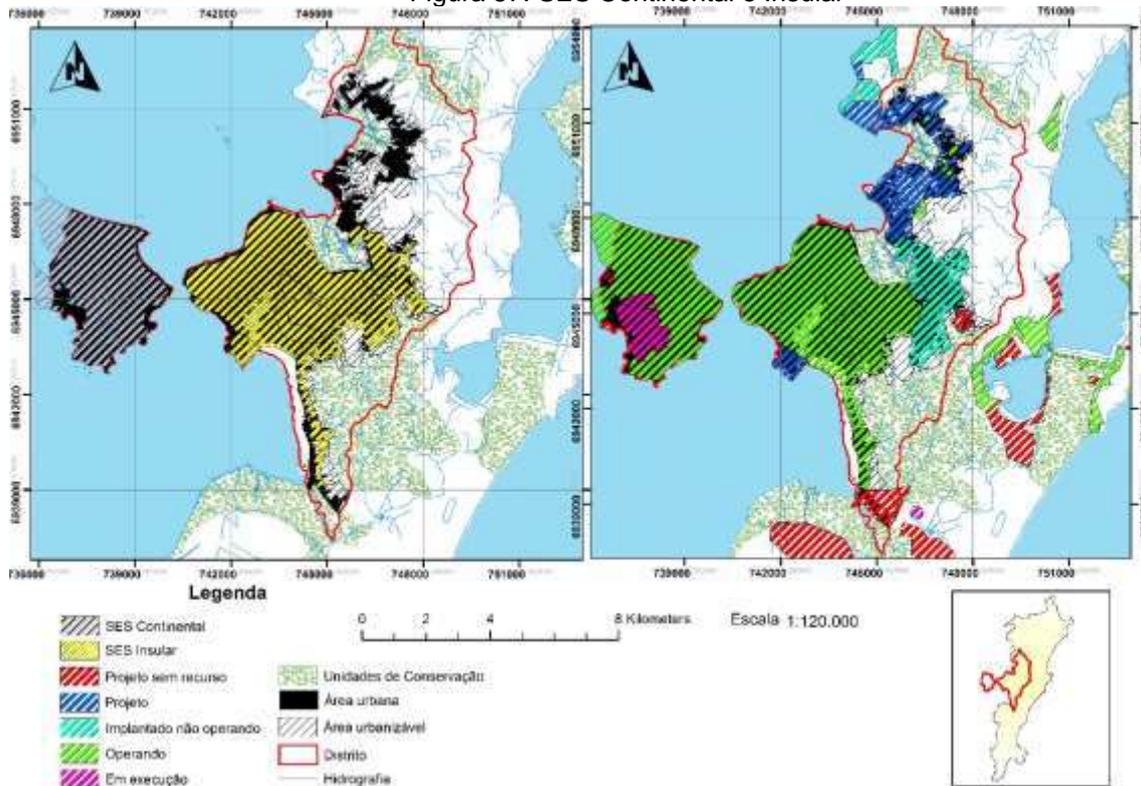


Tabela 56: Estimativa da produção de esgoto sanitário em 2060 e a capacidade de tratamento atual

Capacidade Instalada (L.s⁻¹)	Distritos Atendidos	Efluente P. Fixa (L.s⁻¹)	Efluente P. total (L.s⁻¹)	Saldo P. Fixa (L.s⁻¹)	Saldo P. Total (L.s⁻¹)
612 (ETE Insular)	Sede†	312,0	429,2	300,0	182,8
417 (ETE Potecas)	Sede§	182,3	250,8	234,7	166,2

†População estimada a partir da densidade populacional fixa (9.212 hab.km⁻²) e total (12.674 hab.km⁻²) em 2060, multiplicado pela área de atendimento do SES Insular no distrito Sede (20,18 km²)

§ População estimada a partir da densidade populacional fixa (9.212 hab.km⁻²) e total (12.674 hab.km⁻²) em 2060, multiplicado pela área de atendimento do SES Continental no distrito Sede (11,79 km²)

*Vazão estimada considerando uma contribuição per capita de 145 L.hab.⁻¹.dia⁻¹

Figura 58: SES Campeche

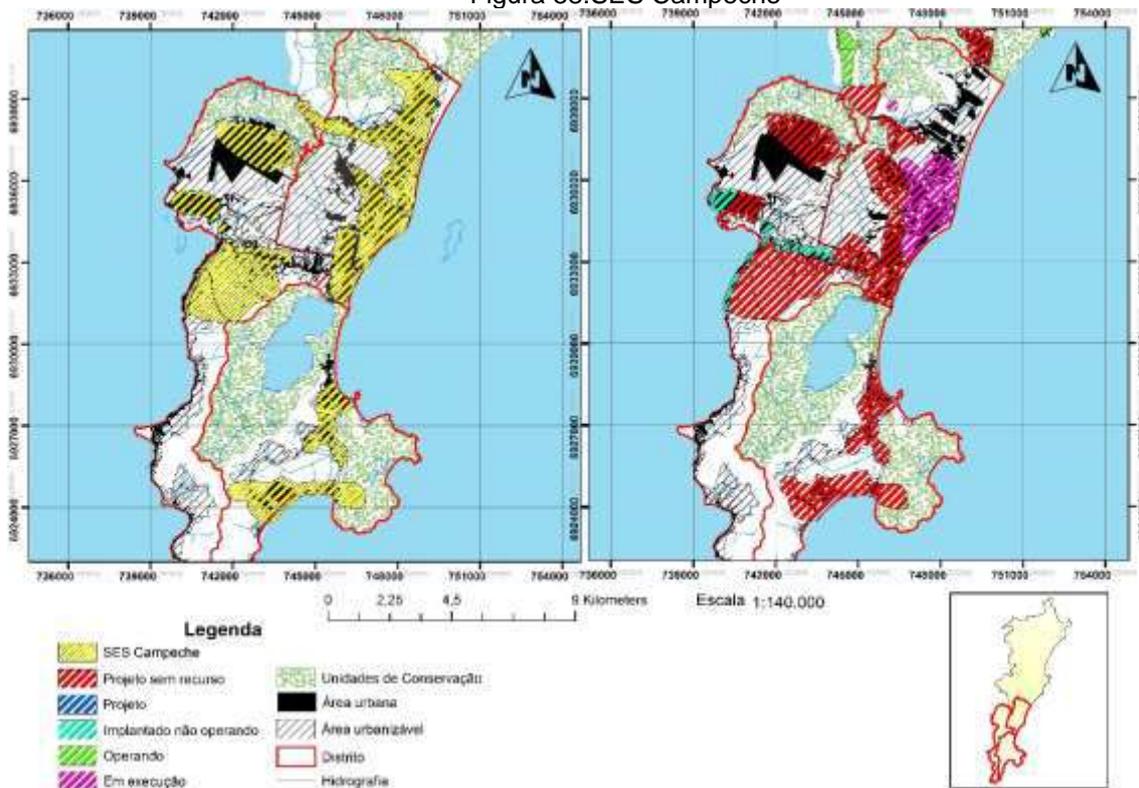


Tabela 57: Estimativa da produção de esgoto sanitário em 2060 e a capacidade de tratamento atual

Capacidade Instalada (L.s ⁻¹)	Distritos Atendidos	Efluente P. Fixa (L.s ⁻¹)	Efluente P. total (L.s ⁻¹)	Saldo P.Fixa (L.s ⁻¹)	Saldo P.Total (L.s ⁻¹)
200 (ETE Campeche)	Campeche	151,0	198,8	-83,2	-168,2
	Pântano do Sul	26,0	39,2		
	Ribeirão da Ilha	106,2	130,2		

*Vazão estimada considerando uma contribuição per capita de 145 L.hab.⁻¹.dia⁻¹

De acordo com as estimativas aqui apresentadas o total de efluente que será produzido pela população fixa em 2060 será de 1,33 m³.s⁻¹, considerando a população total (flutuante mais fixa) esse valor será de 2,24 m³.s⁻¹. Os valores de vazão média de esgoto, estimado a partir dos dados de projeção populacional apontam para o fato de que dos oito SES existentes na cidade dois (SES Ingleses e Campeche) não possuírem, atualmente, capacidade para o tratamento do efluente produzido pela população fixa. Cabe ressaltar que não são computados o fato de que parte dessa população é atendida por sistemas individuais em contraposição também não são computadas as contribuições por infiltração nos diferentes SES.

Cinco desses sistemas (Canasvieiras, Ingleses, Lagoa da Conceição, Saco Grande e Campeche) não tem capacidade, atualmente, para tratar os efluentes da população futura total (flutuante mais fixa). Chamamos a atenção para o fato de justamente nos sistemas que atendem os locais de maior procura turística (Canasvieiras, Ingleses, Lagoa da Conceição e Campeche), durante o período de veraneio, observará (2060) subdimensionamento desses sistemas.

Nesse sentido há necessidade de ampliação dos SES acima indicados, ao mesmo tempo que devem ser observadas as restrições ambientais para que se definam as melhores alternativas para tratamento e disposição final.

5 POSSIBILIDADES DE DISPOSIÇÃO FINAL DE ESGOTO TRATADO

Neste item, serão apresentadas as possibilidades de disposição final de esgoto tratado em Florianópolis. Serão contrapostos os dados levantados no capítulo referente ao diagnóstico do esgotamento sanitário em Florianópolis.

5.1 Cursos d'água

Conforme disposto no capítulo I, legalmente existe a possibilidade de utilização dos corpos hídricos superficiais da ilha como receptores de efluentes tratados, porém tornar essa possibilidade legal em uma realidade técnica encontra algumas adversidades.

A principal problemática a ser enfrentada é a baixa vazão que a maioria dos corpos de água da ilha apresenta. Aliado a isto, a alta sensibilidade destes recursos faz com que os possíveis impactos ambientais resultantes coloquem em risco a adoção destes como corpos receptores de efluentes. Somado a isto existe o fato de que as maiores bacias se situam em regiões contribuintes de corpos de água fechados (lagunas e lagoas), semi fechados (baías Norte e Sul), ou que possuam alguma Unidade de Conservação no exutório (consultar capítulo IV – Restrições ambientais para o sistema de esgotamento sanitário em Florianópolis).

Para permitir o lançamento de efluente tratado em um corpo hídrico de baixa vazão, a configuração técnica requerida para uma estação de tratamento de efluente deve conter uma alta eficiência de remoção dos principais poluentes causadores de passivos ambientais, tais como DBO, coliformes, fósforo e nitrogênio, tendo em vista que estes lançamentos se tornariam a principal fonte de água da bacia. Porém, mesmo com uma eficaz operação de tratamento, no longo prazo ele pode causar mudanças na qualidade ambiental do respectivo corpo hídrico.

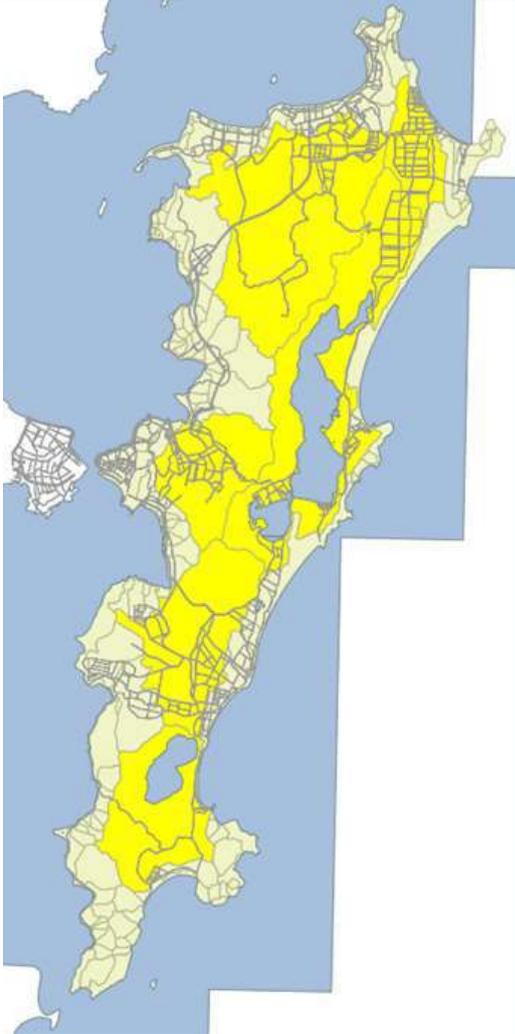
Para exemplificar esta problemática foi realizada uma avaliação das Ottobacias da ilha com base em arquivos do tipo shapefile disponibilizados pela SDS (atual SDE). De acordo com a referência, a ilha apresenta 178 ottobacias,

totalizando uma área de 434,2 km². Deste total, 57% da área se concentra em 6 regiões com mais de 10 km², conforme figura 59.

Figura 59: Ottobacias de Florianópolis que apresentam área superior a 10 km²

Ottobacia	Área km ²
Lagoa da Conceição	73,84
Rio Ratores	68,98
Rio Tavares	35,65
Lagoa do Peri	31,80
Rio Córrego Grande	24,88
Rio Capivari*	13,72
	248,9 [57%]
* Apenas o Rio Capivari drena para o mar aberto.	

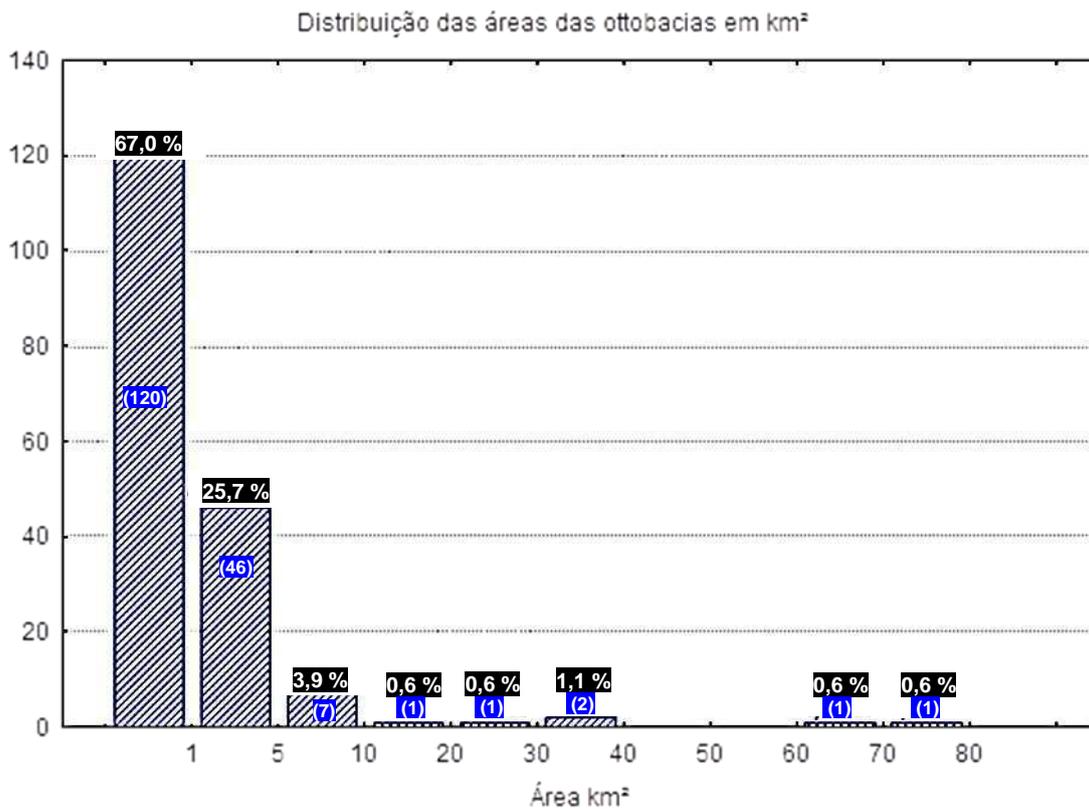
Localização das Ottobacias com mais de 10 km²



Fonte: Elaborado pelos autores

A figura 60 apresenta histograma com a distribuição das áreas das ottobacias da ilha. Com base nestas áreas de referência foi realizada a aplicação do Estudo de Regionalização de Vazões com as características de Florianópolis para visualização de algumas vazões de referência de forma a permitir uma identificação em termos das ordens de grandeza da quantidade de água de cada bacia. A tabela 58 apresenta os resultados desta aplicação.

Figura 60: Histograma com a distribuição das áreas das ottobacias da ilha.



Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 58: Vazões de referência resultantes do estudo de regionalização de vazões com as características de Florianópolis

Área km ²	Q _{7,10} [L/s]	Q ₉₈ [L/s]	Q ₉₀ [L/s]	Q _{MLT} [L/s]
1	2,1	4,4	6,4	13,3
5	12,5	25,4	36,9	76,9
10	27,2	54,1	78,7	163,9
20	59,0	115,3	167,7	349,4
30	92,93	179,5	261,1	544,0
40	128,22	245,8	357,5	744,7
70	239,83	452,8	658,6	1372,1
80	278,5	523,9	762,0	1587,5

Fonte: Elaborado pelos autores

Em uma avaliação global das áreas de drenagem da ilha, desconsiderando as áreas que drenam para as lagoas (328 km²) e aplicando o estudo de regionalização de vazões chegaríamos a uma $Q_{7,10}$ de aproximadamente 1300 L/s, o que geraria um poder de diluição de aproximadamente 1:1,5. Em termos comparativos, a bacia do rio Cubatão a montante do ponto de captação utilizado possui uma área de 536 km², o que deixa mais evidente que o potencial de captação de água para a cidade é maior que o potencial de lançar de maneira adequada os efluentes tratados.

Desta forma se fez necessário estudos de outras alternativas para a disposição de efluentes tratados visando a segurança dos ecossistemas dos recursos hídricos da Ilha de Santa Catarina.

5.2 Reuso

5.2.1 Demanda de reuso não potável em Florianópolis

Para estimar a demanda de água de reuso não potável, foram utilizados dados coletados por uma comissão formada pela CASAN em 2015, que tinha como objetivo estudar e definir o reuso da água das ETE de Florianópolis, com parâmetros mínimos e critérios de utilização para fins urbanos. Dentro do contexto apresentado, foram levantadas as seguintes demandas para a água de reuso não potável:

- Desobstrução de redes coletoras de esgoto sanitário - CASAN;
- Desobstrução de drenagens através de caminhões hidrojato – Obras/PMF;
- Supressão de poeira – Obras/PMF;
- Lavação de caminhões da frota da COMCAP/PMF;
- Lavação de ruas e praças urbanas – COMCAP/PMF;
- Irrigação de Jardins – FLORAM/PMF;
- Combate a incêndios – CBM Bombeiros.

