



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

RHAMANY PIVETTA KARSTEN

**AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA SFD COMO SUPORTE AO GERENCIAMENTO
DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO:
ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS/SC**

Palhoça

2020

RHAMANY PIVETTA KARSTEN

**AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA SFD COMO SUPORTE AO GERENCIAMENTO
DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO:
ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS/SC**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Ambiental e Sanitária da Universidade do
Sul de Santa Catarina como requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Ambiental e Sanitarista.

Orientadora: Profa. Silene Rebelo, Ms.

Coorientador: Eng. Quím. Alexandre Bach Trevisan, Ms.

Palhoça

2020

RHAMANY PIVETTA KARSTEN

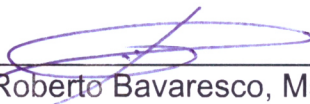
**AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA SFD COMO SUPORTE AO GERENCIAMENTO
DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO:
ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS/SC**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheira Ambiental e Sanitarista e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade do Sul de Santa Catarina.

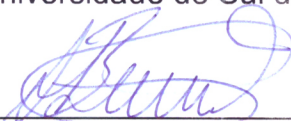
Palhoça, 23 de novembro de 2020.



Professora e orientadora Silene Rebelo, Ms.
Universidade do Sul de Santa Catarina



Prof. Carlos Roberto Bavaresco, Ms.
Universidade do Sul de Santa Catarina



Engenheiro Químico e coorientador Alexandre Bach Trevisan, Ms.
Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - CASAN

Dedico esse trabalho à minha mãe, Néia, e ao meu namorado, Gabriel. Sem o apoio e amor de vocês durante essa trajetória, esse trabalho não seria possível.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer à minha família pelo apoio incondicional durante essa trajetória, em especial à minha mãe, Néia, e meu namorado, Gabriel. Sou grata pelo amor, incentivo e cuidado durante todos esses anos. Obrigada por sempre acreditarem na minha jornada. Agradeço aos meus irmãos, Lucas e Pablo, por serem meu motivo de inspiração. Ao meu pai Robson, meu padrasto Marcelo e meu cunhado Dian, deixo meu agradecimento pelo apoio. Registro aqui meu sentimento de gratidão mais profundo ao meu pequeno sobrinho e afilhado, Ravi, motivo de alegria, inspiração e de amor na minha vida.

Sou grata à minha professora e orientadora Silene, pelo exemplo de humanidade, respeito e profissionalismo. Levarei os teus ensinamentos para a minha vida pessoal e profissional. Agradeço também, pelo acolhimento e motivação dados ao longo desse processo.

Ao Alexandre, deixo meu agradecimento pela confiança depositada para me coorientar no desenvolvimento deste trabalho e pelo auxílio durante todas as minhas dúvidas.

Deixo meu agradecimento especial às minhas colegas de trabalho, Aparecida, Caroline e Sandra, pelas inúmeras trocas de plantão, pelo apoio moral, amizade e incentivo. Não fosse o companheirismo e empatia de vocês, concluir a graduação teria sido uma tarefa mais árdua.

Por fim, quero agradecer aos amigos que desempenharam um papel importante na minha vida, pelas palavras de incentivo e por estarem sempre ao meu lado, sendo eles: Marisa, Jéssica, Fernanda, Caroline, Samara, Larissa, Hellen, Jéssica e Thiago. Que benção que foi ter compartilhado essa caminhada com vocês,

Deixo um agradecimento em especial a minha amiga Débora, por nunca ter deixado de me apoiar, de acreditar, de me incentivar.

Enfim, sem todos aqui citados não seria possível ter chegado até o final dessa jornada.

“Para cultivar a sabedoria, é preciso força interior. Sem crescimento interno, é difícil conquistar a autoconfiança e a coragem necessárias. Sem elas, nossa vida se complica. O impossível torna-se possível com a força de vontade.” (Dalai Lama)

RESUMO

A realidade brasileira em relação aos serviços de esgotamento sanitário ainda está longe da universalização. Compreender a situação atual da prestação de serviço de esgotamento sanitário é fundamental para o gerenciamento seguro durante toda a cadeia associada. Neste sentido, o *Shit Flow Diagram* (SFD) consiste em uma ferramenta de uso internacional que sistematiza informações relevantes e apresenta de maneira gráfica o ambiente em que a prestação de serviços transpassa as diferentes etapas que compõe. O presente trabalho teve como objetivo aplicar o SFD e verificar seu potencial de utilização como ferramenta de apoio ao gerenciamento do esgotamento sanitário para o estudo de caso realizado no município de Florianópolis/SC. Foram desenvolvidos dois cenários. O primeiro considerando o resultado do Censo de 2010 e o segundo com a atualização dos índices de cobertura com sistemas coletivos fornecidos pela operadora ao SNIS. Adicionalmente foram realizados cinco recortes territoriais para avaliação das estruturas de prestação de serviços disponível, sendo elas: centro, continente, leste, norte e sul. Aplicou-se o SFD para cada um dos cenários nas cinco divisões territoriais, bem como, para todo o município, e os resultados foram comparados com indicadores de esgotamento sanitário. O SFD do município resultou em 79% e 81% dos esgotos gerenciados de forma segura para os cenários 1 e 2, respectivamente. Dentre as regiões analisadas e os cenários considerados, a região do continente apresentou o melhor resultado, com um índice de gerenciamento seguro de 95%, no cenário 2. Através da análise comparativa com os indicadores, os resultados obtidos com SFD apresentaram valores mais próximos dos índices que consideraram os sistemas locais como componentes do esgotamento sanitário, defrontando com aqueles que não consideraram esses sistemas. Verificou-se que a ferramenta SFD sintetiza os dados de maneira visual de fácil compreensão, permitindo identificar onde devem ser concentrados os esforços para melhoria da cadeia de serviços. Para resultados mais robustos e próximos da realidade, é necessário um banco de dados que contenha informações mais detalhadas em cada uma das etapas do gerenciamento do esgotamento.

Palavras-chave: *Shit Flow Diagram*. Esgotamento sanitário adequado. Gerenciamento seguro.

ABSTRACT

The Brazilian reality related to sanitation services is still far away from universalization. To understand the current state of depletion at each stage of the service chain, it is necessary for access to secure management. In this sense, the Shit Flow Diagram (SFD) consists in a tool that summarizes the results of sanitation services in a single graphic. This study aimed to evaluate the application of SFD as a support to the sanitation management for the case study carried out in the city of Florianópolis/SC. Two scenarios were developed according to the databases used, and 5 territorial divisions were adopted, named as: Center, Continent, East, North and South. The SFD was applied to each of the scenarios in the 5 territorial divisions as well as for the whole city, and the results were compared with 5 indicators of sanitation. The SFD of the municipality resulted in 79% and 81% of sanitation safely managed sanitation for scenarios 1 and 2, respectively. Among the analyzed regions and the considered scenarios, the continent region presented the best result, with a secure management index of 95%, in scenario 2. Through the comparative analysis with the indicators, the results obtained with SFD presented values closer to the indexes that considered local systems as components of sanitation. It was found that the SFD tool synthesizes data in a visual way that is easy to understand, allowing to identify where efforts should be concentrated to improve the service chain. To improve the results, more detailed data base, concerning the hole service chain are needed.

Keywords: Shit Flow Diagram. Sanitation. Safely managed.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Sistemas de esgotamentos individuais	21
Figura 2 – Representação de sistemas locais ou descentralizados	21
Figura 3 – Representação de um tanque séptico	22
Figura 4 – Tratamentos complementares para efluentes e lodo de tanque séptico ..	23
Figura 5 – Sistemas de esgotamentos coletivos	24
Figura 6 – Sistemas de esgotamento coletivo	24
Figura 7 – Sistemas de tratamento de esgotos convencional de lodos ativados	26
Figura 8 – Diagrama dos processos e operações unitárias típicos de processamento de lodo	27
Figura 9 – Planos Municipais de Saneamento no Estado de Santa Catarina	32
Figura 10 – Projetos do SFD no mundo	34
Figura 11 – Gráfico gerado a partir do uso da ferramenta SFD para o município de Manaus, Amazonas.....	35
Figura 12 – Localização do município de Florianópolis.....	46
Figura 13 – Figura demonstrando o fluxograma para a tomada de decisão em relação às estimativas dos sistemas de esgotamento sanitário gerenciados de maneira segura	50
Figura 14 – SFD <i>Graphic Generator</i>	53
Figura 15 – Seleção das variáveis	55
Figura 16 – Matriz SFD	56
Figura 17 – Sistemas de esgotamento sanitário que compõe o município de Florianópolis, 2020.	59
Figura 18 – Divisões territoriais adotadas no município de Florianópolis/SC	60
Figura 19 – Risco de poluição das águas subterrâneas para as áreas atendidas por sistemas de esgotamento sanitário locais em Florianópolis/SC.....	61
Figura 20 – Gráfico SFD gerado para o cenário 1 do município de Florianópolis/SC	65
Figura 21 – Gráfico SFD gerado para o cenário 2 do município de Florianópolis/SC	67
Figura 22 – Gráfico SFD gerado para o cenário 1 da divisão territorial do centro do município de Florianópolis/SC.....	69
Figura 23 – Gráfico SFD gerado para o cenário 2 da divisão territorial do centro do município de Florianópolis/SC.....	70

Figura 24 – Gráfico SFD gerado para o cenário 1 da divisão territorial do continente no município de Florianópolis/SC.....	72
Figura 25 – Gráfico SFD gerado para o cenário 2 da divisão territorial do continente no município de Florianópolis/SC.....	73
Figura 26 – Gráfico SFD gerado para o cenário 1 da divisão territorial do leste do município de Florianópolis/SC.....	75
Figura 27 – Gráfico SFD gerado para o cenário 2 da divisão territorial do leste do município de Florianópolis/SC.....	76
Figura 28 – Gráfico SFD gerado para o cenário 1 da divisão territorial do norte do município de Florianópolis/SC.....	78
Figura 29 – Gráfico SFD gerado para o cenário 2 da divisão territorial do centro do norte de Florianópolis/SC.....	79
Figura 30 – Gráfico SFD gerado para o cenário 1 da divisão territorial do sul do município de Florianópolis/SC.....	81
Figura 31 – Gráfico SFD gerado para o cenário 2 da divisão territorial do sul do município de Florianópolis/SC.....	82

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Porcentagem da população com atendimento aos níveis de serviço de esgotamento sanitário em áreas urbanas no Brasil	41
Gráfico 2 - Índice de atendimento do esgotamento sanitário para o município de Florianópolis para o ano de 2013	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Definição dos termos utilizados pela metodologia e ferramenta SFD	36
Quadro 2 – Componentes do relatório SFD	37
Quadro 3 – Dados requeridos para cada nível de relatório	38
Quadro 4 – Critérios adotados pelo JMP em relação ao serviço de esgotamento sanitário.....	40
Quadro 5 - Categorias e pontuação para classificação dos municípios de acordo com o <i>Ranking</i> ABES.....	43
Quadro 6 - Classificação do IDMS	45
Quadro 7 – Dados requeridos em cada parte da cadeia de serviços.....	47
Quadro 8 – Fontes de dados utilizadas durante a coleta de dados.....	47
Quadro 9 – Estimativas adotadas para os sistemas de fossas sépticas e fossas rudimentares	51
Quadro 10 – Cenários adotados	51
Quadro 11 – Variáveis disponíveis para seleção na matriz de geração do gráfico SFD	54
Quadro 12 – Indicadores de esgotamento sanitário utilizados para comparação com os resultados do SFD	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Indicadores de esgoto para o município de Florianópolis referente ao ano de 2018	42
Tabela 2 – Porcentagens aplicadas em cada cenário para composição do gráfico SFD	62