Dos itens elencados acima, serão detalhados os consumos que foram estimados pela comissão, considerando a demanda atual, não a projetada:

- A COMCAP apresenta os seguintes consumos (estimados):
 - Lavação de áreas públicas (praças e calçadas): 22.000 L/semana
 - Lavação da frota: 9.450 L/dia – 6 dias por semana.
 - Lavação Pátio CeTRes: 6.150 L/dia - 6 dias por semana.
 - Total das atividades: 462,4 m³/mês - **equivalente ao consumo de água de 92 habitantes/mês.**
- A FLORAM apresenta os seguintes consumos (estimados):
 - Irrigação de praças e áreas públicas: 30.000 L/semana. As atividades da FLORAM são sazonais, sendo mais frequentes no período de verão (alta temporada) - **equivalente ao consumo de água de 24 habitantes/mês.**
- A CASAN apresenta os seguintes consumos (estimados):
 - Desobstrução de redes coletoras de esgoto sanitário: 42.000 L/semana - **equivalente ao consumo de água de 33 habitantes/mês.**
- A PMF apresenta os seguintes consumos (estimados):
 - Desobstrução de drenagens através de caminhões hidrojetado: 6.000 L/dia, ou 132 m³/mês. **Isso equivale ao consumo de água de 26 habitantes/mês.**
- O CBM apresenta os seguintes consumos (estimados):
 - Combate a incêndios e treinamentos: 40.000 L/mês por caminhão. Atualmente operam 5 caminhões em Florianópolis, resultando em um consumo aproximado de 200 m³/mês - **equivalente ao consumo de água de 40 habitantes/mês.**

Tabela 59: *Resumo com os equivalentes consumos populacionais dos reusos analisados*

Local	Volume mensal (m ³ /mês)	Equivalente Populacional (hab)
Sapiens Parque (Final de plano)	27.993,6	5.598,7
COMCAP	462,4	92,5
FLORAM	120	24
CASAN	168	33,6
PMF	132	26,4
CBM	200	40
TOTAL	29.076	5815,2

Fonte: Elaborado pelos autores

Além do baixo volume mensal estimado para o reuso de efluentes (o equivalente a menos de 6.000 habitantes), há em Florianópolis uma dificuldade de logística para o fornecimento de água para os potenciais consumidores desta água. Para estes consumidores, seria vantagem a utilização desta água desde que a CASAN fornecesse um ponto de abastecimento nos locais de trabalho das empresas ou que a Companhia se responsabilizasse pelo transporte em caminhões pipa.

A principal localidade em Florianópolis preparada e estruturada para realizar este tipo de atividade é o Sapiens Parque. Este empreendimento foi concebido considerando o reuso de água não potável como uma fonte de água alternativa, reduzindo-se a demanda de consumo de água tratada e evitando o uso de água potável em locais onde não é necessário. Assim, o Sapiens Parque possui redes de água específicas para Sistemas Prediais de Água Não Potável (SPANPs). Estes sistemas deverão ser previstos nos projetos dos edifícios comerciais que ali se instalarem.

No modelo desenvolvido no EIA/RIMA e Plano Básico Ambiental - PBA do Sapiens Parque ficou definida a utilização de uma parcela de 50% de água não potável para estes sistemas alternativos, sendo que 14% desta parcela seriam providas pelo aproveitamento da água de chuva e 36% de reuso de esgoto tratado. Entretanto, estes percentuais são apenas indicativos, podendo variar de acordo com as condições de projeto ou uso das edificações. Mas o que realmente importa é a utilização de no mínimo 50% do consumo com águas de fonte não potáveis (água chuva + reuso de esgoto tratado). A seguir é mostrado o balanço de vazões de reuso e demanda de água do Sapiens Parque (final de plano).

Tabela 60: Balanço de vazões de reuso e demanda de água do Sapiens Parque (final plano)

Água Potável	Água Não Potável	
50%	50%	
	Água de Chuva	Água de Reuso
	14%	36%

Fonte: Elaborado pelos autores

Transformando os valores relativos descritos acima em vazões, e utilizando-se como parâmetro a vazão média da ETE Sapiens Parque no final de plano (30 L/s), o empreendimento produzirá 36% da vazão supracitada, ou seja 10,8 L/s. De acordo com informações do Plano Básico Ambiental do Sapiens Parque, serão gerados 933,1 m³/dia ou 27.993,6 m³/mês. Toda essa produção de água não potável será destinada para as bacias sanitárias e mictórios, irrigação de jardins, canteiros e para sistemas de refrigeração dos ares condicionados (alternativamente). **Isso equivale a 5.598 habitantes/mês.**

Dessa forma o incentivo ao reuso da água no município diminuiria, ainda que, a priori, não de forma significativa, a demanda de água potável para usos menos nobres, bem como a quantidade de efluente tratado. Uma vez articuladas formas de utilização da água de reuso não potável, essas poderiam ser ampliadas, desde que observados os custos e as tecnologias necessárias para garantir a saúde pública e o uso devido da água.

5.2.2 Demanda de água de reuso potável indireto em Florianópolis

As fontes de água para abastecimento de Florianópolis têm como mananciais superficiais o Rio Vargem do Braço (captação em Santo Amaro da Imperatriz), o Rio Cubatão (captação em Palhoça) e a Lagoa do Peri (localizada em Florianópolis). Para tornar possível a alternativa do reuso potável indireto, é necessária a integração regional dos planos setoriais de planejamento urbano, visto que as fontes da Grande Florianópolis fazem parte de um sistema integrado de abastecimento de água e estão localizados fora da jurisdição municipal. Na região onde está localizada a Lagoa do Peri, não está prevista esta possibilidade, visto que se trata de uma Unidade de Conservação Municipal de Proteção Integral.

Além destes, há também as fontes de água subterrâneas, como o Aquífero dos Ingleses e o Aquífero do Campeche, que abastecem as regiões de mesmo nome e que estão localizadas exclusivamente nos limites de Florianópolis.

No que se refere ao Aquífero do Campeche, o estudo realizado pela CASAN (2019) "*Alternativas locacionais para poços de recarga artificial de um*

aquífero costeiro bem como a modelagem numérica para a determinação da viabilidade do Reuso Potável Indireto (RPI) de efluentes tratados de Estações de Tratamento de Esgoto teve como objetivo determinar os locais potenciais para a recarga artificial do aquífero do Campeche através de poços de injeção e a determinação dos principais efeitos destes poços no fluxo e nível natural do aquífero, visando o RPI. O trabalho concluiu que a região do Campeche, em termos gerais, dispõe de poucos locais aptos para a recarga artificial do aquífero seja através de bacias de infiltração como através de poços de injeção. Assim, a partir de uma análise multicritério, foram determinadas áreas com maiores potenciais. No entanto, com a visita à campo, fez-se um refinamento desses locais, encontrando-se apenas duas áreas mais aptas para tal procedimento.

Nestas duas áreas, estimou-se a quantidade de poços capazes de serem alocados e assim, a partir da modelagem numérica, foram determinados os impactos dos poços de injeção do efluente tratado no aquífero. Os resultados obtidos da modelagem demonstram que numa das duas áreas escolhidas, existe potencial para a implementação do RPI, uma vez que os efluentes infiltrados permanecem no compartimento ambiental por tempo tal que não causa riscos à saúde humana, conforme recomendações internacionais. Também a recarga artificial do aquífero contribui para o controle da intrusão salina no aquífero costeiro, contribuindo assim para a amenização das possibilidades de salinização dos poços de captação daquela região. Estudos complementares deverão ser conduzidos por forma a se determinar com maior precisão as características das áreas avaliadas e assim obter informações mais precisas para alimentar o modelo. No entanto, esta análise preliminar permitiu ver que existem algumas áreas com potenciais para a recarga artificial do aquífero livre do Campeche através de poços de injeção, trazendo diversos benefícios ambientais além de possibilitar o RPI dos efluentes tratados.

Por outro lado, no que se refere ao Aquífero dos Ingleses, em consulta realizada à FLORAM para destinação de efluentes tratados provenientes de loteamentos localizados no bairro Rio Vermelho devido à falta de opções para a destinação dos mesmos, foi negada a possibilidade de infiltração nas dunas dos Ingleses pois estas, bem como outras dunas na Ilha, foram tombadas como

patrimônio natural e paisagístico do Município de Florianópolis pelo Decreto Municipal nº 112/1985 que em seu Art. 2º proíbe, nessas áreas, quaisquer atividades ou edificações, conforme consta no Parecer Técnico Nº 387/2019-DILIC da FLORAM.

5.2.3 Demanda de água de reuso potável direto em Florianópolis

Este tipo de reuso é realizado em situações de extrema escassez por possuir um alto custo em função do tratamento avançado de efluentes, além da necessidade de discussão da legislação vigente e dos riscos à saúde pública. Assim, a instalação de uma Estação de Tratamento de Água – ETA no final da linha de tratamento de uma ETE não foi considerada nesta pesquisa.

5.3 Sistemas de Disposição Oceânica

Para o caso de Florianópolis, duas macrorregiões foram estudadas para verificar a possibilidade de instalação de sistemas de disposição oceânica. A primeira, mais ao Sul e a segunda, mais ao Norte da ilha. O potencial de cada praia em receber este tipo de equipamento foi avaliado com base nas características geomorfológicas e oceanográficas da ilha. O mapa a seguir apresenta as regiões com maior e menor potencial de receber esse tipo de estrutura.

Figura 61: Áreas favoráveis à instalação de Sistemas de Disposição Oceânica em Florianópolis.



Fonte: Elaborado pelos autores

No que tange à hidrodinâmica, as regiões de mar aberto caracterizam-se por proporcionar melhor diluição e transporte de efluentes do que regiões semicerradas, e estas, apresentam melhor diluição que os complexos estuarinos. Em Florianópolis, a Praia do Campeche e a Praia dos Ingleses são

exemplos de praias de mar aberto, enquanto que Pântano do Sul se enquadra como baía semicerrada (Figura 61).

Com base nestas premissas, considerou-se como áreas favoráveis para a instalação de Sistemas de Disposição Oceânica (SDO) aquelas praias de mar aberto e como não favoráveis, as praias de baías e enseadas. Estas definições foram ao encontro dos estudos pretéritos desenvolvidos pela Univali no ano de 2015, os quais descartaram as hipóteses de instalação de SDO na enseada do Pântano do Sul, na Praia da Tapera e em Santo Antônio de Lisboa, devido, principalmente, à baixa circulação hidrodinâmica, fenômeno que influenciaria diretamente na atividade de maricultura da região, visto que exige elevado padrão de qualidade da água.

A principal vantagem de um emissário localizado em um local com hidrodinâmica adequada é a maximização do processo de diluição e de entranhamento da água doce proveniente do efluente tratado com a água salgada do mar. Este processo reduz de maneira elevada as concentrações dos nutrientes constituintes do esgoto, conforme aponta a Tabela 61.

Tabela 61: Concentrações de lançamento e padrões ambientais com as diluições necessárias de acordo com as reduções típicas de cada nível de tratamento.

Parâmetro	Concentração no Esgoto Bruto *	Padrão Amb.	Diluição Necessária	Diluição após Trat. Primário	Diluição após Trat. Secundário	Diluição após Trat. Terciário
DBO [mg.L ⁻¹]	300	30	10	8	2	1
Nitrogênio total [mg.L ⁻¹]	45	10	5	4	4	0
Fósforo Total [mg.L ⁻¹]	7	2	4	3	3	0
Sólidos Suspensos Totais [mg.L ⁻¹]	1100	50	22	9	3	1
Coliformes [NMP.(100 mL) ⁻¹]	10 ⁶ - 10 ¹⁰	400	25000 - 2.5x10 ⁸	1250 - 1.25x10 ⁷	10 ³ - 10 ⁷	500 - 5x10 ⁶

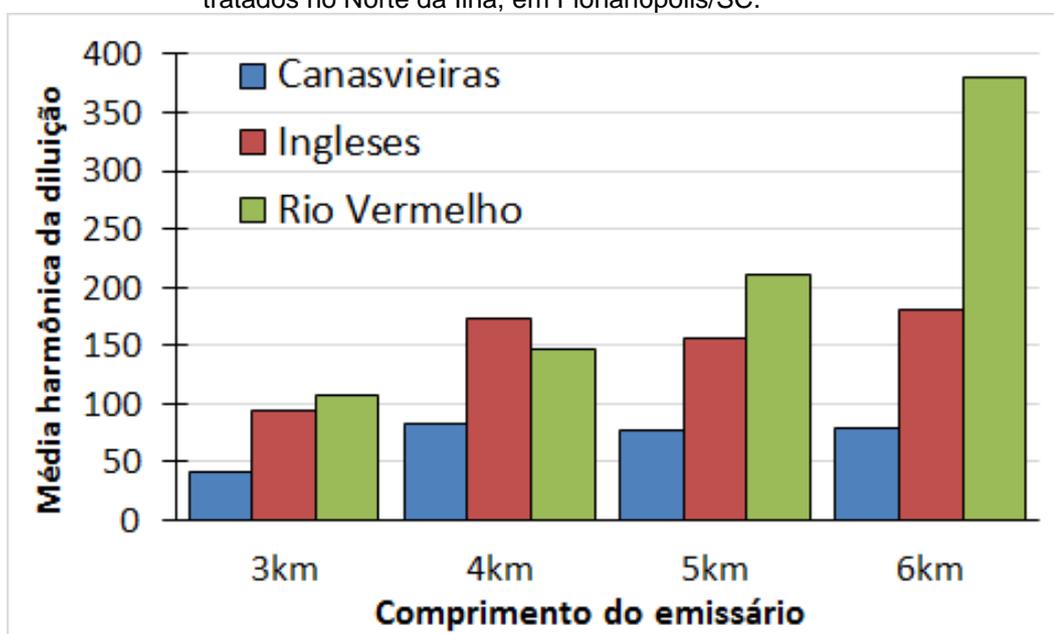
Fonte: Bleninger et. al. (2016)

A diluição aqui é definida como a redução na concentração da mistura de um efluente no ambiente, sem decaimento. Dependendo da substância de

interesse, os níveis de tratamento e as taxas de diluição podem variar muito. Alguns parâmetros, como a DBO podem ser atingidos independentemente do tratamento, apenas com a diluição, e outros, como as bactérias, necessitam da combinação de tratamento, diluição, e mesmo assim não são atingidos no campo próximo.

O gráfico abaixo apresenta para o caso de Florianópolis, segundo estudo realizado para o norte da ilha, as médias harmônicas de diluição em 3 localidades possíveis de ser instalado um sistema de disposição oceânica na região norte da ilha.

Figura 62: Média harmônica das diluições em possíveis locais de disposição de esgotos tratados no Norte da Ilha, em Florianópolis/SC.



Fonte: Elaborado pelos autores

Definindo de maneira arbitrária uma zona de mistura legal de 200 metros, como sugerido na Figura 65, obteríamos ao menos uma diluição de 350:1, o que enquadraria, em termos de qualidade da água, os principais parâmetros presentes no esgoto, independentemente do tipo de tratamento, o que mostra a efetividade de um emissário instalado em um corpo hídrico de grande capacidade, como o mar. A figura 64 mostra a frequência em que os parâmetros de DBO são excedidos nas proximidades do emissário, deixando claro que, mesmo em locais mais próximos que 200 metros do ponto de lançamento, são apresentados percentuais elevados de conformidade do parâmetro, o que

reforça a segurança do emissário em relação aos impactos sobre a biota ou a qualidade da água. A mesma análise pode ser realizada observando a figura 63 mostrando as diferenças entre lançamentos mais próximos e mais afastados da costa.

Figura 63 - Média harmônica da diluição inicial para um emissário longo na localidade do rio Vermelho.

Figura 64 - Frequência de ocorrência que a concentração de DBO ultrapassa o valor limite para o caso de risco extremo (esgoto bruto sendo lançado).

Figura 65 - Diluição inicial na zona de mistura legal (200 metros de diâmetro) em 3 alternativas locais para a disposição oceânica.

Figura 66 - Mapa comparativo de frequência de ocorrência que a concentração de DBO ultrapassa o limite para o caso de risco extremo em 2 alternativas locais na praia de Canasvieiras.

Fonte: Bleninger et. al., 2016.

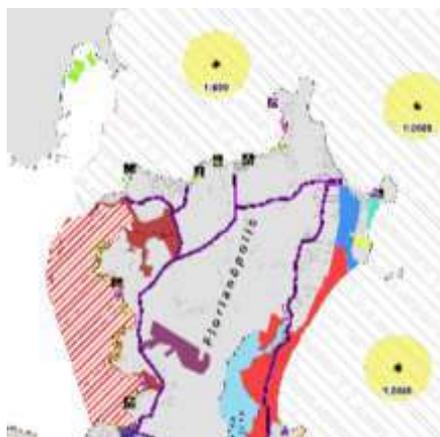
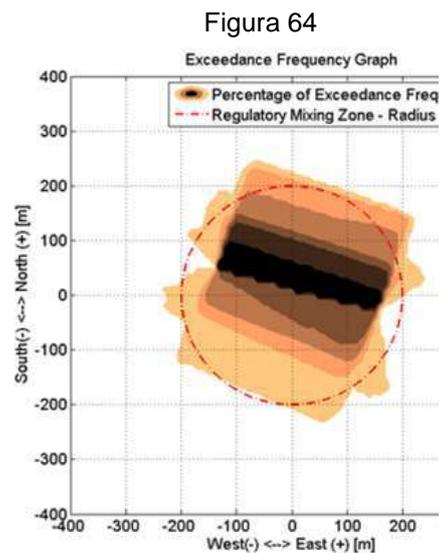
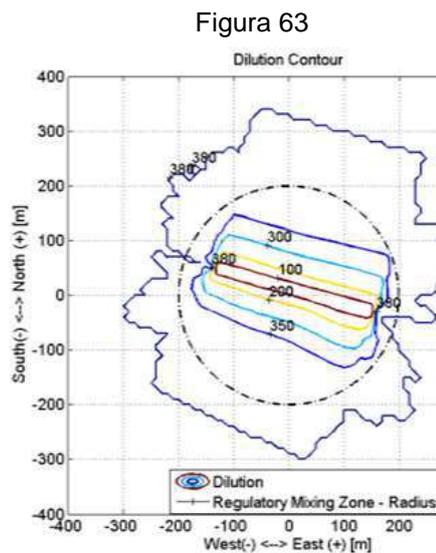


Figura 65



Figura 66

Entretanto, os resultados também mostram que, por melhor que seja o projeto do sistema de difusão de forma a promover a mistura, as concentrações de bactérias não são atingidas neste campo próximo, desta forma se torna necessária uma análise adicional em uma região mais afastada de maneira a permitir a exposição suficiente das bactérias para que sua concentração decaia a valores seguros em regiões mais próximas a zona de banho ou de contato com as pessoas. No caso de Florianópolis, ambos estudos desenvolvidos pela CASAN indicaram como uma distância segura em torno de 5.000 metros de extensão. Devido a regularidade da plataforma, não foram observadas diferenças significativas entre as duas melhores localidades observadas no âmbito de cada estudo. As figuras a seguir (Figura 67 e Figura 68) apresentam as isolinhas de frequência de ocorrência de ultrapassagem dos valores de 800 NMP/100 mL, deixando claro que o risco de toque da pluma na costa é tecnicamente nulo.

Figura 67: Isolinhas de frequência de ocorrência da concentração de Coliformes simulada para disposição oceânica.

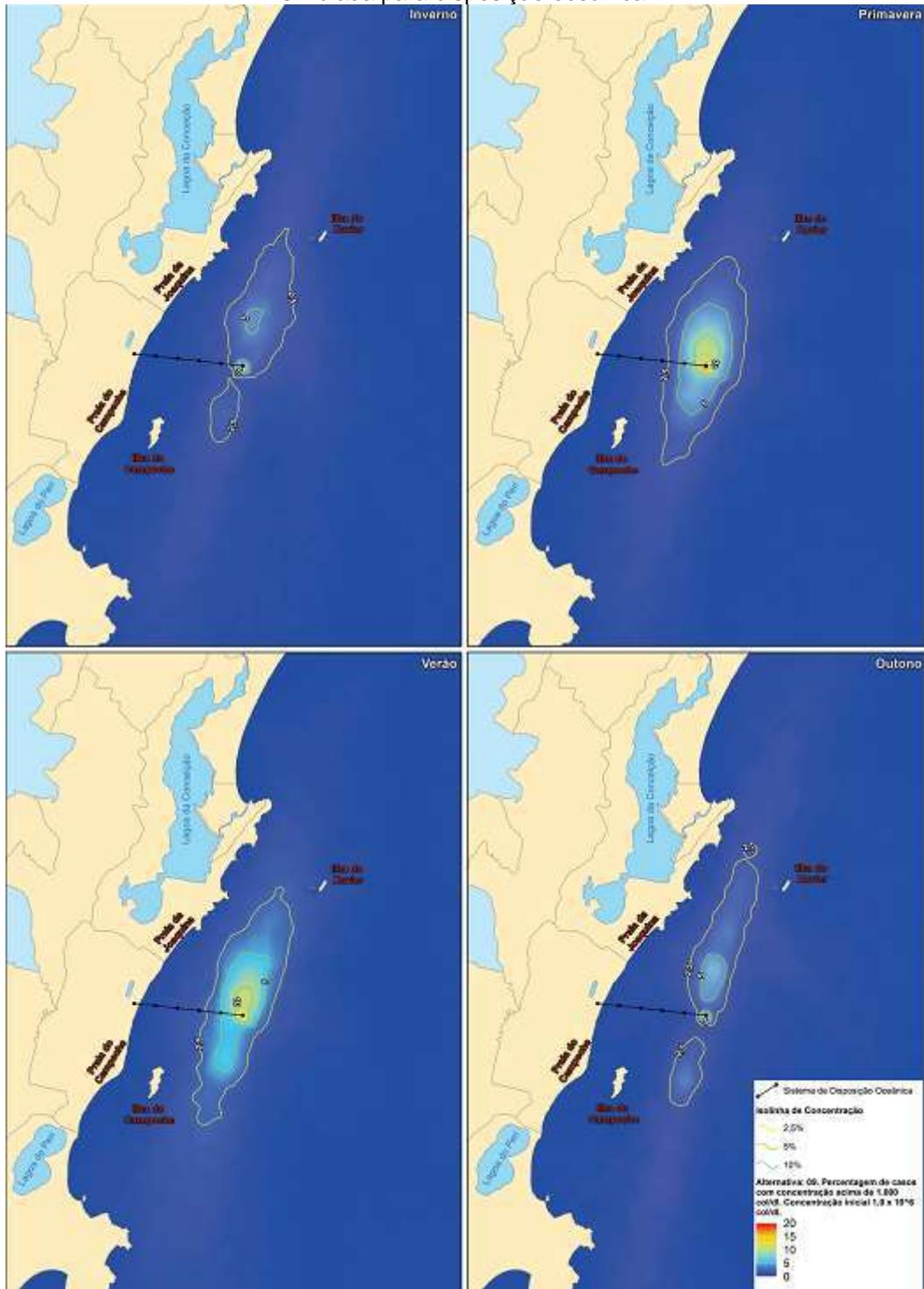
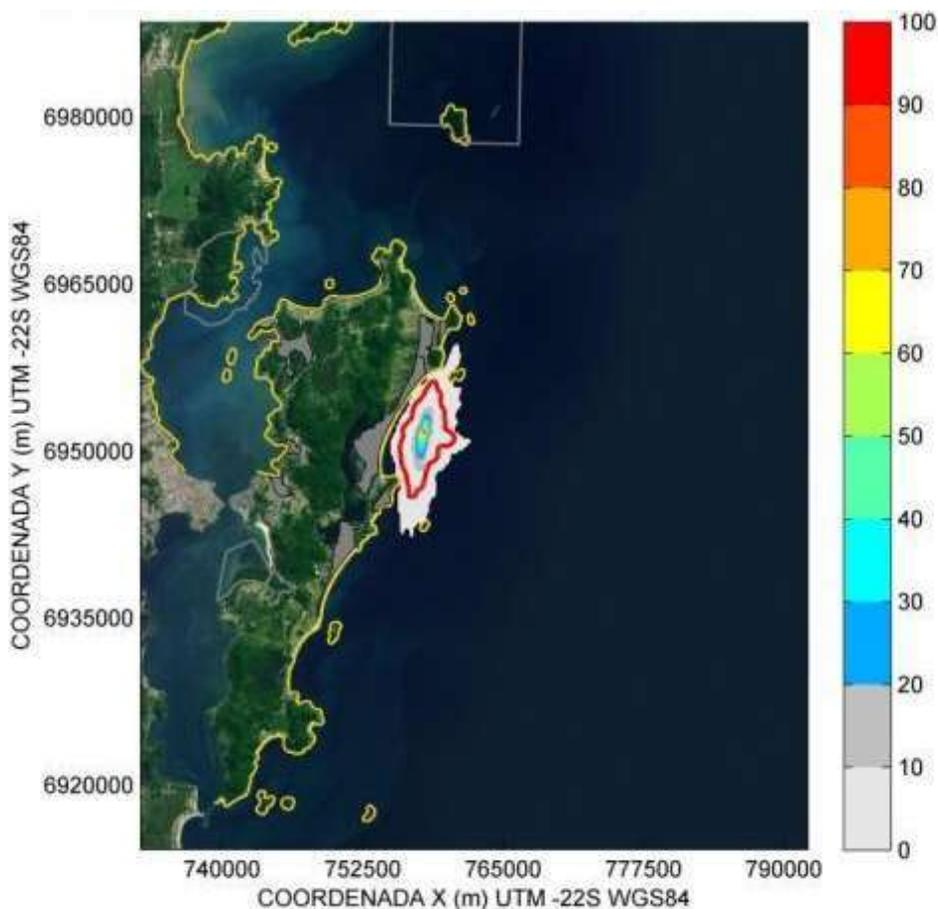


Figura 68: Probabilidade (%) de concentração > que 800 NMP/100 ml E. Coli. Linha vermelha: excede em algum momento a concentração de 2000 NMP/100 ml



Neste sentido, torna-se importante traçar uma diretriz geral para a disposição dos efluentes tratados de forma que eles sejam preferencialmente dispostos em locais de hidrodinâmica mais adequada. A questão de fundo é a existência de projetos já aprovados e licenciados que preveem a disposição de efluentes tratados nas baías. Nestes projetos devem ser observadas distâncias seguras de áreas de cultivo de moluscos, de forma a não prejudicar a atividade de maricultura, bem como assegurar um tratamento do efluente de forma a reduzir as concentrações de nitrogênio e fósforo para reduzir o aporte destes nutrientes. Também é importante assegurar que as áreas coletadas por estes sistemas sejam contribuintes das baías. Isso garantiria, com o tratamento adequado, que mesmo o local não sendo o mais favorável sob o ponto de vista hidrodinâmico, os benefícios ambientais sejam atingidos, com redução do aporte residual de nutrientes nas baías.

Importante também é preservar a estrutura física destas unidades de disposição e seu devido projeto hidráulico, prevendo sistemas difusores para a redução da turbulência gerada pela disposição dos efluentes e sua mais eficiente assimilação na região do campo próximo. Mesmo sabendo que as eficiências padrão de emissários profundos dificilmente serão atingidas, elas devem ser perseguidas de forma a promover o enquadramento das águas na região da zona de mistura gerada pelo campo próximo. Este esforço pode exigir estudos mais aprofundados e ajustes nos sistemas existentes, mas podem ser considerados importantes como metas de longo prazo.

A utilização temporária de rios que contribuam com as baías como alternativas de atingimento de metas intermediárias também pode ser entendida como possível em se observando algumas situações: (i) a transitoriedade dessa opção deve ser bem definida como etapa para atingimento de metas progressivas de melhoria na condição ambiental das localidades; (ii) a utilização de rios como buffer de amortecimento em detrimento do lançamento direto nas regiões de baías deve ser avaliada em termos da capacidade do estuário, sendo que isto está associado a baixas vazões de lançamento, tendo em vista a baixa vazão dos rios, e (iii) o atendimento prioritário às regiões contribuintes das bacias hidrográficas propriamente ditas e adjacentes destes rios, tomando como premissa um dos objetivos da engenharia sanitária, qual seja, o afastamento das excretas da população, sempre com o devido tratamento.

5.4 Sistemas descentralizados e individuais

Conforme já relatado nos capítulos I e II deste Estudo de Concepção do Esgotamento Sanitário de Florianópolis, há diversas regiões do município que contam somente com o uso de sistemas descentralizados e individuais/ locais como alternativa para o tratamento e a disposição final do esgoto doméstico e que, se bem projetados, construídos, operados e mantidos, podem apresentar uma boa eficiência na remoção de poluentes.

A viabilidade de implantação, bem como a escolha do tipo de unidade de disposição final do efluente tratado depende diretamente das características do

solo onde se pretende instalar ou da existência da infraestrutura urbana de drenagem, quando a opção for o lançamento do efluente tratado nas galerias de drenagem.

De acordo com a orientação da Vigilância Sanitária do município, a regra é a infiltração do efluente tratado no solo, portanto, primeiramente, devem ser avaliadas a capacidade de percolação do solo, bem como seu grau de saturação para verificar a viabilidade de instalação de unidades de infiltração (valas de infiltração ou sumidouros).

Conforme a NBR 13969 de 1997, os solos constituídos por rochas ou argilas compactas geralmente apresentam baixo coeficiente de infiltração (< 20 L/m².dia ou de 20 a 40 L/m².dia), o que inviabiliza, em muitos casos, a implantação de uma unidade de infiltração ou exige uma extensa área de instalação.

Já os solos com taxas de percolação extremamente elevadas, como os arenosos, por exemplo, não se recomendam também a adoção dessas unidades uma vez que não promovem o adequado tratamento do esgoto.

A composição química do solo também exerce influência sobre a capacidade de remoção de agentes patogênicos e de nutrientes, principalmente o fósforo, porém, na prática, essa componente do solo não é observada na análise de viabilidade de implantação das unidades de infiltração de efluente tratado no solo.

Quanto à saturação do solo, para evitar a contaminação dos aquíferos por nitratos, vírus e outros organismos patogênicos, deve-se garantir uma distância mínima vertical de 1,50 m entre o fundo da unidade de infiltração e o nível máximo da superfície do aquífero. Conseqüentemente, não é recomendado o uso de sistemas de infiltração onde o nível do aquífero é considerado raso.

A instalação de unidades de infiltração de efluente tratado no solo também deve observar a necessidade de manter uma distância horizontal mínima, conforme as características do solo, de qualquer poço para captação de água, de modo a permitir tempo de percurso de fluxo de três dias até atingir o poço.

O que se observa na prática em diversas regiões no município de Florianópolis, inclusive na maioria das atualmente servidas por esses sistemas, é a inviabilidade técnica para a adoção desses sistemas, e os principais motivos são:

1 - Indisponibilidade de área nos lotes para infiltração devido à maior área de ocupação ou ao adensamento populacional, o que incorre em maiores volumes a serem infiltrados no solo;

2 – Características inadequadas do solo, geralmente rochoso ou arenoso e sujeitos periodicamente a inundações;

3 – Nível raso de aquífero;

4 – Inexistência de infraestrutura urbana de rede de drenagem pluvial ou trabalhando constantemente afogada devido ao nível raso do aquífero da região, impedindo o lançamento;

5 – Proximidade de diversos poços de captação de água, principalmente norte e sul da ilha;

No entanto, ainda que bastante limitadas, existem regiões no município de Florianópolis passíveis da adoção, sanitária e ambientalmente segura, de sistemas descentralizados e locais de tratamento de esgoto, requerendo, para tanto, uma análise criteriosa da municipalidade.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997. 60 p.

BACAËR, Nicolas. **A Short History of Mathematical Population Dynamics**. Marrakech: Springer, 2011. 160 p.

BLENINGER, T., FALKENBERG A., TREVISAN A., MARANHÃO M. O., ISHIKAWA M., RIBEIRO P., BARLETTA R. **Combining measurements, models and decision support systems to optimize outfall siting**. Revista DAE. ed. 19 p. 81-93. 2016

CAMPANÁRIO, Paulo. Florianópolis: **dinâmica demográfica e projeção da população por sexo, grupos etários, distritos e bairros (1950-2050)**. Prefeitura de Florianópolis. Instituto de Planejamento de Florianópolis (IPUF), 2007. 68p.

DANTAS, Danielly Luz; SALES, Alessandro Wilckson Cabral. Aspectos Ambientais, Sociais E Jurídicos Do Reuso Da Água. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v.3, n.3, p. 4-21. Set.- Dez. 2009.

FLORIANÓPOLIS (Município). Lei complementar nº 482, 17 de janeiro de 2014. **Diário Oficial do Município de Florianópolis**, SC.

FLORIANÓPOLIS (Município). Lei complementar nº 9400, 25 de novembro de 2013. **Diário Oficial do Município de Florianópolis**, SC.

FLORIANÓPOLIS (Município). Lei nº 4.805, 21 de dezembro de 1995. **Diário Oficial do Município de Florianópolis**, SC.

GUARDA, Antônio. **Gestão urbana: projeção da população flutuante**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO FINALITÁRIO (COBRAC), 5., 2012, Florianópolis.

HESPANHOL, Ivanildo. Potencial de Reuso de Água no Brasil: Agricultura, Indústria, Municípios e Recarga de Aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [s.l.], v. 7, n. 4, p. 75-95, Out.- Dez. 2002. <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v7n4.p75-95>.

HESPANHOL, Ivanildo. Reuso potável direto e o desafio dos poluentes emergentes. **Revista USP**, São Paulo, n. 106, p. 79-94, Jul.- Ago.- Set. 2015

IANNELLI, Mimmo; PUGLIESE, Andrea. **An Introduction to Mathematical Population Dynamics**. Along the Trail of Volterra and Lotka. 14 ed. Trento: Springer, 2014. 334p

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sinopse do Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=6>>. Acesso em: 25 outubro de 2016.

MEYER, Perrin S.; AUSUBEL, Jesse H. Carrying Capacity: A Model with Logistically Varying Limits. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 61, n. 3, p. 209-214, 1999.

PROSUL. **Projeto básico do sistema de disposição oceânica - S.D.O. de efluentes tratados da praia do Campeche emissários: terrestre e submarino**. Vol. I: Memorial de projeto estudos demográficos - área de projeto atualização. Companhia Catarinense de Água e Saneamento (CASAN), 148p, 2012.

SAPIENS PARQUE. NT 08: **Diretrizes para implementação e operação de sistema de reuso de água não potável direto**. Ago 2017.

SIEGEL, Jacob. S.; SWANSON, David A. **The methods and materials of demography**. 2 ed. San Diego: Elsevier Academic Press, 2004. 819p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade da água e ao tratamento de esgoto**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 452p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v.1)

U.S Environmental Protection Agency (USEPA). **Guidelines For Water Reuse**. EPA/625/R-04/108. Washington DC: EPA, 2004. 480 p.

WILLMOTT, Cort J.; ROBESON, Scott M.; MATSUURA, Kenji. A refined index of model performance. **International Journal of Climatology**, v. 32, n. 13, p. 2088-2094, 2011

ZIESE, T. et al. **Surto de Escherichia coli na Suécia**. Vol. 1. Relatórios de investigação de surtos, 2000.

CAPÍTULO IV

RESTRIÇÕES AMBIENTAIS PARA O ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM FLORIANÓPOLIS

1 INTRODUÇÃO

O Capítulo IV – Restrições ambientais para o esgotamento sanitário apresenta as restrições a serem consideradas no planejamento e desenvolvimento dos sistemas de esgoto sanitário na capital, tendo em vista as restrições ambientais e a legislação em vigor.

Será tratado neste capítulo as temáticas de unidades de conservação, classificação das águas, capacidade suporte e reuso por meio de recarga de aquíferos.

2 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

As unidades de conservação (UCs) são espaços territoriais, incluindo seus recursos ambientais, com características naturais relevantes, que têm a função de assegurar a representatividade de amostras significativas e ecologicamente viáveis das diferentes populações, habitats e ecossistemas do território nacional e das águas jurisdicionais, preservando o patrimônio biológico existente. Há consenso na comunidade científica sobre a extrema importância das áreas protegidas para a conservação da biodiversidade, tanto em nível local quanto global (MELILLO et al. 2016). As áreas protegidas são concebidas para a manutenção de paisagens, ecossistemas e espécies, com atributos que podem servir a diferentes motivações para criá-las, desde culturais, econômicas, biológicas, etc. (NETO, 2017)

A Lei 9.985/2000, que estabelece o sistema nacional de unidades de conservação – SNUC, define e categoriza as UC em dois grandes grupos: unidades de conservação de proteção integral (UC PI), cujo objetivo básico é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais; e as unidades de conservação de uso sustentável (UC US), cujo objetivo básico é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais (art. 7º).

No grupo das UC PI, há cinco categorias com objetivos de conservação específicos, sendo elas: Estação Ecológica; Reserva Biológica; Parque Nacional; Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre. No caso dos Parques Nacionais, quando estes forem instituídos pelos estados ou municípios serão denominados, respectivamente, Parque Estadual e Parque Natural Municipal (art. 11 §4º).

No grupo das UC US, há sete categorias com objetivos de conservação e uso sustentável específicos, sendo eles: Área de Proteção Ambiental; Área de Relevante Interesse Ecológico; Floresta Nacional; Reserva Extrativista; Reserva de Fauna; Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural. No caso das Florestas Nacionais, quando estas forem

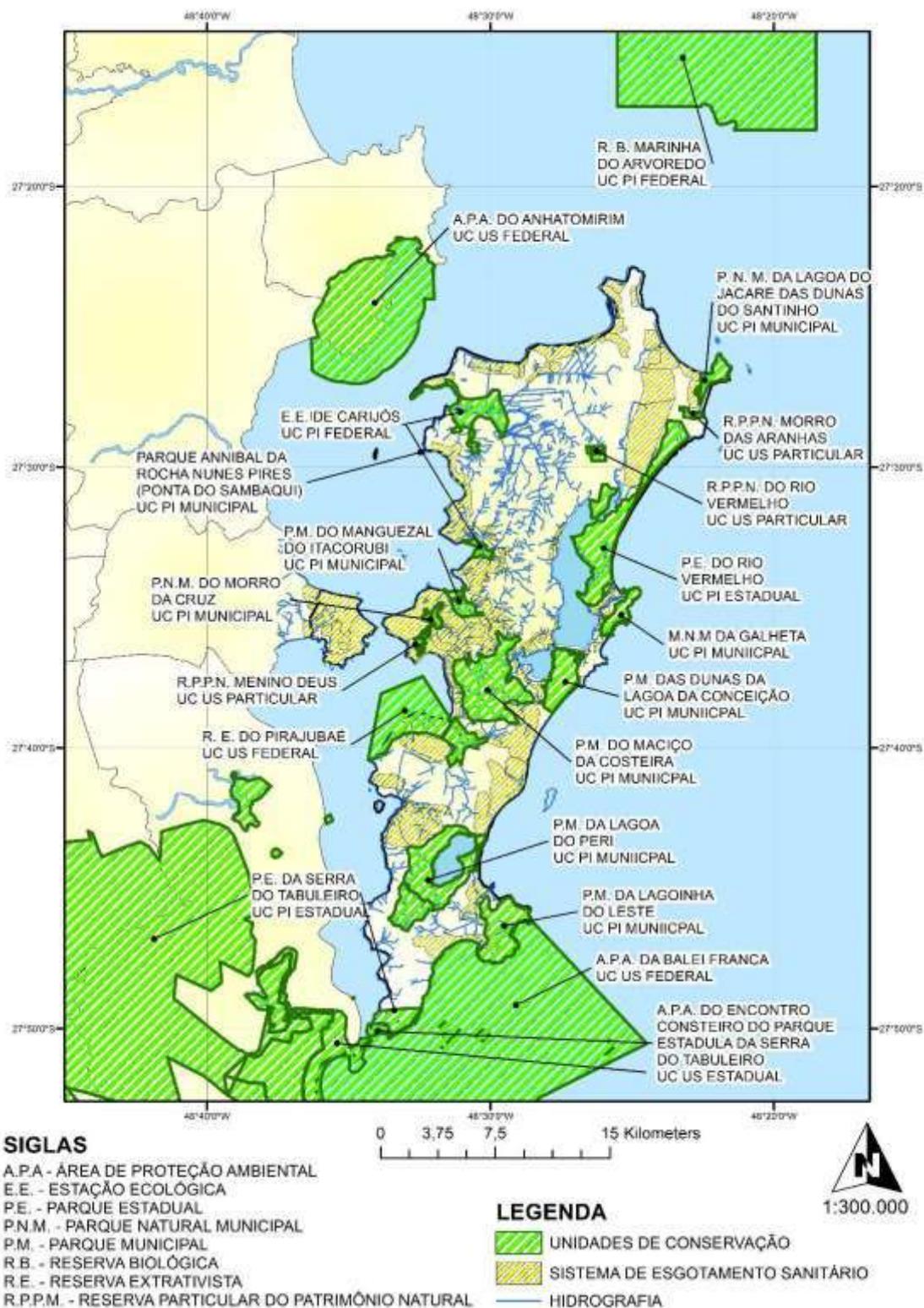
instituídas pelos estados ou municípios serão denominadas, respectivamente, Floresta Estadual e Floresta Municipal (art. 17 § 6º).