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	OBJETIVOS.....	17
2.1	OBJETIVO GERAL.....	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
3.1	SANEAMENTO E SUA PROBLEMÁTICA.....	18
3.2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	19
3.3	ASPECTOS LEGAIS DO SANEAMENTO	28
3.3.1	Constituição Federal.....	28
3.3.2	Política Nacional de Saneamento Básico	28
3.3.2.1	Plano Nacional de Saneamento Básico.....	29
3.3.2.2	Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico	30
3.3.3	Política Estadual de Saneamento Básico	31
3.3.4	Plano Municipal de Saneamento.....	31
3.4	GERENCIAMENTO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	32
3.4.1	O método SFD	33
3.5	INDICADORES DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	38
3.5.1	Programa de Monitoramento Conjunto para Água e Saneamento	39
3.5.2	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS.....	41
3.5.3	Ranking ABES	43
3.5.4	Atlas Esgotos	44
3.5.5	Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável	44
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	46
4.1	ÁREA DE ESTUDO	46
4.2	COLETA DE DADOS.....	47
4.3	ESTIMATIVA APLICADA.....	49
4.4	CENÁRIOS DESENVOLVIDOS	51
4.5	GERAÇÃO DO GRÁFICO	52
4.6	COMPARAÇÃO COM INDICADORES.....	56
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	58
5.1	ÁREAS DE RISCO DE POLUIÇÃO.....	58
5.2	AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO	63

5.2.1 Florianópolis.....	63
5.2.2 Centro.....	68
5.2.3 Continente	71
5.2.4 Leste.....	74
5.2.5 Norte.....	77
5.2.6 Sul.....	80
5.3 INDICADORES DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	83
6 CONCLUSÃO	85
6.1 TRABALHOS FUTUROS.....	86
REFERÊNCIAS.....	87

1 INTRODUÇÃO

Saneamento pode ser definido como o conjunto de medidas que promovem a saúde através da prevenção de doenças, contribui para a melhoria da qualidade de vida da população, além de facilitar a atividade econômica, através da promoção da produtividade do indivíduo (TRATA BRASIL, 2012). O acesso ao saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição Federal Brasileira (BRASIL, 1988).

A Lei nº 11.445, de 5 de Janeiro de 2007, define no artigo 3º, inciso I, que saneamento básico são um conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais que integram o abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. O esgotamento sanitário é estabelecido como todas as infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente (BRASIL, 2007).

A Organização das Nações Unidas (ONU) instituiu em 2015 a Agenda para o Desenvolvimento Sustentável, que prevê um plano de ação em áreas de importância crucial tanto para a humanidade, quanto para o planeta, através de 17 Objetivos com 163 metas a serem atingidas até 2030. O Objetivo 6 propõe assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos. Entre as metas estabelecidas para esse objetivo, destaca-se a redução do lançamento dos esgotos sem tratamento e de acesso equitativos ao esgotamento sanitário adequado.

A realidade brasileira em relação aos serviços de coleta e tratamento de esgotos ainda está distante da universalização, tendo em vista que a média da população atendida está em 53,2%, sendo que deste total, apenas 46,3% é tratado (SNIS, 2018).

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (BRASIL, 2018), a região sul do Brasil apresenta índice de tratamento dos esgotos de 45,4%, sendo que o estado de Santa Catarina apresenta o pior índice dessa região, com 27,8% do esgoto tratado em relação à quantidade de água consumida.

Portanto, compreender o acesso ao esgotamento sanitário requer um nível de competência técnica que aborde as soluções locais e coletivas, perpassando também pelas questões de proteção ambiental e saúde pública. Neste sentido, para que possam ser consideradas melhorias no esgotamento sanitário é necessário

compreender a realidade atual, visando o gerenciamento seguro em cada uma das etapas que compõem os sistemas de esgotos (Peal *et al*, 2020).

Neste sentido, este trabalho busca avaliar a aplicação da ferramenta *Shit Flow Diagram* (SFD) para o estudo de caso município de Florianópolis/SC, como suporte ao gerenciamento do esgotamento sanitário, através da representação das informações sobre o fluxo da cadeia de serviços em um único gráfico.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a aplicação da ferramenta *Shit Flow Diagram* (SFD) para a cidade de Florianópolis/SC como suporte ao diagnóstico do gerenciamento do esgotamento sanitário, analisando o contexto da prestação de serviços.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar o contexto da prestação de serviços de esgotamento sanitário em cada uma das etapas da cadeia, analisando os resultados para o município e, também, individualmente para cada uma das 5 divisões territoriais adotadas;
- Determinar as áreas de risco de poluição das águas subterrâneas;
- Analisar comparativamente os resultados obtidos através da ferramenta SFD com os indicadores de esgotamento sanitário;
- Avaliar a aplicabilidade da ferramenta propondo novas abordagens que permitam a avaliação mais ampla do contexto da prestação de serviços.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 SANEAMENTO E SUA PROBLEMÁTICA

Segundo Carneiro *et al.* (2018), com o lançamento no ano de 2000 da agenda dos 8 Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), pela Organização das Nações Unidas (ONU), foram convencionadas metas a serem atingidas através dos ODM pelos 192 países-membros que assumiram esse compromisso, que tinham como prazo o ano de 2015. O objetivo 7 tratava da qualidade de vida e respeito ao meio ambiente, que atribuíam metas de reduções de *déficits* de acesso ao saneamento básico. Embora os serviços de saneamento tenham atingido bilhões de pessoas, isso não significa que os mesmos tenham sido prestados de maneira segura.

Após 2015, um novo acordo internacional foi firmado entre ONU e diversos países, e novos objetivos foram estabelecidos. Foram definidas 163 metas associadas a 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), e entre esses, o “Objetivo 6” estabelece “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos”. Dentre as metas para alcance deste objetivo, pode-se citar a 6.2 e 6.3, que tratam do acesso ao saneamento adequado e equitativo para todos e a redução pela metade o lançamento de águas residuais não tratadas (ONU, 2015). Nesse sentido, as metas incorporam os conceitos de saneamento adequado, que implica um sistema que separa de forma higiênica os esgotos do contato humano através do tratamento seguro podendo ser *in situ*, ou seja, no próprio local de geração, ou *off-site*, através do transporte e tratamento fora do local de geração (JMP, 2017).

Porém, Capps (2019) cita que o acesso ao esgotamento sanitário em todos os locais é um desafio, visto que envolve complexidades sociais, políticas e econômicas para o desenvolvimento e a implementação de um sistema de tratamento efetivo de esgoto. A realidade brasileira ainda está longe da universalização, e carece sobretudo nas regiões onde concentra-se a população mais privada economicamente, geralmente localizada nas áreas periféricas dos centros urbanos e zonas rurais (GALVÃO JUNIOR, 2009).

Carneiro *et al.* (2018) ainda elenca outros impeditivos para que desenvolvimento do esgotamento sanitário não tenha alcançado o crescimento necessário, que são: a falta de planejamento adequado, o volume insuficiente de investimentos, a deficiência na gestão das companhias de saneamento, a baixa

qualidade técnica dos projetos e a dificuldade para obter financiamentos e licenças para as obras.

Para melhorar a questão da problemática ao acesso dos serviços de esgotamento sanitário, é necessário incentivar pesquisas que tragam informações para auxiliar os responsáveis pela tomada de decisão e planejamento de ações específicas, principalmente no âmbito municipal, onde nem sempre existem informações suficientes para o desenvolvimento de políticas públicas que melhorem tanto seus sistemas sanitários, quanto à qualidade ambiental (DANTAS, 2012).

Com o objetivo de observar e projetar as melhorias necessárias no sistema de saneamento, Martínez (2016) aponta a necessidade de compreender o que acontece nas cidades em relação ao esgotamento sanitário. Abordagens mais sistemáticas permitem analisar e entender o gerenciamento fluxo de esgotos e a cadeia de serviço de esgotamento como um todo, considerando uma abordagem que se concentre no gerenciamento seguro dos esgotos gerados.

3.2 ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O art. 3º da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, considera que esgotamento sanitário é

Constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente (BRASIL, 2007).

O esgoto pode ser entendido como o descarte das águas de abastecimento de uma localidade após os seus diversos usos, sendo proveniente de residências, comércios, indústrias, estabelecimentos públicos, usos agrícolas e também pela infiltração de águas pluviais.

As fontes geradoras de esgotos oriundas de uma cidade dependem dos componentes formadores das características desse efluente, podendo ser divididos em esgoto doméstico, esgoto industrial e águas de infiltração (METCALF; EDDY, 2016).

Em relação às características dos esgotos, sua variabilidade se dá de acordo com os usos à qual foi submetida, sendo que, tanto os usos quanto a forma com que

são exercidos, variam com o clima, situação social e econômica, bem como os hábitos da população (VON SPERLING, 2018).

Segundo prescrito na Norma Brasileira (NBR) 9648/1986, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), esgoto doméstico, também conhecido como esgoto sanitário, é resultado do despejo líquido do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas.

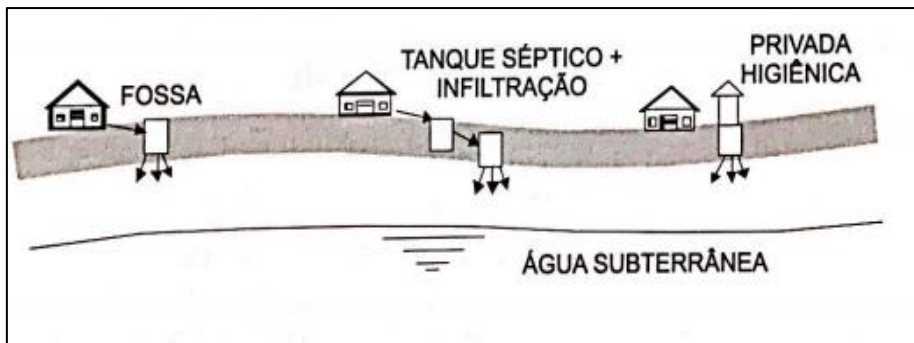
Segundo Jordão e Pessoa (2014), os esgotos domésticos “compõe-se essencialmente de água de banho, urina, fezes, papel, restos de comida, sabão, detergentes, águas de lavagem”, e são caracterizados de acordo com suas propriedades químicas, físicas e biológicas. O maior constituinte dos esgotos é a água, que representa aproximadamente 99,9%, sendo que os outros 0,1%, são constituídos por sólidos orgânicos, inorgânicos, suspensos, dissolvidos, além de microrganismos (VON SPERLING, 2018). Devido à sua constituição, se não coletado, tratado e disposto adequadamente, podem causar efeitos nocivos à saúde e inconvenientes ambientais.

Os sistemas de esgotamento sanitário podem ser divididos em dois tipos: sistema estático ou individuais, e sistemas coletivos ou dinâmicos (VON SPERLING, 2018).

Os sistemas estáticos ou individuais, também chamados de sistemas descentralizados, são usualmente utilizados para locais com pequena densidade populacional, dada a sua simplicidade e efetividade em termos de custos (OLIVEIRA, 2013). Segundo Tonetti *et al.* (2018), há várias propostas de classificação e nomenclaturas na literatura para os sistemas locais, como por exemplo: *on-site*, *individual*, *cluster*, *satellite*, *semi-centralized*.

Os sistemas locais (Figura 1) se caracterizam por adotar soluções de atendimento localmente, contemplando a residência unifamiliar ou unidades de habitação multifamiliares, adotando geralmente o sistema de tanque séptico seguido de dispositivo de infiltração no solo (CHAVES *et al.*, 2010). No Brasil também se utiliza amplamente a denominação de “fossas sépticas” que caracterizam sistemas que não necessariamente seguem alguma normatização (CORDEIRO, 2010).