O município de Florianópolis possui uma área terrestre aproximada de 436 km², sendo que 97% da área (424 km²) está inserida no território da Ilha de Santa Catarina, na qual existem 17 unidades de conservação, protegendo uma área total aproximada de 128,49 km², o que representa 29,47% do município.

As UC localizadas nas imediações de áreas urbanas sofrem múltiplos impactos negativos, tais como: poluição atmosférica, sonora, luminosa e da água; atropelamento e caça de fauna silvestre; invasões; extração ilegal de recursos; transmissão de doenças entre a fauna doméstica e silvestre; incêndios; dentre outros (McDONALD et al. 2009). Ao mesmo tempo, as UCs urbanas prestam serviços ecossistêmicos de grande valia aos moradores da urbe. Protegendo e garantindo a qualidade da água de mananciais de abastecimento (ex. Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Monumento Natural Municipal da Lagoa do Peri e Parque Estadual do Rio Vermelho); servindo, ainda que de forma irregular, como atenuadores ambientais da poluição produzida nas cidades, tais como efluentes domésticos, drenagem urbana, dentre outras (ex. Reserva Extrativista do Pirajubaé, Estação Ecológica de Carijós, Parque Municipal do Manguezal do Itacorubi); protegendo as zonas de várzeas, que comumente são ocupadas em áreas urbanas, contribuindo assim no controle dos efeitos negativos das enchentes; disponibilizando área para lazer, recreação e educação ambiental (todas as UCs da Ilha de Santa Catarina).

De acordo com a Lei 9.985/2000, que estabelece o sistema nacional de unidades de conservação – SNUC, no município de Florianópolis e seu entorno imediato, encontramos unidades de conservação dos grupos de proteção integral, 13 UCs e de uso sustentável, 7 UCs. Essas unidades de conservação são geridas pela União por meio do ICMBio, 5 UCs, pelo Estado por meio do IMA, 3 UCs, pelo município através da FLORAM, 9 UCs e por particulares, 3 UCs, conforme figura 68.

Figura 68 – Unidades de Conservação na grande Florianópolis.



Fonte: Elaborado pelos autores.

2.1 Unidades de Conservação Federais

As UC federais são geridas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio. As UC federais localizadas no município de Florianópolis são: Estação Ecológica de Carijós e Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé. No entorno da Ilha de Santa Catarina temos Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Área de Proteção Ambiental do Anhatomirim e a Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca.

2.1.1 Estação Ecológica de Carijós

A Estação Ecológica (ESEC) de Carijós, unidade de conservação de proteção integral (UC PI), criada pelo Decreto Federal nº 94.656/1987, localizada nos distritos de Canasvieiras, Santo Antônio de Lisboa e Sede, tem o objetivo de proteger manguezais localizados nos exutórios das bacias hidrográficas do Ratores, Vadik e Pau do Barco. Essa UC é composta por duas áreas não contíguas denominadas: gleba do Ratores com 6,25 km² e gleba do Saco Grande com 0,95 km². Seus objetivos são de proteger os ecossistemas de manguezal, restinga, rios, estuários e banhados. Possui elevada importância para a conservação da Baía Norte, por ser área de reprodução e crescimento de animais marinhos.

Atualmente essa UC recebe os efluentes tratados do SES Canasvieiras/Costa Norte por meio do rio Papaquara, que deságua no rio Ratores no interior da UC e os efluentes SES Saco Grande são lançados no entorno da UC, por meio de um emissário submarino.

2.1.2 Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé

A Reserva Extrativista (RESEX) do Pirajubaé, unidade de conservação de uso sustentável (UC US), criada pelo Decreto Federal nº 533/1992, está localizada nos distritos do Ribeirão da Ilha e Sede. Sua criação está relacionada especialmente com a sustentabilidade da extração do berbigão (*Anomalocardia brasiliensis*), recurso explorado comercialmente pelos extrativistas e pescadores artesanais. Tem como principais objetivos a proteção dos recursos naturais

necessários à subsistência de extrativistas, o respeito e valorização do seu conhecimento, sua cultura e sua promoção social e econômica, e, acima de tudo, assegurar o uso sustentável da vida marinha relacionada a esta unidade de conservação. A área total da reserva é de 17,12 km², dos quais 7,59 Km² englobam manguezais e 9,53 km² estão em área marinha.

2.1.3 Reserva Biológica Marinha do Arvoredo

A Reserva Biológica (REBIO) Marinha do Arvoredo, localizada no entorno da Ilha de Santa Catarina, é unidade de conservação de proteção integral (UC PI), criada pelo Decreto Federal nº 99.142/1990, possui uma área de 176 km², cujo objetivo estabelecido no art. 1º é o de proteger amostra representativa dos ecossistemas da região costeira ao norte da ilha de Santa Catarina, suas ilhas e ilhotas, águas e plataforma continental, com todos os recursos naturais associados.

Com elevada diversidade de ambientes marinhos e terrestres, a REBIO Arvoredo abriga uma infinidade de espécies, sendo muitas delas raras e ameaçadas de extinção, assim como fornecem abrigo para reprodução e crescimento de diversas espécies de peixes, contribuindo para a manutenção dos estoques pesqueiros no entorno.

2.1.4 Área de Proteção Ambiental do Anhatomirim

A Área de Proteção Ambiental (APA) do Anhatomirim, unidade de conservação de uso sustentável (UC US), criada pelo Decreto Federal nº 528/1992, localizada no município de Governador Celso Ramos, com uma área total de 46,12 km², sendo 26,6 km² marinha e 19,52 km² terrestre, tem como objetivos assegurar a proteção de população residente de golfinhos da espécie *Sotalia guianensis*, a sua área de alimentação e reprodução, bem como de remanescentes da Floresta Pluvial Atlântica e fontes hídricas de relevante interesse para as comunidades de pescadores artesanais da região.

2.1.5 Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca

A Área de Proteção Ambiental (APA) da Baleia Franca, unidade de conservação de uso sustentável (UC US), criada pelo Decreto Federal s/nº em 14 de setembro de 2000, tem como objetivo principal proteger a baleia franca austral (*Eubalaena australis*), cuja reprodução se dá na área compreendida pela APA, considerada santuário dessa espécie ameaçada de extinção. Possui uma área de 1.560 km², abrangendo nove municípios, desde o sul da ilha de Santa Catarina até Balneário Rincão, em Içara. As riquezas naturais protegidas pela APA da Baleia Franca também incluem outras espécies de animais e vegetais nativos, promontórios, costões rochosos, praias, ilhas, lagoas, banhados, marismas, área de restinga, duna.

2.2 Unidades de Conservação Estaduais

As UC estaduais são geridas pelo Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA). As UC estaduais localizadas no município de Florianópolis são: Parque Estadual do Rio Vermelho, Parque Estadual do Tabuleiro e Área de Proteção Ambiental do Entorno Costeiro do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro.

2.2.1 Parque Estadual do Rio Vermelho

O Parque Estadual do Rio Vermelho (PAERVE), unidade de conservação de proteção integral (UC PI), criada pelo Decreto nº 308/2007, está localizado na costa leste da Ilha de Santa Catarina. Seus limites são o distrito de São João do Rio Vermelho ao norte, a Lagoa da Conceição ao oeste, a praia de Moçambique ao leste e o distrito da Barra da Lagoa ao sul. O PAERVE foi criado com o objetivo de conservar amostras de Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica), vegetação de restinga, fauna associada ao domínio da Mata Atlântica, manter o equilíbrio do complexo hídrico da região, propiciar ações de recuperação dos ecossistemas alterados, a realização de pesquisas científicas e a visitação pública.

A área do parque é de 15,32 km² e atualmente é composta por 11% de Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica), encontrada no Morro dos Macacos,

54% de restinga com diferentes alturas e composição de espécies e por 35% de ecossistemas alterados devido o plantio e a invasão de pinheiros e eucaliptos.

A região do PAERVE abriga em seu subsolo o aquífero Ingleses-Rio Vermelho, responsável pelo abastecimento de água do norte da Ilha de Santa Catarina. Por esta razão, a conservação do parque contribui para que a recarga de água do aquífero ocorra sem qualquer impedimento e esteja livre de contaminantes. Contudo ocorre no interior do PAERVE o lançamento dos efluentes do SES Barra da Lagoa, por meio de aspersão em solo.

2.2.2 Parque Estadual da Serra do Tabuleiro

O Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST), unidade de conservação de proteção integral (UCPI), criado pelo Decreto nº 1.260/1975 e teve seus limites redefinidos pela Lei nº 14.661/2009. Inserido nos municípios de Florianópolis, Palhoça, Santo Amaro da Imperatriz, Águas Mornas, São Bonifácio, São Martinho, Imaruí e Paulo Lopes. Fazem parte do Parque as ilhas do Siriú, dos Cardos, do Largo, do Andrade e dos Corais, e os arquipélagos das Três Irmãs e Moleques do Sul, abrangendo uma área de 841,3 km².

Estão representados no interior do PEST cinco das seis grandes formações vegetais do bioma Mata Atlântica encontradas no Estado, sendo elas: restinga, manguezal, floresta ombrófila densa, floresta ombrófila mista e campos de altitude. Além de sua grande relevância para a conservação, o PEST tem grande importância para a segurança hídrica da região, pois estão inseridos nele as nascentes de rios como o da Vargem do Braço, Cubatão e D'Una, rios que fornecem água para grande parte dos domicílios da Grande Florianópolis e do litoral sul do Estado

2.2.3 Área de Proteção Ambiental do Entorno Costeiro do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro

A Área de Proteção Ambiental (APA) do Entorno Costeiro do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, unidade de conservação de uso sustentável (UCUS), criada pela Lei 14.661/2009, reavalia e redefine os limites do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro.

A APA possui uma área aproximada de 52,6 km², nos municípios de Palhoça, Paulo Lopes, Garopaba e Florianópolis. Os objetivos de sua criação estão expressos no art. 17 da Lei 14.661/2009: I - o desenvolvimento sustentável das comunidades costeiras do entorno do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro; II - a proteção ambiental e o valor ecológico das áreas remanescentes de mata atlântica e cordões litorâneos; III - a harmonização da preservação ambiental com o ordenamento, uso sustentável e racional dos recursos naturais da região; IV - o ordenamento da ocupação, uso e utilização do solo e das águas; V - o disciplinamento do uso turístico e recreativo; VI - a proteção e recuperação ambiental de áreas ocupadas por proprietários rurais e não rurais, com vista a preservar o valor biótico e econômico; VII - o ordenamento das atividades de pesquisa científica e produção tecnológica na área da construção civil sustentável; e VIII - o ordenamento dos loteamentos turísticos e populares, garantindo implementação de obras de saneamento e recuperação ambiental.

O Decreto nº 179/2019 regulamenta e define diretrizes para a implantação da Área de Proteção Ambiental do Entorno Costeiro, estabelecendo que a APA disporá de um Conselho Deliberativo e será administrada pelo Instituto do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (IMA). O chefe da unidade de gestão da APA do Entorno Costeiro deverá ser designado por meio de portaria expedida pelo Presidente do IMA e integrará o Conselho Deliberativo (art. 3º). A elaboração do Plano de Manejo será coordenada pelo Conselho Deliberativo da APA do Entorno Costeiro, o qual será composto por diferentes entidades, e também deverá contar com mobilização da comunidade local para que contribuam com a sua elaboração. Ainda, o plano de manejo detalhará o zoneamento ambiental da unidade de conservação, assim entendida a definição de setores ou zonas nas áreas abrangidas pela APA do Entorno Costeiro, com o objetivo de manejar e definir as normas específicas, a fim de proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos da unidade possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz (art. 9º).

2.3 Unidades de Conservação Municipais

As UC municipais são geridas pela Fundação Municipal de Meio Ambiente – FLORAM. As nove UC geridas pela FLORAM são: Monumento Natural Municipal da Lagoa do Peri; Parque Municipal da Dunas da Lagoa da Conceição; Parque Municipal da Lagoinha do Leste; Parque Municipal do Maciço da Costeira; Parque Municipal do Manguezal do Itacorubi; Parque Natural Municipal Lagoa do Jacaré das Dunas do Santinho; Parque Natural Municipal do Morro da Cruz; Parque Annibal da Rocha Nunes Pires (Ponta do Sambaqui); Monumento Natural Municipal da Galheta.

Cabe destacar que em 2000, com o advento do Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC (Lei Federal 9.985/00), as UC deveriam se enquadrar às categorias previstas em dois anos. No entanto, somente em 2013, quando foi criada uma comissão municipal entre FLORAM e IPUF para apresentar estudos técnicos e propostas de avaliação e adequação ao Sistema Nacional, que iniciou-se a adequação de 8 UC municipais. O procedimento foi realizado com os critérios de avaliar categoria e limites, analisando diante dos objetivos natos e da realidade de cada uma das Unidades.

Após a apresentação dos estudos técnicos e proposta de adequação, realizada de modo participativo, envolvendo as comunidades do entorno, órgãos públicos, organizações da sociedade civil (OSC) e usuários e beneficiários em geral, foram encaminhadas minutas de Projetos de Lei para o executivo municipal encaminhar à Câmara Municipal de Florianópolis para aprovação pelo conjunto de vereadores.

Foram avaliadas e adequadas as seguintes UC:

- *Parque Natural Municipal do Morro da Cruz (Lei 9.321/13)*
- *Monumento Natural Municipal da Galheta (Lei 9.698/14 - adequação ao SNUC/Lei 10.100/16 - recategorização de Parque Natural para Monumento Natural)*
- *Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição (Lei 10.388/18)*
- *Parque Natural Municipal do Maciço da Costeira (Lei 10.459/18)*
- *Parque Natural Municipal da Lagoinha do Leste (Lei 10.387/18)*
- *Monumento Natural Municipal da Lagoa do Peri (Lei 10.530/19)*

Em meio ao processo, foi criado o Parque Natural Municipal da Lagoa do Jacaré das Dunas do Santinho no ano de 2016, que está enquadrado nas categorias previstas no SNUC. Apenas duas UC restam sem adequação: o Parque Municipal do Manguezal do Itacorubi e o Parque Municipal da Ponta do Sambaqui “Annibal da Rocha Nunes Pires”.

Para o Parque Municipal do Manguezal do Itacorubi, o procedimento de adequação está aproveitando a resolução de uma ação civil pública (ACP) proposta pelo Ministério Público Federal para resolver os conflitos fundiários na região do referido manguezal. Na ação consta as manifestações comunitárias para a região, além da participação dos principais entes com algum tipo de influência na área, como SPU, UFSC, ICMBio, IPHAN e PMF.

Iremos considerar abaixo as UC denominadas como Parque Municipal bem como o Parque Annibal da Rocha Nunes Pires (Ponta do Sambaqui), sendo da categoria de UC PI do tipo Parque Natural Municipal.

2.3.1 Monumento Natural Municipal da Lagoa do Peri

O Monumento Natural Municipal da Lagoa do Peri (MONA Lagoa do Peri), unidade de conservação de proteção integral (UC PI), foi criado pela Lei Municipal n.º 10.530/19, em substituição ao Parque Municipal da Lagoa do Peri, criado pela Lei Municipal nº 1.828/81. A UC é localizada a sudeste da Ilha de Santa Catarina, no Distrito Pântano do Sul e possui uma área de 42,744 km².

A região do Monumento Natural Municipal da Lagoa do Peri é alvo de interesse para sua preservação desde a década de 1950, quando o Decreto Presidencial nº 30.443 de 25/01/52 declarou como “remanescentes de floresta nativa” a vegetação existente, desde as margens da Lagoa até a extremidade sul da Ilha de Santa Catarina. Em 1976, o Decreto Municipal nº 1.408 de 04/06/76 tombou a área da bacia hidrográfica da Lagoa do Peri como Patrimônio Natural, também com o objetivo de proteger os ecossistemas ali existentes. Após cinco anos de seu tombamento, foi criado o Parque Municipal da Lagoa do Peri, através da Lei Municipal nº 1.828/81, de 04/12/81. Um dos principais motivos que justificou a criação do Parque, além do aspecto puramente ecológico (proteção dos ecossistemas), é o fato da água da lagoa ser doce e de boa

qualidade, representando uma importante fonte de abastecimento de água potável para população do sul da Ilha de Santa Catarina. Mais tarde, durante os estudos para a execução das obras de captação de água, a abrangência da população beneficiada foi estendida até a região leste da ilha, mais especificamente até a Barra da Lagoa, incluindo as comunidades existentes no percurso até a mesma. Em 2019, o Parque Municipal da Lagoa do Peri passou a ser enquadrado como Monumento Natural Municipal, através da Lei Municipal 10.530 de 02/05/2019.

O Monumento Natural Municipal da Lagoa do Peri foi criado visando atender aos seguintes objetivos (Art. 4º da Lei nº 10.530/19): I - Proteger o manancial hídrico da bacia da Lagoa do Peri, utilizando seu potencial de forma sustentável, visando garantir água com qualidade para o abastecimento público; II - Promover a proteção e recuperação dos recursos hídricos, incluindo a preservação e restauração de matas ciliares; III - Preservar o patrimônio natural representado pela fauna, flora e paisagem, de modo que possa ser utilizado como área de pesquisa científica, ecoturismo e educação ambiental; IV - promover a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos; V - Promover a preservação e a restauração de ecossistemas naturais; VI - Preservar o patrimônio cultural tradicional representado pelas populações locais, administrando de forma sustentável os recursos naturais necessários à sua subsistência, respeitando e valorizando seu conhecimento e práticas, e promovendo-as social e economicamente; VII - Promover e valorizar a paisagem cultural constituída pelos sítios, chácaras e arquitetura, harmonizando-a com a conservação da paisagem natural; VIII - estimular o uso e cultivo sustentável de espécies ornamentais e medicinais nativas da flora pelas populações locais; IX - Promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento sociocultural e econômico; X - Preservar o patrimônio histórico e arqueológico de ocorrência na Unidade de conservação; XI - Contribuir para a conservação da geodiversidade e sua valorização na composição da paisagem; XII - Apoiar e incentivar atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental; XIII - Valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica; XIV - Proporcionar espaços e condições adequados ao desenvolvimento de atividades culturais, educacionais, de lazer e

recreação em contato com a natureza; e XV - Promover a atuação de entidades e população local como agentes de preservação e conservação do patrimônio natural.