Figura 1 – Sistemas de esgotamentos individuais



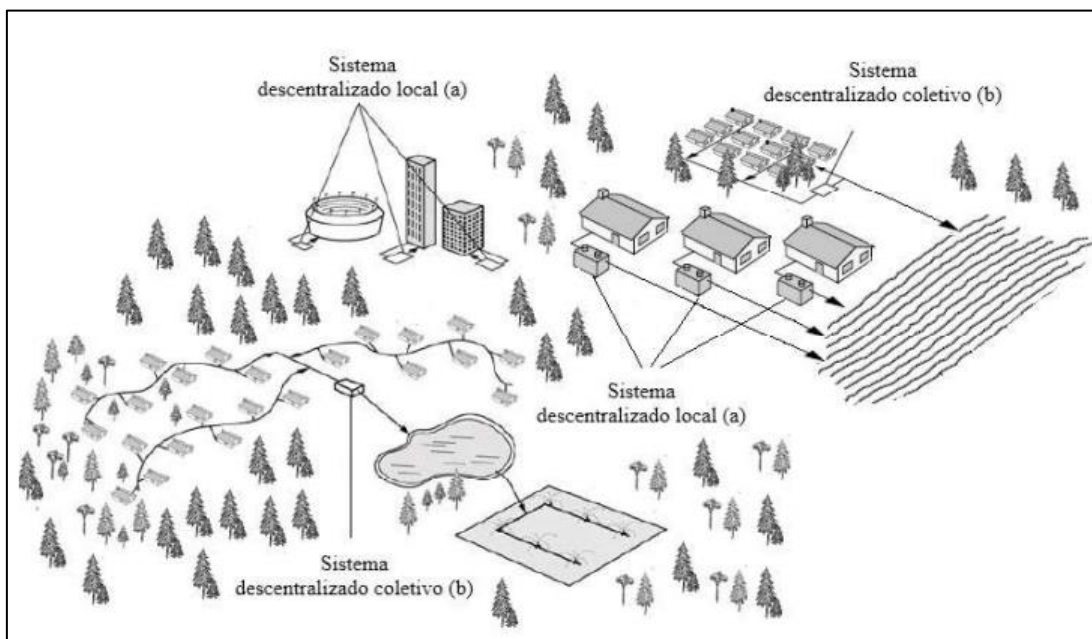
Fonte: Von Sperling (2018).

Segundo a NBR 13969 (ABNT, 1997), os sistemas locais ou descentralizados de esgotos, são definidos como

sistemas de saneamento onde as distâncias entre as fontes geradoras de esgotos, seu tratamento e disposição final são próximas entre si, não necessitando normalmente de rede coletora extensa, coletor-tronco, poços de visita, emissários, estações elevatórias, etc. (ABNT, 1997)

Trein *et al.* (2015) estabelece que o processo de tratamento desses sistemas passa pelo nível coletivo (pequenas comunidades e/ou conjunto de edificações), até o individual, conforme demonstrado na Figura 2.

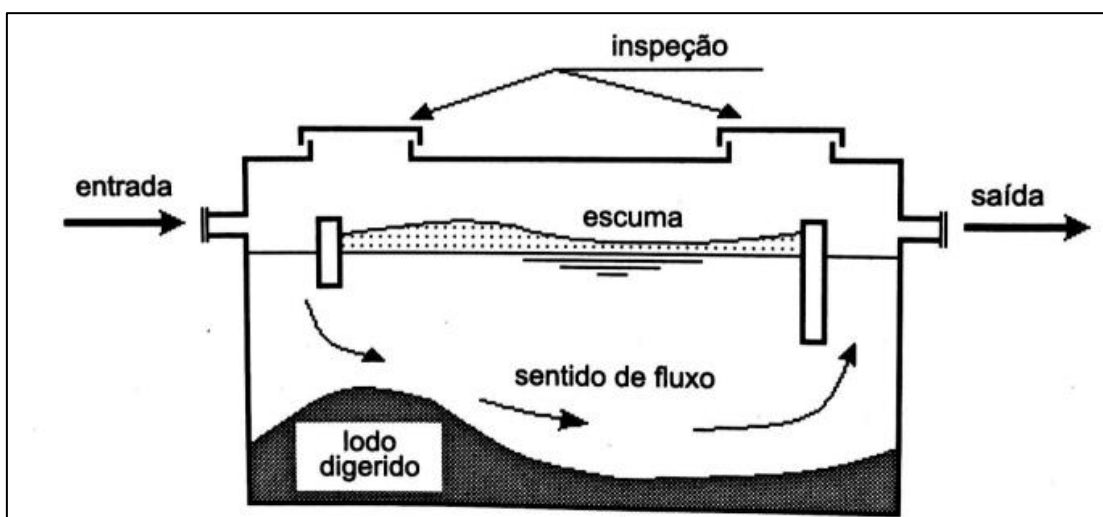
Figura 2 – Representação de sistemas locais ou descentralizados



Fonte: Asano *et al.* (2007) *apud* Subtil, Sanchez e Cavalhero (2016).

Conforme definido pela NBR 7229 (ABNT, 1993), o tanque séptico (Figura 3) consiste em uma “unidade cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal, para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão”. O funcionamento desse sistema se dá pela entrada de esgoto bruto que é conduzido ao fundo do tanque. A massa de sólidos sedimentáveis que acumula no fundo da unidade e é digerida pelos microrganismos facultativos e anaeróbios, constitui o lodo digerido. A espuma é composta materiais sólidos particulados, óleos e graxas, e se acumula na superfície, ficando retida no interior do tanque por meio de uma placa defletora. O efluente líquido deve ser encaminhado para sistemas de pós-tratamento.

Figura 3 – Representação de um tanque séptico

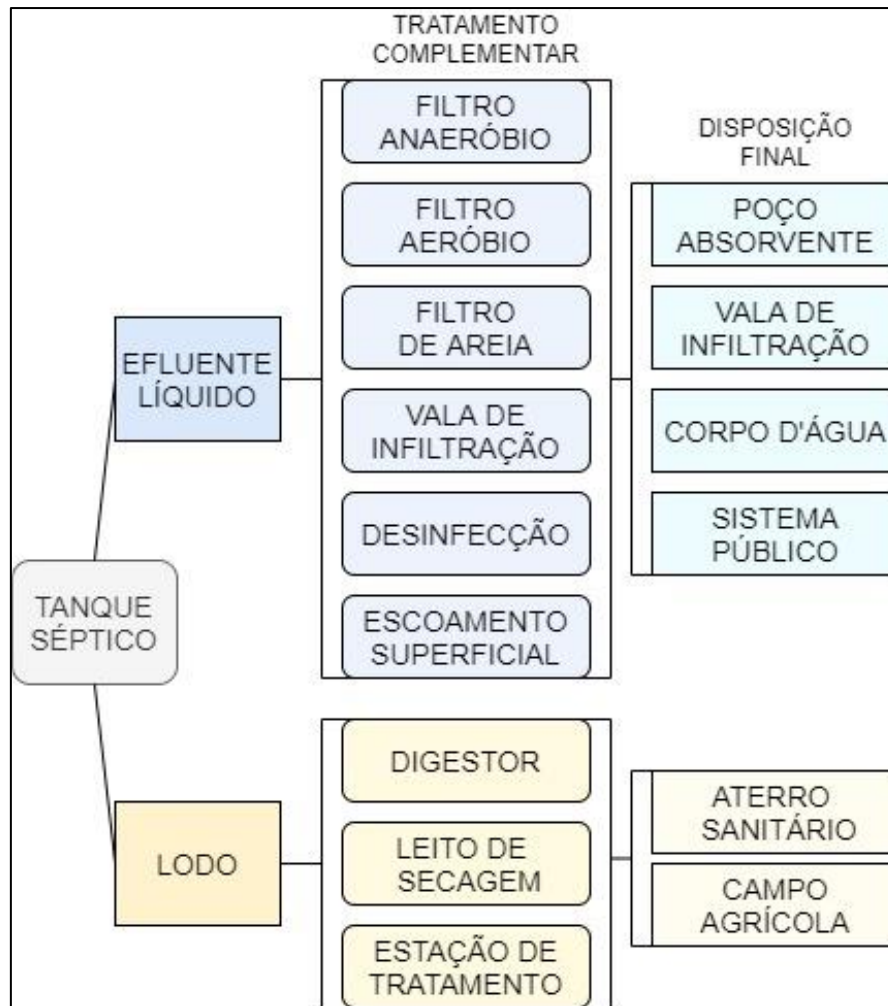


Fonte: Chernicharo (2011) *apud* Von Sperling (2018).

Pelo fato do lodo e espuma diminuírem o volume útil do tanque séptico, é necessário que haja a sua remoção periódica para que não ocorra o comprometimento do funcionamento desse sistema (METCALF; EDDY, 2016).

A NBR 13969 (ABNT, 1997) ainda determina que deve ser previsto o sistema completo, com disposição final para efluente e lodo, e quando necessário, tratamento complementar. Na Figura 4 são apresentadas as alternativas para tratamento complementar e disposição final dos efluentes do tanque séptico, que podem ser utilizadas complementarmente entre si, visando o atendimento aos padrões legais ou visando a proteção dos recursos hídricos.

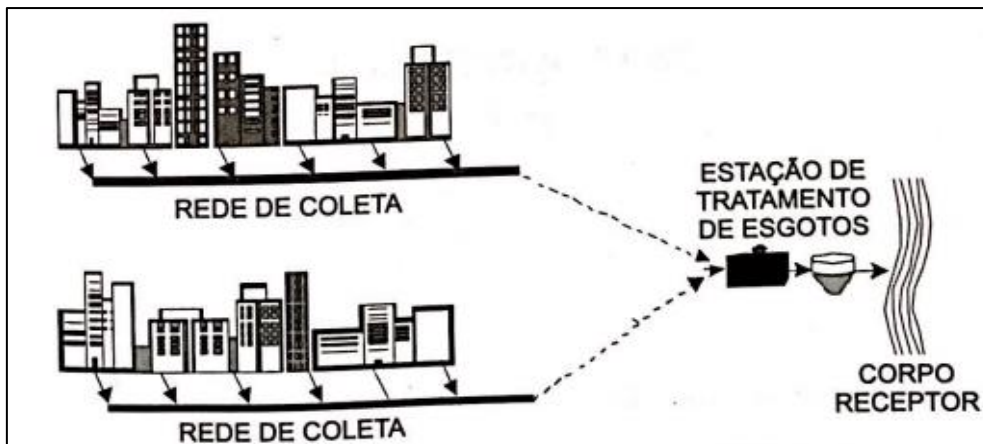
Figura 4 – Tratamentos complementares para efluentes e lodo de tanque séptico



Fonte: Fonte: Adaptado de ABNT (1993).

Os sistemas coletivos (Figura 5), também conhecidos como sistemas dinâmicos ou centralizados, são utilizados para locais onde há grande densidade populacional, constituídos por tubulações e dispositivos que canalizam e transportam o esgoto das edificações para o tratamento, seguindo então para sua destinação final (CHAVES *et al.*, 2010). De acordo com Oliveira Junior (2013), o sistema coletivo de tratamento possui um grau maior de complexidade estrutural e operacional, e com custos mais elevados.

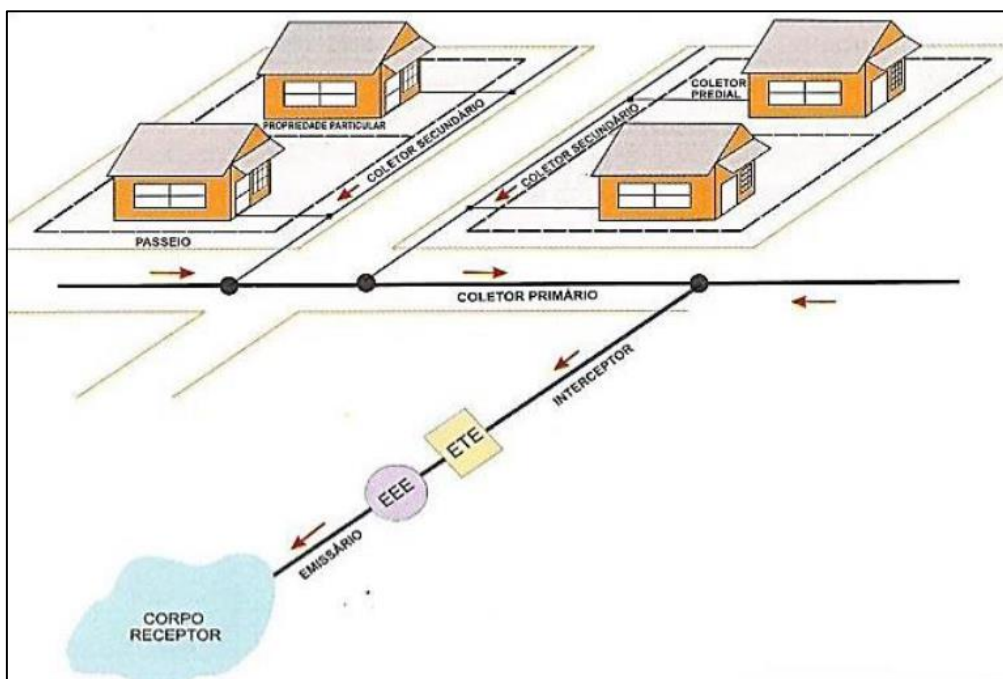
Figura 5 – Sistemas de esgotamentos coletivos



Fonte: Von Sperling (2018).