A lagoa do Peri é uma das fontes de abastecimento de água para a cidade de Florianópolis, Sistema Costa Leste/Sul. Há no interior dessa UC uma estação de tratamento de água – ETA, cujos efluentes (retrolavagem dos filtros e limpeza dos tanques de decantação) são lançados num canal denominado sangradouro, a jusante da lagoa, mais ainda no interior do MONA da Lagoa do Peri.

2.3.2 Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição

O Parque Municipal Dunas da Lagoa da Conceição (PNMDLC) é uma unidade de conservação de proteção integral (UC PI) que foi criada pelo Decreto nº 231/1988 nas áreas já tombadas pelo município como patrimônio natural e paisagístico, através dos Decretos nos 1.261/1975 e 213/1979, respectivamente. Em 2018, por meio da Lei 10.388/18, o parque foi adequado ao enquadramento do SNUC e passou a ser Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição. Localizado ao sul do distrito da Lagoa da Conceição, possui uma área de 5,4 km². Essa UC tem como finalidade o aproveitamento das condições peculiares de sua paisagem natural para o adequado desenvolvimento de atividades educativas, de lazer e recreação.

Os efluentes coletados e tratados no SES lagoa da Conceição são lançados numa lagoa de evapotranspiração localizada no interior do PMDLC.

2.3.3 Parque Natural Municipal da Lagoinha do Leste

O Parque Municipal da Lagoinha do Leste (PMLL), unidade de conservação de proteção integral (UC PI), foi criado pela Lei Municipal 3.701/1992, com alterações feitas nos artigos 2º e 12 pela Lei Municipal 5.500/1999. Em 2018, por meio da Lei 10.387/18, o parque foi adequado ao enquadramento do SNUC e passou a ser Parque Natural Municipal da Lagoinha do Leste. A UC é localizada no leste da Ilha, distrito de Pântano do Sul e tem uma área de 7,9 km². Seu objetivo é salvaguardar a paisagem natural, a fauna

e a flora e proteger o manancial hídrico da Bacia Hidrográfica da Lagoinha do Leste.

2.3.4 Parque Municipal do Maciço da Costeira

O Parque Municipal Maciço da Costeira (PMMC), unidade de conservação de proteção integral (UC PI), foi criado pela Lei Municipal nº 4605/95 e regulamentado pelo Decreto 154/95. Em 2018, por meio da Lei 10.459/18, o parque foi adequado ao enquadramento do SNUC e passou a ser Parque Natural Municipal do Maciço da Costeira. Localizado entre os distritos Sede e Campeche e uma pequena porção no distrito da Lagoa da Conceição, possui uma área de 14,5 km², sendo que parte dessa área já se encontrava caracterizada como Área de Preservação Permanente antes da criação da UC.

Os objetivos da UC estão expressos no art. 5º da Lei Municipal nº 10459/18, sendo eles: I - Contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos, florísticos e faunísticos; II - contribuir para a preservação dos recursos hídricos, em especial as nascentes; III - garantir condições para a preservação e restauração da diversidade de ecossistemas naturais; IV - proteger paisagens naturais de notável beleza cênica; V - promover a proteção e recuperação de ambientes degradados; VI - proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental; VII - favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico; VIII - proteger recursos naturais em compatibilidade com as populações tradicionais que vivem em seu entorno, respeitando e valorizando seu conhecimento, sua cultura e promovendo-as social e economicamente; e IX - proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, arqueológica, paleontológica e cultural.

2.3.5 Parque Municipal do Manguezal do Itacorubi

O Parque Municipal do Manguezal do Itacorubi (PMMI), unidade de conservação de proteção integral (UC PI), situa-se no distrito Sede e apresenta uma área de 1,3 km² no exutório da bacia hidrográfica do Itacorubi. Sua área

pertencia à União, que, por sua vez, cedeu-a à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), através do Decreto Federal n.º 64.340 em 1969, com o objetivo de abrigar os Centros de Ensino e Pesquisa e outros órgãos previstos no âmbito da reforma universitária, cabendo à UFSC a promoção do saneamento da região e a indenização dos ocupantes da área que tenham realizado benfeitorias a justo título (art. 2º)

Por meio do Decreto Municipal n.º 1.529 de 2002 foi criado o Parque Municipal do Manguezal do Itacorubi, onde toda a área do Parque é de preservação permanente (APP) e, como tal, *non aedificandi*, ressalvados os usos públicos necessários, sendo absolutamente vedada, no seu local de abrangência, a supressão de vegetação, a realização de aterros, e/ou despejo de efluentes de qualquer espécie, bem como todas as demais atividades que de alguma forma possam agredir aquele ecossistema (art. 2º).

2.3.6 Parque Natural Municipal da Lagoa do Jacaré das Dunas do Santinho

O Parque Natural Municipal da Lagoa do Jacaré das Dunas do Santinho, unidade de conservação de proteção integral (UC PI), é situado no distrito Ingleses do Rio Vermelho, nordeste da ilha, e tem uma área de 2,21 km².

Os objetivos do Parque Natural Municipal Lagoa do Jacaré das Dunas do Santinho estão definidos no art. 5º da Lei Municipal nº 9.948/16: I - contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos, florísticos e faunísticos; II - garantir condições para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais; III - proteger paisagens naturais de notável beleza cênica; IV - promover a proteção e recuperação de ambientes degradados; V - proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental; VI - favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza, o lazer, o esporte, e o turismo ecológico; VII - proteger os recursos naturais em compatibilidade com as populações tradicionais que vivem em seu entorno, respeitando e valorizando seu conhecimento, a cultura e promovendo-as social e economicamente, ou seja, que exista um acesso para o transporte

dos pescados, bem como de todos os utensílios de pesca; VIII - proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural; e IX - proteger o manancial de água doce subterrânea para o abastecimento público.

2.3.7 Parque Natural Municipal do Morro da Cruz

O Parque Natural Municipal Morro da Cruz (PANAMC), situado no distrito Sede, é uma unidade de conservação de proteção integral (UC PI) cuja área compreende 1,30 km². A área foi destinada inicialmente para a criação do Parque Urbano Morro da Cruz, pela Lei Municipal 6.893/2005. Visto que essa categoria de UC não está prevista na Lei 9.985/2000, a Lei municipal foi revogada pela Lei Municipal 9.321/13, a qual cria o Parque Natural Municipal Morro da Cruz. Os objetivos específicos da UC, estabelecidos no art. 6º, são: I - preservar o patrimônio natural representado pela fauna, flora, geossítios e características morfológicas, de modo que possa ser utilizado como área de interesse ecológico e de pesquisa científica; II - conservar a biodiversidade e a geodiversidade; III - aproveitar as condições peculiares de sua paisagem natural e cultural para o adequado desenvolvimento de atividades educativas, de lazer e de recreação; IV - promover a recuperação da cobertura vegetal típica da região, onde se fizer necessária; V - dotar a área de equipamentos de lazer, de usos comunitários e turísticos; e VI - assegurar a manutenção das características naturais do Maciço do Morro da Cruz no cenário urbano de Florianópolis.

2.3.8 Parque Annibal da Rocha Nunes Pires (Ponta do Sambaqui)

Criado conforme Lei 6725/2005, o parque é localizado na Ponta do Sambaqui, distrito de Santo Antônio de Lisboa, com área total de 0,013 km² (ou 13.431,88 m²). A Instrução Normativa da FLORAM de 01/2014 estabelece normas de uso público para a UC, onde são permitidas atividades recreativas, culturais, educacionais e piqueniques em locais predeterminados (art. 1º).

Atualmente, há indicações técnicas do departamento de UCs da FLORAM para que seja compreendida pela municipalidade essa UC como um Parque

Urbano, devido às suas características e demandas de uso por parte da comunidade.

2.3.9 Monumento Natural Municipal da Galheta

O Monumento Natural Municipal da Galheta (MONA Galheta), unidade de conservação de proteção integral (UC PI) foi criado pela Lei Municipal n.º 10.100/2016, em substituição ao Parque Municipal da Galheta, criado pela Lei Municipal nº 3.455/1990. Localizado nos distritos Barra da Lagoa e Lagoa da Conceição, possui área de 2,51 km². Os objetivos específicos dessa UC estão estabelecidos no art. 5º da Lei Municipal n.º 10.100/2016, sendo eles: I - contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos; II - contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais, suprimindo todo o tipo de vegetação exótica (pinus, casuarinas e eucaliptos entre outros); III - promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento; IV - proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica; V - promover a proteção e recuperação dos recursos hídricos; VI - proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental; VII - valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica; VIII - favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza, o turismo ecológico e a contemplação da natureza; IX - proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais que vivem em seu entorno ou dentro do parque, exercendo atividades comerciais e culturais; X - promover e contribuir para o exercício das atividades de pesca tradicional de forma ordenada; e XI – proteger os geossítios.

2.4 Reservas Particulares do Patrimônio Natural - RPPN

As Reservas Particulares do Patrimônio Natural - RPPN são áreas de domínio privado a serem especialmente protegidas por iniciativa de seus proprietários mediante reconhecimento do Poder Público, por serem consideradas de relevante importância pela sua biodiversidade, pelo seu

aspecto paisagístico, ou ainda por suas características ambientais que justifiquem ações de recuperação (art. 1º Decreto 1.922/96). Ademais, desempenham um papel significativo na conectividade entre fragmentos maiores de vegetação, agindo como “trampolins” (*stepping stones*) para diferentes espécies ou compondo corredores ecológicos e mosaicos de áreas protegidas de diferentes categorias de conservação (NETO, 2017). Apesar de serem formalmente criadas pelo poder público, essas áreas são administradas pelos seus proprietários (NETO, 2017).

2.4.1 RPPN Morro das Aranhas

A RPPN Morro das Aranhas, localizada no distrito de Ingleses, tem uma área de 0,44 km² instituída pela União, por meio da portaria IBAMA nº 43 de 15/5/1999 e pertence ao Complexo Turístico Costão do Santinho.

2.4.2 RPPN Menino Deus

A RPPN Menino Deus, localizada no distrito Sede, apresenta uma área de 0,16 km² instituída pela União, por meio da portaria IBAMA nº 85 de 07/10/1999, e pertence à Irmandade do Senhor dos Passos e Hospital de Caridade.

2.4.3 RPPN Rio Vermelho

A RPPN Rio Vermelho, localizada nos distritos da Cachoeira do Bom Jesus e do Rio Vermelho, compreende uma área de 0,74 km². A reserva foi instituída pela União, por meio da portaria ICMBio nº 52 de 20/05/2016 e seus proprietários são Mauro César Marghetti Laranjeira e Luiza Silvestre Laranjeira.

3 CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS

A Lei 9.433/97 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, estabelece como um de seus instrumentos o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água (art. 5, Inc II). O termo enquadramento é definido pela resolução CONAMA 357/05 em ser art. 2º Inc XX:

estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo.

Por sua vez, a resolução CONAMA 357/05 estabelece as diretrizes ambientais para a classificação dos corpos d'água e também classifica as águas em função da sua salinidade, (água doce, salobra ou salina) e em função do uso preponderante, atual ou futuro, em especial e em classes que variam de 1 a 4, totalizando treze classes no total.

O enquadramento dar-se-á de acordo com as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos – CERH (res. CONAMA 357/05, art 38). O CERH do Estado de Santa Catarina estabeleceu a resolução nº 003/2007, que enquadrava os cursos d'água superficiais da Ilha de Santa Catarina, como classe especial, exceto o rio Tavares a jusante da cota 2 (art. 1º Inc. XXXVI). Porém esta resolução foi revogada pela Resolução CERH Nº 001/2008, que diz:

Art. 1º - Adotar a classificação estabelecida pela Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, enquanto não aprovado o novo enquadramento dos corpos d'água superficiais do Estado de Santa Catarina, baseado em estudos técnicos específicos. [grifo nosso]

Por sua vez a resolução CONAMA nº 357/2005, aponta em seu art. 42:

Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

Contudo o art. 42 da referida resolução estabelece a regra geral, cabendo exceção estabelecida no inciso I dos artigos 4º, 5º e 6º da referida norma:

classe especial: águas destinadas

...

à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
[grifo nosso]

A exceção, diferente da regra geral, não é transitória. No art. 42 estabelece “*Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos*” já o inciso I dos artigos 4º, 5º e 6º destina as águas para a preservação dos ambientes aquáticos de UC PI, não possibilitando outra classificação que não seja especial. Portanto, constatado que determinado corpo d’água tem relação direta com a preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral, esse determinado corpo hídrico deve ser classificado como especial, obedecendo assim o disposto na Lei nº 9.433/97 que diz:

Art. 9º O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, visa a:

I - assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas;

II - diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes. [grifo nosso]

Por sua vez as unidades de conservação de proteção integral são definidas na Lei 9.985/00 em seu art. 2º diz:

I - Unidade de conservação: espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção;

VI - Proteção integral: manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos naturais; [grifo nosso]

Dessa forma para o cumprimento do objetivo definido para UC PI, exposto em Lei 9.985/00, as águas que drenam para bacia hidrográficas de UC PI devem ser classificadas como águas salinas, salobra e doce de classe especial, em consonância com CONAMA 357/05 (inc. I dos artigos 4º, 5º e 6º), pois a preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação requer o uso mais exigente. Isso se justifica pelo fato de que classe especial decorre, diretamente, da função que o corpo hídrico ostenta em relação à UC PI, sendo essa relação condição suficiente para sua classificação.

Por sua vez, as águas classificadas como especial não podem receber efluentes de qualquer natureza, ainda que tratado, conforme resolução CONAMA 430/11 que diz:

Art. 11 Nas águas de classe especial é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes poluentes, mesmo que tratados.

Essa regra encontra-se em harmonia com o objetivo da UC PI, estabelecido no art. 2º Inc. VI da Lei 9.985/00, ou seja, “*manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana*”.

Ainda que se alegue que a classificação como especial ocorre somente no interior de UC PI, pois a preposição “em” do inciso I dos artigos 4º, 5º e 6º da resolução CONAMA 357/05 dá o pretense sentido de dentro, entendemos que tal tese não prospera, pois o objeto a ser preservado são os *ambientes aquáticos em UC PI*, ambientes esses que devem estar *livres de alterações causadas por interferência humana* (Lei 9.985/00 em seu art. 2º Inc. VI). Logo, se a ação antrópica tem o potencial de causar interferência no corpo hídrico e este, por sua vez, tem relação direta com o ambiente aquático da UC PI, deve esse corpo hídrico ser classificado como especial, mesmo que fora dos limites da UC PI. Já que para proteger o bem jurídico (ambientes aquáticos em UC PI), devemos estabelecer os meios para tal, não bastando apenas a imposição restrita ao bem, sem levar em conta os fatores que influenciam diretamente sua proteção.

Contudo, não podemos esquecer que o enquadramento é o estabelecimento de metas a serem alcançadas (resolução CONAMA 357/05 art.2º em inc. XX) e dessa forma os parágrafos do art. 38 estabelecem:

§ 1º O enquadramento do corpo hídrico será definido pelos usos preponderantes mais restritivos da água, atuais ou pretendidos.

§ 2º Nas bacias hidrográficas em que a condição de qualidade dos corpos de água esteja em desacordo com os usos preponderantes pretendidos, deverão ser estabelecidas metas obrigatórias, intermediárias e finais, de melhoria da qualidade da água para efetivação dos respectivos enquadramentos, excetuados nos parâmetros que excedam aos limites devido às condições naturais.

§ 3º As ações de gestão referentes ao uso dos recursos hídricos, tais como a outorga e cobrança pelo uso da água, ou referentes à gestão ambiental, como o licenciamento, termos de ajustamento de conduta e o controle da poluição, deverão basear-se nas metas

progressivas intermediárias e final aprovadas pelo órgão competente para a respectiva bacia hidrográfica ou corpo hídrico específico.

§ 4º As metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, deverão ser atingidas em regime de vazão de referência, excetuados os casos de baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos hídricos onde não seja aplicável a vazão de referência, para os quais deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico.

Considerando o objetivo desse documento, deve-se ponderar ao escolher o local de destino final dos efluentes tratados. A normativa proíbe o lançamento de efluentes, mesmo que tratados, em UC PI e em corpos hídricos que compõem essas bacias que possuem relação direta com a preservação dos ambientes aquáticos no interior dessas UC, pois nesses casos não cabe outra classificação aos corpos hídricos que não seja especial.

Atualmente ocorrem lançamentos de efluentes no interior de UC PI em Florianópolis, como é o caso do Parque Municipal Dunas da Lagoa da Conceição (ETE Lagoa da Conceição), Parque Estadual do Rio Vermelho (ETE Barra da Lagoa), além do lançamento em bacias hidrográficas cujo exutório encontra com a UC PI, como é o caso da Estação Ecológica de Carijós (ETE Canasvieiras).

Nesse sentido, além do que já foi discutido no capítulo III sobre a capacidade dos cursos d'água de receberem os efluentes tratados das ETE, quando os mesmos compõem bacias hidrográficas que contemplam UC PI em sua área de abrangência a restrição ambiental se torna ainda maior.

4 CAPACIDADE SUPORTE

Para os demais rios da Ilha de Santa Catarina que não possuem UC PI, deve-se considerar a capacidade suporte desses ambientes ao escolhê-los como destino final de efluente tratado. O conceito de capacidade suporte para ambientes aquáticos está definido no art. 4º Inc. I da resolução CONAMA 430/11

Capacidade de suporte do corpo receptor: valor máximo de determinado poluente que o corpo hídrico pode receber, sem comprometer a qualidade da água e seus usos determinados pela classe de enquadramento;

Por sua vez a Lei Estadual 14.675/2009 estabelece condições para o lançamento dos efluentes em seu art. 177, quando diz:

Os efluentes somente podem ser lançados direta ou indiretamente nos corpos de água interiores, lagunas, estuários e na beira-mar quando obedecidas as condições previstas nas normas federais e as seguintes:

...

VII - todas as avaliações devem ser feitas para as condições mais desfavoráveis ao ambiente a fim de assegurar os padrões de qualidade previstos para o corpo de água;

VIII - no caso de lançamento em cursos de água, os cálculos de diluição devem ser feitos para o caso de vazão máxima dos efluentes tratados e vazão ecológica dos cursos de água;

...

XII - os efluentes líquidos, além de obedecerem aos padrões gerais anteriores, não devem conferir ao corpo receptor características em desacordo com os critérios e padrões de qualidade de água, adequados aos diversos usos benéficos previstos para o corpo de água. [grifo nosso]

A vazão ecológica é definida no art. 28 Inc. LXIII da mesma Lei Estadual como:

regime de vazões necessário para manter as funções mínimas do ecossistema.