Os sistemas coletivos de esgotos (Figura 6) consistem no recolhimento das águas residuárias de uma grande área urbana, utilizando uma rede de tubulações para coleta de grandes vazões e, de acordo com a necessidade topográfica, bombeamentos para o transporte a uma estação de tratamento, estrategicamente localizada próximo ao corpo receptor (SUBTIL; SANCHEZ; CAVALHERO, 2016).

Figura 6 – Sistemas de esgotamento coletivo



Fonte: Moura (2019).

Segundo Tsutiya e Alem Sobrinho (2000), os sistemas de coleta de esgotamento sanitário coletivos admitem três configurações: unitários ou combinados,

separador parcial e separador absoluto. O separador unitário ou combinado recebe esgotos domésticos, industriais, águas de infiltração e águas pluviais. O sistema onde há separação parcial ocorre onde uma parte das águas pluviais são coletadas em um único sistema em conjunto com os esgotos. Já a última configuração, se caracteriza por sistemas independentes onde a veiculação dos esgotos sanitários ocorre separadamente das águas pluviais, bem como, o tratamento empregado posteriormente.

As principais partes de um sistema coletivo de esgotamento sanitário são: rede coletora, coletor tronco, interceptor, emissário, estação elevatória e estação de tratamento (TSUTIYA; ALEM SOBRINHO, 2000). De acordo com a NBR 9649/1986, NBR 12207/1992, NBR 12208/1992, NBR 12209/1992, da ABNT, são adotadas as seguintes definições:

- rede coletora: conjunto constituído por ligações prediais, coletores de esgoto, e seus órgãos e acessórios;
- coletor tronco: tubulação da rede coletora que recebe apenas contribuição de esgoto de outros coletores;
- interceptor: canalização cuja função principal é receber e transportar o esgoto sanitário coletado, caracterizada pela defasagem das contribuições, da qual resulta o amortecimento das vazões máximas;
- emissário: tubulação que recebe esgoto exclusivamente na extremidade montante;
- estação elevatória: instalação que se destina ao transporte do esgoto do nível do poço de sucção das bombas ao nível de descarga na saída do recalque;
- estação de tratamento (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.

Segundo a NBR 12209 (1992), o processo de tratamento é dado pelo conjunto de técnicas aplicadas em uma ETE, compreendendo operações unitárias e processos unitários. As estações de tratamento podem abranger diferentes níveis, dependendo da remoção de constituintes, denominados tecnicamente de tratamento preliminar, primário, secundário e terciário.

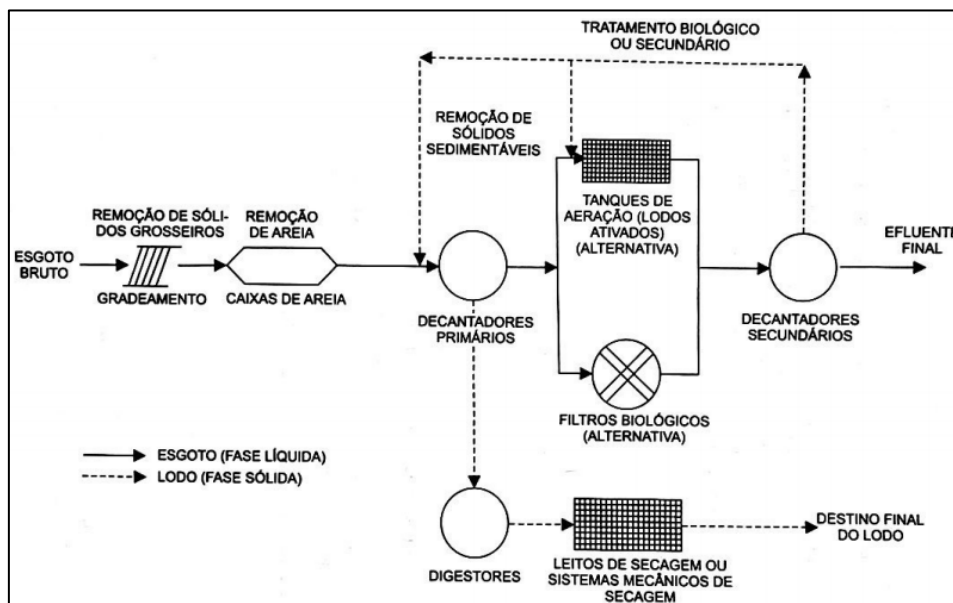
Os tratamentos preliminar e primário consistem em processos unitários físicos, porém o preliminar tem como objetivo remover os sólidos grosseiros, gorduras e areia, e o primário remove sólidos sedimentáveis e parte da matéria orgânica. As grades e o desarenador são exemplos de tratamento preliminar. O tratamento primário é constituído basicamente por decantador primário, digestores e leito de secagem (FONSECA, 2008).

O tratamento secundário visa remover matéria orgânica e eventualmente nutrientes, e geralmente são usados processos unitários biológicos como: filtração biológica, processos de lodos ativados, reatores anaeróbios e lagoas de estabilização (JORDÃO; PESSÔA, 2014).

Já o nível terciário, compreende a combinação dos três processos unitários, físico, químico e biológico, e tem como finalidade remover remanescentes dos outros níveis de tratamento, como organismos patogênicos, ou poluentes específicos (JORDÃO; PESSÔA, 2014; METCALF; EDDY, 2016; VON SPERLING, 2018). São exemplos de tratamentos terciários: precipitação química, troca iônica, filtração em leito de carvão ativado, entre outros (FONSECA, 2008).

Na Figura 7 é apresentado um sistema clássico de tratamento de esgotos do tipo lodos ativados convencional, onde os processos unitários acima descritos são combinados, porém há diversas outras formas de configuração dos processos, dependendo da eficiência de remoção requerida.