E continua na Lei Estadual no art. 223:

Cabe à FATMA definir a vazão ecológica, por meio de metodologia apropriada, para a outorga e o licenciamento ambiental

Os métodos para determinação da vazão ecológica são vários. Eles são classificados de modo geral em função dos procedimentos metodológicos adotados para sua determinação em: hidrológicos (histórico do fluxo), hidráulicos (geometria hidráulica), habitats e holísticos (VESTENA et.al., 2012). No Brasil, as autorizações de uso de recursos hídricos são concedidas utilizando um valor

único de vazão ecológica, obtido geralmente por métodos hidrológicos que não consideram as limitações hídricas nos regimes naturais de vazões (a escala espaço-temporal e a variabilidade hidrológica) e os padrões dos micro-habitats (aspectos dos micro-habitat ao longo do curso d'água com as mudanças de vazões), nem levam em consideração variáveis físicas importantes nas diversas etapas de desenvolvimento de organismos aquáticos (BENETTI et al. 2003).

O IMA segue a tendência nacional, estabelecendo metodologia de determinação da vazão ecológica por meio de técnicas hidrológicas, conforme Portaria FATMA nº 312/2016 que estabelece:

Art. 1º Fica estabelecida a vazão mínima média de 7 (sete) dias consecutivos de duração e 10 (dez) anos de recorrência - $Q_{7,10}$ como vazão ecológica, a ser assegurada para a garantia da manutenção dos ecossistemas aquáticos.

Art. 2º Valor inferior poderá ser adotado desde que reste comprovada, através de modelagem matemática ou outra metodologia apropriada, pelo interessado, a manutenção dos ecossistemas aquáticos, após análise e aprovação por equipe técnica da FATMA.

Art. 3º Para atividades/empreendimentos usuários de recursos hídricos superficiais que causem alteração no regime hídrico ou na qualidade da água, classificados como: I - de grande porte e elevado potencial poluidor; II - de significativo impacto ambiental; III - obras hidráulicas, deverá ser solicitado ao interessado estudos objetivando a definição da vazão ecológica, com base em modelagem matemática ou outra metodologia apropriada.

Estudo promovido pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável – SDS intitulado: “*Regionalização de vazões das bacias hidrográficas estaduais do estado de Santa Catarina*”, (SANTA CATARINA, 2006), estabelece equações empíricas obtidas a partir das regressões entre os parâmetros hidrometeorológicos e fisiográficos com as diferentes formas de expressar a vazão fluvial, dentre elas a $Q_{7,10}$. Essa técnica permite determinar $Q_{7,10}$ a partir da área de drenagem e aplicação de um coeficiente que estabelece, para cada macrorregião do estado, uma relação entre a vazão mínima média de 7 dias consecutivos com período de retorno em anos, conforme equação abaixo:

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

Onde:

Q_{7,T}: Vazão mínima média de 7 dias consecutivos com período de retorno “T” anos, em m³.s⁻¹;

AD: Área de Drenagem em Km²;

K_{7,T}: Relação entre a vazão mínima média de 7 dias consecutivos com período de retorno de “T” anos.

A aplicação das relações funcionais obtidas nos estudos de regionalização é facilitada, uma vez que dependem exclusivamente da área de drenagem da bacia hidrográfica na seção de interesse. No entanto, cabe destacar que as bases de dados utilizadas para a regressão não contemplam pequenas bacias hidrográficas, tais como são as bacias na Ilha de Santa Catarina. Nesse sentido, Silveira et.al. (1998), em seu artigo intitulado: “*Quantificação de vazão em pequenas bacias sem dados*”, destaca algumas limitações para o uso de estudos de regionalização hidrológica:

Para a realidade brasileira, os estudos de regionalização hidrológica, por serem definidos a partir de uma base de dados proveniente de bacias maiores (área > 500 km²) não devem, por consequência, serem aplicados fora dos limites estabelecidos pelas equações regionais e, principalmente, para bacias consideradas pequenas (área < 10 km²). Estas limitações devem-se principalmente aos seguintes fatores:

- ✓ *Diferenças nas escalas espaciais e temporais dos mecanismos de transformação de chuva-vazão nas pequenas e grandes bacias;*
- ✓ *Dificuldades de caracterização de regiões hidrologicamente homogêneas devido às especificidades locais do meio físico. Quando a área da bacia diminui, baixa escala de detalhamento, fica difícil a caracterização de regiões homogêneas, ou seja, a heterogeneidade das pequenas bacias é muito grande;*
- ✓ *Dificuldade de obtenção de dados confiáveis convencionais para as vazões mínimas. Muitas vezes, ao priorizar as vazões máximas e médias, os segmentos inferiores das curvas-chaves dos postos fluviométricos deixam a desejar. A mobilidade do leito é uma das causas destas incertezas [grifo nosso]*

A Ilha de Santa Catarina é considerada hidrologicamente homogênea, para fins de Q_{7,10}, com a região denominada 5 (SANTA CATARINA, 2006); região essa que abarca, aproximadamente os municípios de Içara ao sul e o município

de Piçarras ao norte. Nessa região há 17 estações fluviométricas, todas elas em bacias hidrográficas com áreas superiores às encontradas na Ilha de Santa Catarina. Garbossa & Pinheiro (2015), ao analisar a incerteza da equação de vazão proposta por Santa Catarina (2006) nas bacias que deságuam nas Baías norte e sul, incluindo as bacias insulares, concluíram que as equações subestimaram as vazões de pequenas bacias urbanas (considera urbana aquela que possui uma taxa de urbanização maior que 50% da área total) e superestimaram as vazões nas bacias hidrográficas com cobertura predominantemente vegetal.

Mesmo sabendo das limitações impostas pela metodologia de regionalização de vazões, apresentamos abaixo as $Q_{7,10}$ das principais bacias insulares, conforme tabela 62 e figura 69.

Para o atendimento da Lei Estadual 14.675/2009 em seu art. 177, especialmente o inciso VIII, uma forma de fazer o cálculo de diluição é apresentada abaixo, sendo que o resultado não poderá exceder os parâmetros estabelecidos na resolução CONAMA 357/05 para as águas salobras e salinas classe 1 e água doce classe 2.

$$C_{Mistura} = \frac{(Q_{max}.C_{efluente})+(Q_{7,10}.C_{rio})}{Q_{max}+Q_{7,10}} \quad (2)$$

Onde:

$C_{Mistura}$: concentração de determinado parâmetro na mistura ($M.L^{-3}$);

$C_{efluente}$: concentração de determinado parâmetro no efluente ($M.L^{-3}$);

C_{rio} : concentração de determinado parâmetro no corpo receptor ($M.L^{-3}$);

Q_{max} : Vazão máxima do efluente ($L^3.T^{-1}$);

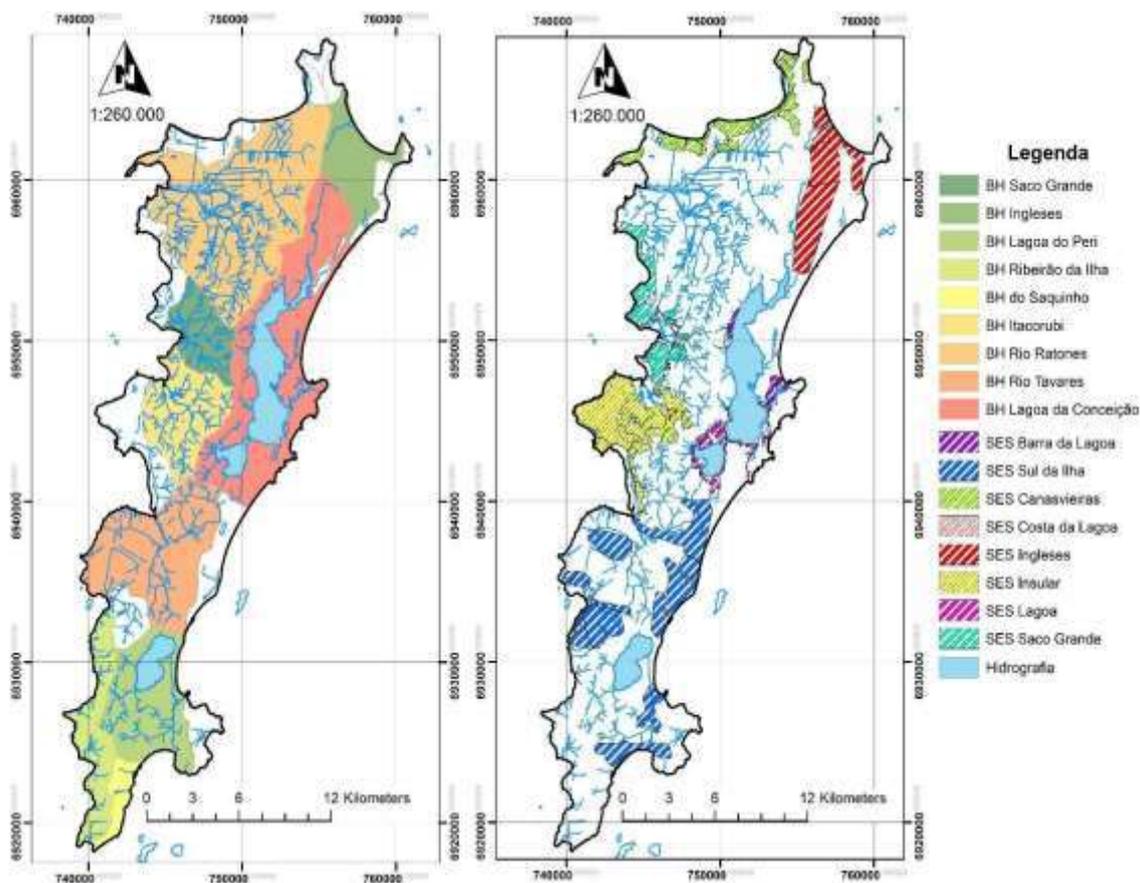
$Q_{7,10}$: Vazão ecológica ($L^3.T^{-1}$).

Tabela 62 – Principais bacias hidrográficas da Ilha de Santa Catarina.

Bacia Hidrográfica	Rio Principal	Área de drenagem da Bacia (km ²)	Vazão Q _{7,10} (L.s ⁻¹)
Ratones	Rio Ratones	90,77	320,8
Lagoa da Conceição	Rio Vermelho	64,64	219,4
Tavares	Rio Tavares	50,00	164,6
Lagoa do Peri	Rio da Armação	31,66	98,7
Itacorubi	Rio Itacorubi	27,97	85,9
Ribeirão da ilha	Rio da Tapera	21,44	63,8
Inglese	Rio Capivari	19,59	57,7
Saco Grande	Ribeirão Vadik e Pau do Barco	17,19	49,8
Saquinho	Rio das Pacas	6,31	16,2

Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 69 – Principais bacias hidrográficas e sistema de esgotamento sanitário da Ilha de Santa Catarina.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Ainda que a resolução CONAMA 430/11 estabeleça:

Art. 4º inc. XIV - Zona de mistura: região do corpo receptor, estimada com base em modelos teóricos aceitos pelo órgão ambiental competente, que se estende do ponto de lançamento do efluente, e delimitada pela superfície em que é atingido o equilíbrio de mistura entre os parâmetros físicos e químicos, bem como o equilíbrio biológico do efluente e os do corpo receptor, sendo específica para cada parâmetro.

...

Art. 13. Na zona de mistura serão admitidas concentrações de substâncias em desacordo com os padrões de qualidade estabelecidos para o corpo receptor, desde que não comprometam os usos previstos para o mesmo.

Parágrafo único. A extensão e as concentrações de substâncias na zona de mistura deverão ser objeto de estudo, quando determinado pelo órgão ambiental competente, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento.

O cálculo aqui proposto, ainda que simplificado, já considera que o efluente está em equilíbrio com o rio, contudo não especifica o local, no corpo hídrico, onde tal mistura ocorre. Cabe ressaltar que o Código Ambiental Catarinense (Lei nº 14.675/09) foi mais restritivo, não permitindo o uso do instrumento estabelecido na resolução do CONAMA em seu art. 13.

5 REUSO – RECARGA DE AQUÍFEROS

As mudanças climáticas e uma população crescente cada vez mais urbanizada aumentam as tensões nos recursos hídricos do mundo e, para atender as crescentes necessidades de água nas cidades, é necessário diversificar as futuras fontes de abastecimento (PAGE & VANDERZALM, 2016). Nesse sentido, a recarga de aquíferos pode ser uma alternativa interessante, reforçando o armazenamento das águas subterrâneas, impedindo a intrusão salina em aquíferos costeiros e, em casos de usos excessivo das águas subterrâneas, impedindo o afundamento abrupto ou gradativo da superfície, fenômeno conhecido como subsidência. Entretanto, deve-se atentar ao que diz Stefanakis (2016):

No entanto, se não for aplicada de forma adequada e cuidadosa, poderá causar impactos ecológicos adversos. O maior risco tem a ver com a potencial redistribuição de vários poluentes ainda presentes na água tratada e nas águas residuais. Entre eles, nutrientes como nitrogênio e fósforo e, principalmente, micropoluentes emergentes, que representam uma das maiores ameaças para os ecossistemas. Uma avaliação de risco ecológico aparece como um pré-requisito vital para a avaliação dos possíveis impactos ecológicos da reutilização da água e a implementação da gestão integrada dos recursos hídricos. [grifo nosso]

Nesse sentido, a resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH nº 153 de 2013 estabelece critérios e diretrizes para a implantação da recarga artificial de aquíferos, cujo objetivo da recarga é estabelecido na resolução como:

At. 4º. A Recarga Artificial de Aquíferos poderá ser executada com o objetivo de:

I - Armazenar água para garantia da segurança hídrica;

II - Estabilizar ou elevar os níveis de água em aquíferos regularizando variações sazonais;

III - Compensar efeitos de superexploração de aquíferos;

IV - Controlar a intrusão salina;

V – Controlar a subsidência do solo;

§ 1º Outros objetivos não previstos neste artigo e que impliquem diretamente em recarga artificial de aquíferos serão analisados e deliberados pelas entidades ou órgãos gestores estaduais de recursos hídricos. [grifo nosso]

Portanto, o objetivo central dessa técnica não é a disposição de efluentes tratados (ainda que isso ocorra), mas sim a garantia de disponibilidade de água

no aquífero (incisos I ao III) sua proteção (inciso IV) e a proteção das pessoas (inciso V).

A mesma norma ainda estabelece como condição:

Artigo 5º A recarga artificial de aquíferos dependerá de autorização da entidade ou órgão gestor estadual de recursos hídricos ao empreendedor e estará condicionada à realização de estudos que comprovem sua viabilidade técnica, econômica, sanitária e ambiental. [grifo nosso]

Assim, a resolução nº 2 de 2014 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH, que dispõe sobre o uso das águas subterrâneas no Estado de Santa Catarina, ao tratar do tema, expressa:

*Art. 5º. A recarga artificial de aquíferos:
I – depende de autorização do órgão gestor dos recursos hídricos;
II – está condicionada à comprovação de:
a) conveniência técnica, econômica e sanitária;
b) preservação da qualidade das águas subterrâneas. [grifo nosso]*

A utilização de efluentes tratados para esses fins é uma das alternativas, pois é possível utilizar outras fontes como: águas da chuva, águas oriundas de sistemas de drenagem, águas oriundas de dessalinização (ESLAMIAN, 2016) desde que essas atendam aos objetivos do art. 4º da resolução CNRH 153/2013 e o art. 5º da resolução CERH 2/2014.

A resolução CONAMA 396/08 que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas, diz:

*Art. 3º As águas subterrâneas são classificadas em:
I - Classe Especial: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses destinadas à preservação de ecossistemas em unidades de conservação de proteção integral e as que contribuam diretamente para os trechos de corpos de água superficial enquadrados como classe especial;
II - Classe 1: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que não exigem tratamento para quaisquer usos preponderantes devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;
III - Classe 2: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;
IV - Classe 3: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, para as quais não é necessário o tratamento em função dessas*

alterações, mas que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;

V - Classe 4: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que somente possam ser utilizadas, sem tratamento, para o uso preponderante menos restritivo; e

VI - Classe 5: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, que possam estar com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, destinadas a atividades que não têm requisitos de qualidade para uso.

A CONAMA 396/08 trata do tema de recarga de aquíferos no capítulo IV das diretrizes ambientais para prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas no qual transcrevemos abaixo.

Art. 20. Os órgãos ambientais em conjunto com os órgãos gestores dos recursos hídricos deverão promover a implementação de Áreas de Proteção de Aquíferos e Perímetros de Proteção de Poços de Abastecimento, objetivando a proteção da qualidade da água subterrânea.

Art. 21. Os órgãos ambientais, em conjunto com os órgãos gestores dos recursos hídricos e da saúde, deverão promover a implementação de Áreas de Restrição e Controle do Uso da Água Subterrânea, em caráter excepcional e temporário, quando, em função da condição da qualidade e quantidade da água subterrânea, houver a necessidade de restringir o uso ou a captação da água para proteção dos aquíferos, da saúde humana e dos ecossistemas.

Parágrafo único. Os órgãos de gestão dos recursos hídricos, de meio ambiente e de saúde deverão articular-se para definição das restrições e das medidas de controle do uso da água subterrânea.

Art. 22. As restrições e exigências da classe de enquadramento das águas subterrâneas, aprovado pelo conselho de recursos hídricos competente, deverão ser observadas no licenciamento ambiental, no zoneamento econômico-ecológico e na implementação dos demais instrumentos de gestão ambiental.

Art. 23. A recarga artificial e a injeção para contenção de cunha salina em aquíferos, conjunto de aquíferos ou porções desses, das Classes 1, 2, 3 e 4, não poderá causar alteração da qualidade das águas subterrâneas que provoque restrição aos usos preponderantes.

Art. 24. A injeção em aquíferos, conjunto de aquíferos ou porções desses com o objetivo de remediação deverá ter o controle dos órgãos competentes com o objetivo de alcançar ou manter os padrões de qualidade para os usos preponderantes e prevenir riscos ambientais.

Parágrafo único. A injeção a que se refere o caput deste artigo não deverá promover alteração da condição da qualidade dos aquíferos,

conjunto de aquíferos ou porção desses, adjacentes, sobrejacentes e subjacentes, exceto para sua melhoria.

Art. 25. Nos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porções desses onde ocorrerem injeção ou recarga, conforme especificado nos arts. 21 e 22, deverá ser implantado um programa específico de monitoramento da qualidade da água subterrânea.

Art. 26. Nos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, em que as águas subterrâneas estão enquadradas em Classe 5, poderá ser admitida a injeção direta, mediante controle dos órgãos competentes, com base em estudos hidrogeológicos apresentados pelo interessado, demonstrando que a injeção não provocará alteração da condição de qualidade em relação ao enquadramento das águas subterrâneas adjacentes, sobrejacentes e subjacentes, por meio de monitoramento.

Art. 27. A aplicação e disposição de efluentes e de resíduos no solo deverão observar os critérios e exigências definidos pelos órgãos competentes e não poderão conferir às águas subterrâneas características em desacordo com o seu enquadramento.

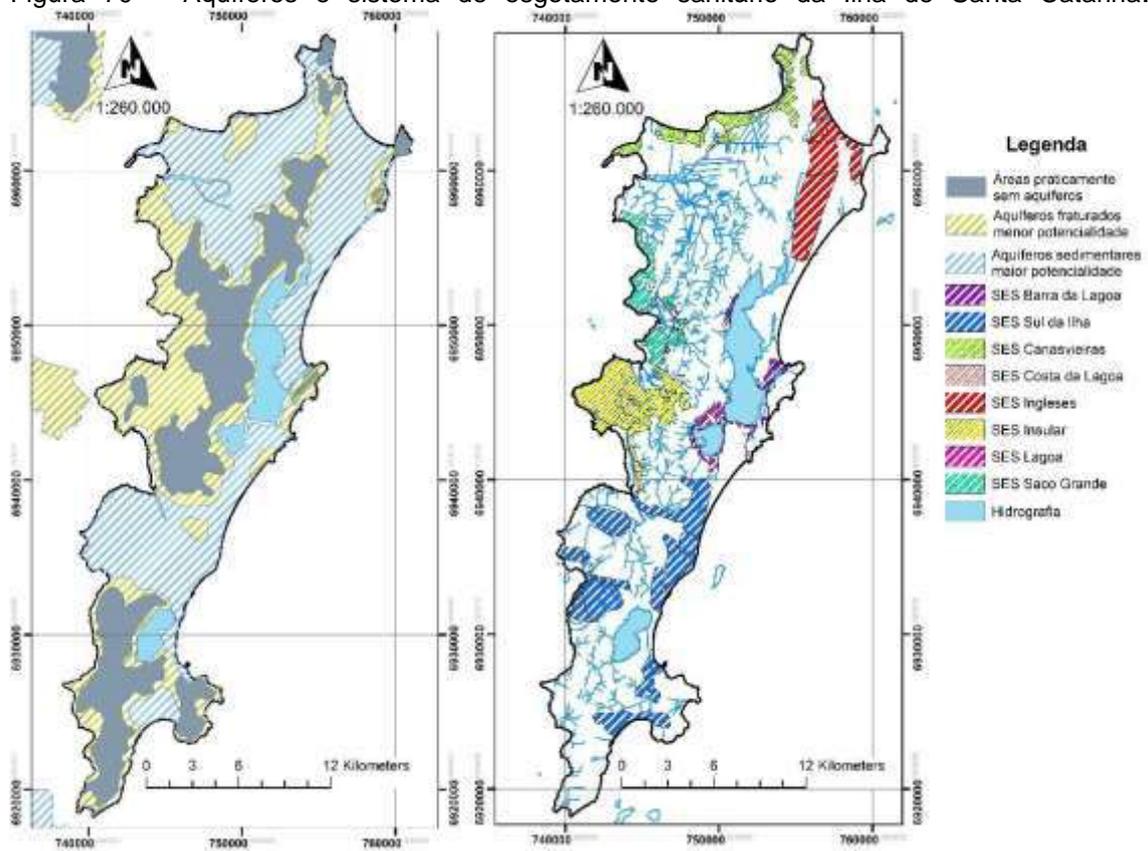
§ 1º A aplicação e a disposição, referidas no caput, não serão permitidas nos casos em que as águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porções desses estejam enquadrados na Classe Especial.

§ 2º A aplicação e a disposição serão precedidas de plano específico e programa de monitoramento da qualidade da água subterrânea a serem aprovados pelo órgão competente.

Portanto a recarga de aquífero somente poderá ocorrer em aquíferos das classes 1, 2, 3 e 4, não podendo causar alteração da qualidade das águas subterrâneas que provoque restrição aos usos preponderantes, devendo ser implantado um programa específico de monitoramento da qualidade da água subterrânea. Para aquíferos classificados como classe especial, seja pela presença de unidade de conservação de proteção integral ou por contribuírem para corpos hídricos superficiais classificados como especial (art. 3º CONAMA 396/08), a recarga de aquífero utilizando efluentes tratados é vedada pelo parágrafo 1º do art. 27 da resolução CONAMA 396/08. Contudo, isso ocorre atualmente no Parque Estadual do Rio Vermelho, onde os efluentes tratados pelo SES Barra da Lagoa são lançados em solo, por meio de aspersão no interior da UC.

Dessa forma, além do que já foi discutido no capítulo II sobre os Aquíferos dos Ingleses e Campeche o exposto nesse capítulo complementa as restrições ao lançamento identificadas para disposição no solo em áreas de recarga de aquíferos.

Figura 70 – Aquíferos e sistema de esgotamento sanitário da Ilha de Santa Catarina.



Fonte: Elaborado pelos autores.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENETTI, Antônio D.; LANNA, A. Eduardo; COBALCHINI, Maria Salete. Metodologias para determinação de vazões ecológicas em rios. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [S.l.], v. 8, n. 2, p. 149-160, Abr/Jun 2003.

BRASIL. Decreto Federal s/n, de 14 de setembro de 2000. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca, no Estado de Santa Catarina, e dá outras providências. Brasília, BR: **Diário Oficial da União**.

BRASIL. Decreto Federal nº 528, de 20 de maio de 1992. Declara como Área de Proteção Ambiental Anhatomirim, no Estado de Santa Catarina, a região que delimita e dá outras providências. Brasília, BR: **Diário Oficial da União**.

BRASIL. Decreto Federal nº 533, de 20 de maio de 1992. Cria a Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé. Brasília, BR: **Diário Oficial da União**.

BRASIL. Decreto Federal nº 1.922, de 05 de junho de 1996. Dispõe sobre o reconhecimento das Reservas Particulares do Patrimônio Natural, e dá outras providências. Brasília, BR: **Diário Oficial da União**.

BRASIL. Decreto Federal nº 30.443, de 25 de janeiro de 1952. Declara remanescentes, de acordo com o art. 5º, letras "a" e "b", do Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934, as florestas que indica. Brasília, BR: **Diário Oficial da União**.

BRASIL. Decreto Federal nº 64.340, de 10 de abril de 1969. Autoriza a cessão, sob a forma de utilização gratuita, de terrenos que menciona, situados no Estado de Santa Catarina. Brasília, BR: **Diário Oficial da União**.

BRASIL. Decreto Federal nº 94.656, de 20 de julho de 1987. Cria as Estações Ecológicas de Carijós, Pirapitinga e Tupinambás, e dá outras providências. Brasília, BR: **Diário Oficial da União**.

BRASIL. Decreto Federal nº 99.142, de 12 de março de 1990. Cria, no Estado de Santa Catarina, a Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, e dá outras providências. Brasília, BR: **Diário Oficial da União**.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, BR: **Diário Oficial da União**.

BRASIL. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, BR: **Diário Oficial da União**.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CERH). Resolução nº001, de 24 de julho de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água de Santa Catarina e dá outras providências. Santa Catarina, BR: **Diário Oficial do Estado de Santa Catarina**.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CERH). Resolução nº002, de 14 de agosto de 2014. Dispõe sobre o uso das águas subterrâneas no Estado de Santa Catarina. Santa Catarina, BR: **Diário Oficial do Estado de Santa Catarina.**

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CERH). Resolução nº003, de 10 de agosto de 2007. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água de Santa Catarina e dá outras providências. Santa Catarina, BR: **Diário Oficial do Estado de Santa Catarina.**

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CNRH). Resolução nº 153, de 17 de dezembro de 2013. Estabelece critérios e diretrizes para implantação de Recarga Artificial de Aquíferos no território Brasileiro. Brasília, BR: **Diário Oficial da União.**

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. 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, e dá outras providências. Brasília, BR: **Diário Oficial da União.**

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 396, de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Brasília, BR: **Diário Oficial da União.**

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasília, BR: **Diário Oficial da União.**

ESLAMIAN, Saeid (Ed.). **Urban water reuse handbook.** [S.l.]: CRC Press, 2016. 158 p.

FLORIANÓPOLIS (Município). Decreto Municipal nº 213, 14 de dezembro de 1979. Dispõe sobre tombamento de área, conforme especifica. Florianópolis, BR: **Diário Oficial do Município de Florianópolis.**

FLORIANÓPOLIS (Município). Decreto Municipal nº 1.408, 04 de junho de 1976. Florianópolis, BR: **Diário Oficial do Município de Florianópolis.**

FLORIANÓPOLIS (Município). Decreto Municipal nº 1.529, de 2002. Florianópolis, BR: **Diário Oficial do Município de Florianópolis.**

FLORIANÓPOLIS (Município). Decreto Municipal nº 17.748, 30 de junho de 2017. Institui Comissão Especial para o Planejamento da Concepção Geral dos Sistemas de Abastecimento de Água Potável e Esgotamento Sanitário, no município de Florianópolis. Florianópolis, BR: **Diário Oficial do Município de Florianópolis.**

FLORIANÓPOLIS (Município). Lei Ordinária Municipal nº 1.828, 03 de dezembro de 1981. Cria o Parque Municipal da Lagoa do Peri e institui seu Plano Diretor de Ocupação e Uso Do Solo. Florianópolis, BR: **Diário Oficial do Município de Florianópolis.**

FLORIANÓPOLIS (Município). Lei Ordinária Municipal nº 3.455, 16 de agosto de 1990. Cria o Parque Natural Municipal da Galheta. Florianópolis, BR: **Diário Oficial do Município de Florianópolis.**

FLORIANÓPOLIS (Município). Lei Ordinária Municipal nº 3.701, 07 de janeiro de 1992. Institui o Parque Municipal da Lagoinha do Leste e dá outras providências. Florianópolis, BR: **Diário Oficial do Município de Florianópolis.**

FLORIANÓPOLIS (Município). Lei Ordinária Municipal nº 4.605, 11 de janeiro de 1995. Cria o Parque Municipal do Maciço Da Costeira e dá outras providências. Florianópolis, BR: **Diário Oficial do Município de Florianópolis.**

FLORIANÓPOLIS (Município). Lei Ordinária Municipal nº 5.500, 12 de julho de 1999. Altera dispositivos aprovados pela lei nº [3701/92](#), que institui o Parque Municipal da Lagoinha do Leste. Florianópolis, BR: **Diário Oficial do Município de Florianópolis.**

FLORIANÓPOLIS (Município). Lei Ordinária Municipal nº 6.725, 06 de julho de 2005. Cria Parque em Sambaqui no Distrito de Santo Antônio de Lisboa e dá outras providências. Florianópolis, BR: **Diário Oficial do Município de Florianópolis.**

FLORIANÓPOLIS (Município). Lei Ordinária Municipal nº 6.893, 08 de dezembro de 2005. Cria o Parque Urbano do Morro da Cruz e dá outras providências. Florianópolis, BR: **Diário Oficial do Município de Florianópolis.**

FLORIANÓPOLIS (Município). Lei Ordinária Municipal nº 9.321, 28 de agosto de 2013. Cria o Parque Natural Municipal do Morro da Cruz, dá outras providências e revoga a lei nº [6893](#), de 2005. Florianópolis, BR: **Diário Oficial do Município de Florianópolis.**

FLORIANÓPOLIS (Município). Lei Ordinária Municipal nº 9.698, 04 de dezembro de 2014. Dispõe sobre a Criação da Unidade de Conservação Parque Natural Municipal Lagoa do Jacaré das Dunas do Santinho. Florianópolis, BR: **Diário Oficial do Município de Florianópolis.**

FLORIANÓPOLIS (Município). Lei Ordinária Municipal nº 9.948, 07 de janeiro de 2016. Dispõe sobre a criação da Unidade de Conservação Parque Natural Municipal Lagoa do Jacaré das Dunas Do Santinho. Florianópolis, BR: **Diário Oficial do Município de Florianópolis.**

FLORIANÓPOLIS (Município). Lei Ordinária Municipal nº 10.100, 06 de setembro de 2016. Altera a lei nº [3455](#), de 1990, definindo limites e categoria de manejo de unidade de conservação municipal, revoga decreto nº [698](#), de 1994, a lei CMF nº [195](#), de 1997, a lei nº [6237](#), de 2013, a lei nº [6733](#), de 2005, a lei nº [9698](#), de 2014, e dá outras providências. Florianópolis, BR: **Diário Oficial do Município de Florianópolis.**

FLORIANÓPOLIS (Município). Lei Ordinária Municipal nº 10.387, 05 de junho de 2018. Dispõe sobre a Criação do Parque Natural Municipal da Lagoinha do Leste, nos termos do art. 55 da lei federal nº 9.985, de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), e dá outras providências. Florianópolis, BR: **Diário Oficial do Município de Florianópolis.**

FLORIANÓPOLIS (Município). Lei Ordinária Municipal nº 10.388, 05 de junho de 2018. Dispõe sobre a Criação da Unidade de Conservação Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição. Florianópolis, BR: **Diário Oficial do Município de Florianópolis.**

FLORIANÓPOLIS (Município). Lei Ordinária Municipal nº 10.459, 11 de dezembro de 2018. Dispõe sobre a Criação do Parque Natural Municipal do Maciço da Costeira. Florianópolis, BR: **Diário Oficial do Município de Florianópolis.**

FLORIANÓPOLIS (Município). Lei Ordinária Municipal nº 10.530, 02 de maio de 2019. Dispõe sobre a Criação da Unidade de Conservação Monumento Natural Municipal da Lagoa do Peri (Mona da Lagoa do Peri). Florianópolis, BR: **Diário Oficial do Município de Florianópolis.**

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA (FATMA) (Estado). **Portaria nº 312, de 07 de dezembro de 2016.** Santa Catarina, BR.

FUNDAÇÃO MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE (FLORAM) (Município). Instrução Normativa nº 01, de 2014. Estabelece normas de uso público para visitação no Parque Municipal Annibal da Rocha Nunes Pires, localizado na Ponta de Sambaqui, Distrito de Santo Antônio de Lisboa. Florianópolis, BR: **Diário Oficial do Município de Florianópolis.**

GARBOSSA, Luis Hamilton Pospissil; PINHEIRO, Adilson. Vazões de referência para gestão de bacias hidrográficas rurais e urbanas sem monitoramento. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, [S.l.], v. 12, n. 1, p. 43-52, Jan/Jun 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS (IBAMA). Portaria nº 43, de 1999. Brasília, BR. **Diário Oficial da União.**

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS (IBAMA). Portaria nº 85, de 1999. Brasília, BR. **Diário Oficial da União.**

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). Portaria nº 52, de 2016. Cria a Reserva Particular do Patrimônio Natural RPPN Rio Vermelho. Brasília, BR: **Diário Oficial da União.**

MCDONALD, Robert I. et al. Urban effects, distance, and protected areas in an urbanizing world. **Landscape and Urban Planning**, [S.l.], v. 93, n. 1, p. 63-75, 2009. Elsevier Bv. doi: [10.1016/j.landurbplan.2009.06.002](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2009.06.002).

MELILLO, Jerry M. et al. Protected areas' role in climate-change mitigation. **Ambio**, [S.l.], v. 45, n. 2, p. 133-145, 2016. Springer Science and Business Media LLC. doi: 10.1007/s13280-015-0693-1.

NETO, Isaac Simão. **Análise da efetividade das Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) de âmbito federal em Santa Catarina.** 2017. 180 p. Dissertação (Mestrado profissional em planejamento territorial e desenvolvimento socioambiental). Centro de Ciências Humanas e da Educação, Universidade Estadual de Santa Catarina - UDESC, Florianópolis, 2018.

PAGE, Declan; VANDERZALM, Joanne. Water reuse via aquifers: urban stormwater and treated sewage. In: Eslamian, Saeid (Ed.) **Urban water reuse handbook**. [S.l.]: CRC Press, 2016. Cap. 62. p. 825-834.

OLIVEIRA, André Gualtieri de. **Filosofia do Direito**. São Paulo: Saraiva, 2012. 144 p. 50 v. (Coletânea Saberes do Direito).

REALE, Miguel. **Lições preliminares de direito**. 27a ed. Saraiva, 2002.

SANTA CATARINA (estado). Decreto Estadual nº 1.260, de 1 de novembro 1975. Cria o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro. Santa Catarina, BR: **Diário Oficial do Estado de Santa Catarina**.

SANTA CATARINA (estado). Decreto Estadual nº 179, de 15 de julho 2019. Regulamenta e define diretrizes para a implantação da Área de Proteção Ambiental (APA) do Entorno Costeiro do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, instituída pela Lei nº [14.661](#), de 2009, e estabelece outras providências. Santa Catarina, BR: **Diário Oficial do Estado de Santa Catarina**.

SANTA CATARINA (estado). Decreto Estadual nº 308, de 24 de maio 2007. Define o Parque Florestal do Rio Vermelho como Parque Estadual do Rio Vermelho e dá outras providências. Santa Catarina, BR: **Diário Oficial do Estado de Santa Catarina**.

SANTA CATARINA (estado). Decreto Estadual nº 1.261, de 01 de novembro 1975. Declara de utilidade pública e interesse social, para fins de desapropriação, área de terra destinada ao Parque Estadual da Serra do Tabuleiro. Santa Catarina, BR: **Diário Oficial do Estado de Santa Catarina**.

SANTA CATARINA (estado). Decreto Estadual nº 3.159, de 24 de março 2010. Regulamenta e define diretrizes para a implantação da Área de Proteção Ambiental do Entorno Costeiro, criada pela lei nº [14.661](#), de 26 de março de 2009. Santa Catarina, BR: **Diário Oficial do Estado de Santa Catarina**.

SANTA CATARINA (estado). Lei Estadual nº 14.661, de 26 de março 2009. Reavalía e define os atuais limites do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, criado pelo Decreto nº 1.260, de 1º de novembro de 1975, e retificado pelo Decreto nº 17.720, de 25 de agosto de 1982, institui o Mosaico de Unidades de Conservação da Serra do Tabuleiro e Terras de Massiambú, cria o Fundo Especial de Regularização, Implementação e Manutenção do Mosaico - FEUC, e adota outras providências. Santa Catarina, BR: **Diário Oficial do Estado de Santa Catarina**.

SANTA CATARINA (estado). Lei Estadual nº 14.675, de 13 de abril 2009. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências. Santa Catarina, BR: **Diário Oficial do Estado de Santa Catarina**.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e do Desenvolvimento Rural. Governo do Estado de Santa Catarina. **Regionalização de vazões das bacias hidrográficas estaduais do estado de Santa Catarina**. v. 1 – texto. 2006. 141p. (Estudos dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos para o Estado de Santa Catarina e Apoio para a sua Implementação). Disponível em: http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Legislacao/estudo_de_regionalizacao_hidrologica.pdf. Acesso em: 24 de dez. de 2018.

SILVEIRA, Geraldo Lopes da; TUCCI, Carlos E. M.; SILVEIRA, André L.L. da. Quantificação de vazão em pequenas bacias sem dados. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [S.l.], v. 3, n. 3, 111-131, jul/set 1998.

STEFANAKIS, Alexandros I. Ecological Impact of Water Reuse. In: Eslamian, Saeid (Ed.) **Urban water reuse handbook**. [S.l.]: CRC Press, 2016. Cap. 19. p. 2019-2027.

VESTENA, L. R. et al. Vazão ecológica e disponibilidade hídrica na bacia das Pedras, Guarapuava-PR. **Ambiente e Água**. [S.l.], v. 7, n. 3, p. 212-227, dez 2012. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi). doi: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.840>.

CAPÍTULO V

CONCEPÇÃO GERAL DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE FLORIANÓPOLIS

1 INTRODUÇÃO

O Capítulo V – Concepção geral do esgotamento sanitário de Florianópolis apresenta a consolidação dos resultados obtidos pelo trabalho desenvolvido pela Comissão e o mapa da concepção geral com a indicação dos sistemas de tratamento de esgoto nos distritos de Florianópolis.

2 CONSOLIDAÇÃO DOS RESULTADOS

Atualmente os seis Sistemas de Esgotamento Sanitário (SES) existentes em Florianópolis (585 L/s) aliado ao SES Jurerê Internacional (29 L/s) possuem uma vazão média operacional de 614 L/s, para o ano de referência de 2017. Para esses sistemas as formas de disposição final englobam cursos d'água (Costa Norte e Potecas), oceano (Saco Grande e Insular) e solo (Barra da Lagoa, Lagoa da Conceição e Jurerê Internacional).

Ainda para o ano de 2017, o índice de atendimento por SES operados pela Casan, os sistemas semi-centralizados, foi de 65,46%, sendo que as demais áreas do município são atendidas por sistemas descentralizados, em especial, sistemas locais de tratamentos de esgoto, como, por exemplo, tanques sépticos, filtros anaeróbios e unidades de infiltração no solo (sumidouros e valas de infiltração).

O município conta ainda com outros sistemas implantados e em operação em loteamentos os quais serão incorporados pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - Casan conforme Decreto Municipal 18.277/2018.

No caso dos sistemas centralizados, o foco da utilização é para áreas maiores, com ampla ocupação do solo e alta densidade populacional.

Para os sistemas descentralizados a disposição final em sua grande maioria ocorre no solo, por meio de sumidouros, e o restante no sistema de drenagem, principalmente quando não há viabilidade para infiltração no solo e, nesse caso, torna-se necessária à implantação de nível terciário de tratamento.

Os sistemas descentralizados vinculam-se a áreas com ocupação do solo reduzida e/ou baixa densidade populacional.

A partir das análises realizadas, no que se refere à projeção populacional a ser utilizada para Florianópolis, o presente trabalho adotou como base o estudo do geógrafo Antônio Guarda (PROSUL, 2012; GUARDA, 2012) sendo que atualmente encontra-se em andamento estudo por parte da Casan para adequar o referido estudo com os dados medidos de consumo de água, especialmente para ajustar a demanda da população flutuante, visto que a população fixa do

estudo do geógrafo Antônio Guarda encontra-se adequada com os dados medidos.

De posse dessa projeção populacional, estima-se que o total de efluente produzido pela população fixa em Florianópolis, para 2060, será de 1,33 m³/s. Considerando também a população flutuante esse valor salta para 2,24 m³/s indicando que os SES Costa Norte (englobando os SES de Canasvieiras e Ingleses), Lagoa da Conceição, Saco Grande e Campeche, durante o período de veraneio, com a presença da população flutuante, não terão capacidade suficiente para tratar os efluentes gerados nesses SES apenas com os sistemas instalados atualmente.

Nesse sentido há necessidade da ampliação do tratamento para atendimento da população, ao mesmo tempo que devem ser observadas as restrições ambientais para que se definam as melhores alternativas para o tratamento, a disposição final dos efluentes e sistemas a serem implantados.

Cabe destacar também que no trabalho realizado pelo geógrafo Antônio Guarda, nos distritos em que a população fixa irá crescer acima de 100% até 2060, quatro encontram-se no Norte da Ilha (Rio Vermelho: 147,8%; Ingleses: 139,5%; Canasvieiras: 135,1%; e Cachoeira do Bom Jesus: 132,2%) e um está localizado no Sul da Ilha: Campeche, com 133,9%. Saliencia-se ainda que distritos como do Campeche e Rio Vermelho estão previstos pelo zoneamento urbano, parte do Plano Diretor Municipal (2014), como áreas predominantemente residenciais, com taxas máximas de impermeabilização de 50 a 70%, ao contrário do distrito de Ratoles, por exemplo, definido como área residencial rural, prevê taxa máxima de impermeabilização de 25%, diferenciando assim a forma de ocupação do solo e sua relação com os sistemas a serem implantados no município.

Aliado a questão da demanda de tratamento do esgoto gerado com o incremento da população e também do zoneamento urbano, o município de Florianópolis possui restrições ambientais e também geográficas, sendo que estas últimas se vinculam com áreas com baixo adensamento populacional, como regiões da Costa da Lagoa, Matadeiro e o Saquinho.

Na parte insular, por exemplo, existem 17 Unidades de Conservação – U.C. públicas, protegendo uma área total aproximada de 128,49 km², o que representa 29,47% da área total do município, equivalente a 436 km², sendo que no caso das UC de Proteção Integral é vedado o lançamento de efluentes mesmo que tratados no interior dessas Unidades, visto que os mesmos se caracterizam como de classe especial conforme Resolução Conama 357/05. Conflitos de uso também ocorrem nos corpos hídricos das bacias que drenam para essas unidades, estendendo a zona de restrições ambientais para toda a bacia a montante.

Apesar de o enquadramento prever tais cursos d'água como especial, o estabelecimento das metas busca o atendimento para um cenário futuro a ser alcançado, impondo assim uma restrição ambiental para a concepção e o planejamento dos SES no município, que deve prever o estabelecimento de metas intermediárias.

Atualmente, no município de Florianópolis, ocorrem lançamentos de efluentes no interior e entorno de Unidades de Conservação de Proteção Integral – UC PI, como, por exemplo, no caso dos sistemas semicentralizados, no Parque Municipal Dunas da Lagoa da Conceição (ETE Lagoa da Conceição), além do lançamento na bacia hidrográfica do Rio Ratonas que drena para a Estação Ecológica de Carijós (ETE Canasvieiras), os quais deverão ser revisados.

Independentemente dos corpos d'água comporem bacias hidrográficas que drenam ou estão no interior de UC PI, os cursos d'água que cruzam o município apresentam baixa vazão, sendo esta a principal problemática e restrição a ser enfrentada para disposição dos efluentes mesmo que tratados, aliado a alta sensibilidade dos mesmos aos impactos ambientais resultantes desse lançamento e também ao fato de que as maiores bacias de contribuição situam-se em regiões de corpos hídricos fechados, como a Lagoa da Conceição, e semi fechados, como as baías norte e sul.

Outra forma de disposição final trata do reuso potável indireto por meio da recarga de aquíferos, no caso de Florianópolis, nos aquíferos Ingleses e Campeche.

A resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH nº 153/2013 prevê como objetivos da recarga artificial de aquíferos o armazenamento de água para fins de garantia de segurança hídrica, a estabilização ou elevação dos níveis de água nos aquíferos, a compensação dos efeitos de superexploração, o controle da intrusão salina e da subsidência do solo. Apesar da disposição de efluentes tratados não estar prevista como objetivo da recarga artificial, a mesma pode ser uma alternativa interessante, mas que precisa ser antecedida por uma avaliação de risco ecológico e sanitário. Aliado a isso também é importante atentar para as dificuldades de observância no relevo de Florianópolis das características técnicas indicadas para escolha de áreas para recarga de aquíferos, em especial a altura da zona não saturada superior a 3 metros em condição crítica.

Por outro lado, a Resolução Conama 396/2008 estabelece que a recarga de aquífero somente poderá ocorrer em aquíferos das classes 1, 2, 3 e 4, não podendo causar alteração da qualidade das águas subterrâneas que provoque restrição aos usos preponderantes. Já para aquíferos classificados como classe especial, como aqueles inseridos em UC PI, a recarga voltada para disposição final de efluentes mesmo que tratados é vedada. Atualmente, apesar de devidamente licenciados como os SES de Canasvieiras e da Lagoa da Conceição, os efluentes tratados na ETE da Barra da Lagoa são lançados no solo, por meio de aspersão no interior da UC PI do Parque Estadual do Rio Vermelho, o que deverá também ser adequado ao longo do tempo.

O município de Florianópolis conta com os aquíferos dos Ingleses e Campeche, os quais são utilizados como fonte de abastecimento.

No que se refere ao Aquífero do Campeche, o estudo realizado pela CASAN em 2019, concluiu que a região, em termos gerais, dispõe de poucos locais aptos para a recarga artificial do aquífero. Dessa forma, estudos complementares deverão ser conduzidos para se determinar com maior precisão as características das áreas avaliadas e assim obter informações mais precisas.

Quanto ao Aquífero dos Ingleses, destaca-se que a Fundação Municipal do Meio Ambiente - Floram já se posicionou contrariamente a possibilidade de infiltração nas dunas dos Ingleses, região tombada como patrimônio natural e

paisagístico do município de Florianópolis pelo Decreto Municipal nº 112/1985 o qual proíbe nessas áreas quaisquer atividades ou edificações mesmo a área não sendo enquadrada como UC PI

Apesar dos sistemas descentralizados, os quais englobam os sistemas individuais/ locais e os coletivos de menor porte, terem também como alternativas de disposição final o solo ou corpos hídricos, pelas suas peculiaridades eles devem ser tratados de forma diferenciada, sendo que a viabilidade de implantação depende do tipo de unidade, das características do solo ou infraestrutura de drenagem e também da distância de poços de captação de água subterrânea.

Tais sistemas já estão presentes hoje na área do município apesar de não haver um controle e uma fiscalização efetiva dos mesmos. Esses sistemas, quando projetados de forma adequada, atendendo as normas existentes ou, no caso de Florianópolis, a Resolução 01/2017 do COMDEMA, e também, se bem construídos, operados e mantidos, podem apresentar boa eficiência na remoção de poluentes.

Entretanto, além das restrições já citadas como a proximidade com poços de captação de água subterrânea, características inadequadas do solo e inexistência de infraestrutura de drenagem ou operando inadequadamente, há outras restrições para implantação desses sistemas vinculadas à necessidade de área para implantação e nível elevado do lençol freático.

Além das alternativas já mencionadas para disposição final de efluentes e respectivas restrições, podem ocorrer também restrições de caráter técnico e financeiro.

No caso da alternativa de reuso direto não potável, além do baixo volume estimado para o município de Florianópolis, no cenário atual existe uma dificuldade de logística para o fornecimento de água para os potenciais consumidores, o que se configura como uma restrição técnica que demandará incentivos por parte do município para que o reuso não potável seja planejado e incrementado ao longo do tempo.

Por outro lado, no caso do reuso potável direto, a restrição vincula-se com a questão financeira pelo alto custo do tratamento, além da necessidade de discussão da legislação vigente e os potenciais riscos à saúde pública, sendo que essa alternativa é pouco utilizada em nível mundial, normalmente associada a áreas de extrema escassez.

Outra alternativa para disposição final dos efluentes tratados é o sistema de disposição oceânica. Para essa técnica os estudos oceanográficos são essenciais para se definir as áreas mais indicadas de implantação.

No que tange à hidrodinâmica, as regiões de mar aberto proporcionam melhor diluição e transporte de efluentes. A principal vantagem de um emissário localizado em um local com hidrodinâmica adequada é a maximização do processo de diluição. Além do aspecto hidrodinâmico torna-se necessária uma análise adicional com relação à distância para o lançamento do efluente tratado de maneira a permitir o decaimento da concentração de seus constituintes, em especial o de bactérias a valores seguros em regiões mais próximas de contato com as pessoas. No caso de Florianópolis, ambos os estudos desenvolvidos pela Casan indicaram como uma distância segura em torno de 5.000 metros de extensão.

Florianópolis conta hoje com as Estações de Tratamento de Esgoto Insular e Saco Grande, projetos já aprovados e licenciados que preveem a disposição de efluentes tratados nas baías. Nestes projetos devem ser observadas distâncias seguras de áreas de cultivo de moluscos, prever um tratamento do efluente de forma a reduzir as concentrações de nitrogênio e fósforo para reduzir o aporte destes nutrientes, assim como assegurar que as áreas coletadas por estes sistemas sejam contribuintes das respectivas baías garantindo assim que mesmo o local não sendo o mais favorável sob o ponto de vista hidrodinâmico, os benefícios ambientais serão atingidos, com redução do aporte residual de nutrientes nas baías.

Importante também é preservar a estrutura física destas unidades de disposição e seu devido projeto hidráulico, prevendo sistemas difusores para a eficiente assimilação na região do campo próximo.

A utilização temporária de rios que contribuam com as baías em detrimento ao lançamento direto pode ser entendida e deve ser estudada como alternativa transitória de atingimento de metas intermediárias.

A partir de todas as informações elencadas no presente estudo, como as características geográficas, restrições ambientais e os aspectos populacionais e de ocupação do solo, o mapa denominado “*Projeção da Espacialização do atendimento dos Sistemas de Esgotamento Sanitário no município de Florianópolis*” – SC (Anexo no final deste capítulo) definiu as regiões para receber os sistemas semi centralizados (azul) e descentralizados (magenta), assim como as regiões em amarelo que são áreas de transição que podem tender para o sistema descentralizado, como a região do Ratoles e aquelas definidas no Plano Diretor com Áreas de Urbanização Especial, ou ao sistema semi centralizado. Importa salientar que mesmo as áreas previstas para receber sistemas semi centralizados podem conter sistemas descentralizados em razão das peculiaridades da região.

Para definição das alternativas de disposição final o Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico prevê a execução da meta de “Elaboração de estudo de alternativas técnicas para disposição final de efluentes e/ou reuso em cada SES, considerando as alternativas de sistema de disposição oceânica; recarga artificial de aquíferos; reuso potável e não potável; e disposição final em cursos d’água e baías”, conforme estudo de análise de viabilidade técnica-econômica e ambiental que deve ser fundamentado em estudos específicos e analisado pelos órgãos ambientais competentes.

Como recomendação desse trabalho encaminha-se que quando da avaliação do sistema de tratamento de drenagem, deve-se considerar a alternativa de emissários submarinos, caso essa alternativa seja implantada no município, para tratamento/disposição final do sistema combinado (esgoto doméstico + drenagem urbana).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONSELHO MUNICIPAL DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 01/2017, 10 de julho de 2017. Prefeitura de Florianópolis. Disponível em http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/06_09_2019_9.34.09.66f02b5e7ee2a25fdaeb6fab25c96a87.pdf.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução nº 153, 17 de dezembro de 2013. Ministério do meio ambiente. Disponível em <http://www.cnrh.gov.br/aguas-subterraneas/1715-resolucao-153-recarga/file>.

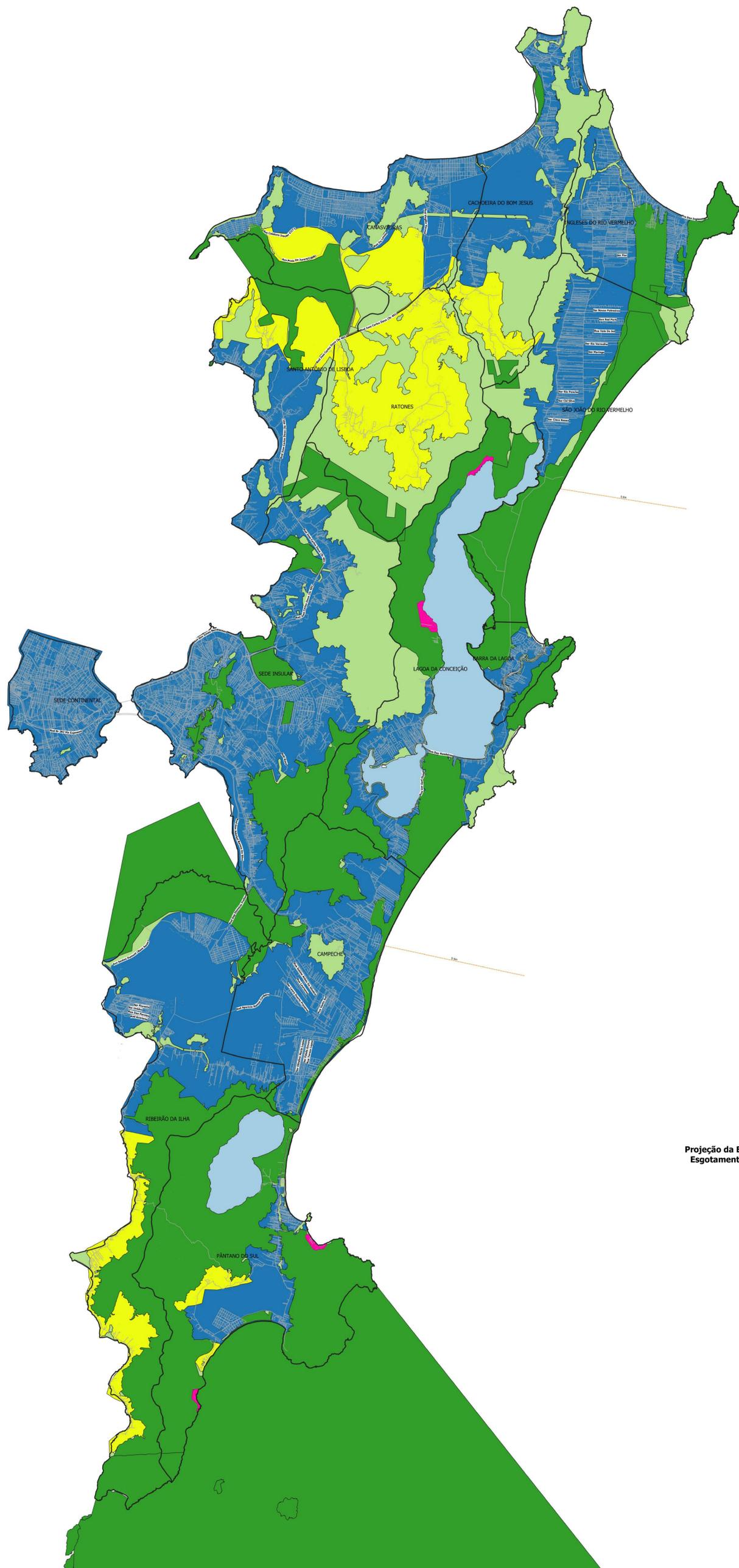
CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 396, 03 de abril de 2008. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>.

FLORIANÓPOLIS (Município). Lei complementar nº 482, 17 de janeiro de 2014. Diário Oficial do Município de Florianópolis, SC.

FLORIANÓPOLIS (Município). Decreto Municipal nº 112, 31 de maio de 1985. Diário Oficial do Município de Florianópolis, SC. Disponível em <<https://leismunicipais.com.br/a/sc/f/florianopolis/decreto/1985/11/112/decreto-n-112-1985-tomba-as-dunas-de-ingleses-santinho-campeche-aracao-do-pantano-do-sul-e-pantano-do-sul-no-municipio-de-florianopolis>>.

GUARDA, Antônio. **Gestão urbana: projeção da população flutuante**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO FINALITÁRIO (COBRAC), 5., 2012, Florianópolis.

PROSUL. **Projeto básico do sistema de disposição oceânica - S.D.O. de efluentes tratados da praia do Campeche emissários: terrestre e submarino**. Vol. I: Memorial de projeto estudos demográficos - área de projeto atualização. Companhia Catarinense de Água e Saneamento (CASAN), 148p, 2012.



Projeção da Espacialização do atendimento dos Sistemas de Esgotamento Sanitário no município de Florianópolis - SC

Baseado nos Estudos de Concepção do Sistema de Esgotamento Sanitário de Florianópolis - Volumes I a V, 2019

LEGENDA	
	SES CONVENCIONAL - Sistema coletivo semi-centralizado
	Sistema Descentralizado ou Local
	Área de Transição
	Área de Proteção Permanente (APP)
	Unidades de Conservação (UC)
	Emblemas em estudo
	Distritos Administrativos
	Ruas e edificações