Figura 7 – Sistemas de tratamento de esgotos convencional de lodos ativados



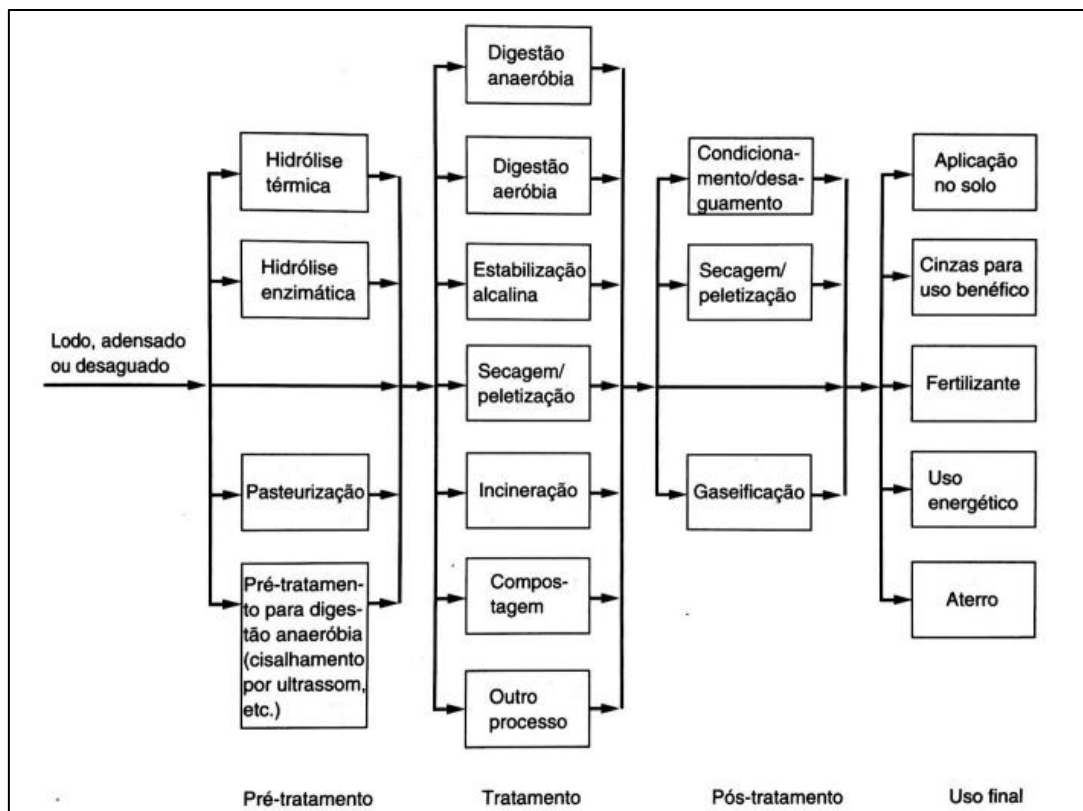
Fonte: Jordão e Pessoa (2014).

A disposição final do efluente tratado geralmente é realizada em um corpo hídrico, porém a disposição no solo ou o reuso também são alternativas de destinação.

Durante as etapas do tratamento, são gerados alguns subprodutos, como por exemplo o lodo, sendo necessário prever o tratamento da fase sólida e sua disposição final (JORDÃO e PESSÔA, 2014). As fontes de geração variam de acordo com o tipo de instalação e método de operação adotado, sendo necessário considerá-las na escolha do projeto adequado das unidades de processamento, tratamento e disposição final, bem como as características e quantidades de lodo produzidas (METCALF; EDDY, 2016).

Na Figura 8 é apresentado um diagrama dos processos e operações unitárias típicos de processamento de lodo, sendo que o mais comumente utilizado é aquele que envolve o tratamento biológico.

Figura 8 – Diagrama dos processos e operações unitárias típicos de processamento de lodo



Fonte: Metcalf e Eddy (2016).

Conforme apontam Jordão e Pessôa (2014), a disposição final desse resíduo podem ser: aterros sanitários, incineração, usos agrícolas, reuso industrial e

lançamento no oceano. Ainda segundo este autor, para a escolha da melhor alternativa, deve-se considerar a avaliação de questões como o condicionamento, estabilização, grau de desidratação, transporte, reuso, impactos e riscos ambientais, e considerações econômicas.

3.3 ASPECTOS LEGAIS DO SANEAMENTO

3.3.1 Constituição Federal

Segundo Pereira e Siqueira (2017), a Constituição Federal de 1988 reconhece como direito fundamental, o acesso ao saneamento básico, sendo o poder-dever repartido através das competências administrativas dos entes federados, objetivando o desenvolvimento sustentável.

Sendo assim, fica estabelecido no art. 23, inciso IX, que é competência dessas esferas do governo “promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico” (BRASIL, 1988).

Ainda na referida Lei, fica estabelecido que é competência da União “instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico e transportes urbanos” (BRASIL, 1988, art. 21, XX).

3.3.2 Política Nacional de Saneamento Básico

A Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, “estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico” (BRASIL, 2007, art. 1º).

Alguns dos princípios da referida lei, são: a universalização dos serviços de saneamento básico, de modo que todos tenham acesso à coleta e tratamento adequado do esgoto, a integralidade da prestação desses serviços à população, de forma adequada à saúde pública e à proteção do meio ambiente, e a utilização de tecnologias apropriadas (BRASIL, 2007, art. 2º, I, II, III, VIII).

Em relação aos aspectos técnicos, a Política Nacional de Saneamento estabelece que

Art. 45. Ressalvadas as disposições em contrário das normas do titular, da entidade de regulação e de meio ambiente, **toda edificação permanente**

urbana será conectada às redes públicas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário disponíveis e sujeita ao pagamento das tarifas e de outros preços públicos decorrentes da conexão e do uso desses serviços. § 1o **Na ausência de redes públicas de saneamento básico, serão admitidas soluções individuais** de abastecimento de água e de afastamento e destinação final dos esgotos sanitários, observadas as normas editadas pela entidade reguladora e pelos órgãos responsáveis pelas políticas ambiental, sanitária e de recursos hídricos. (BRASIL, 2007, grifo do autor).

Os objetivos elencados relacionados à Política Federal de Saneamento Básico, determinam o incentivo à adoção de mecanismos de planejamento, bem como, alternativas de gestão, além do fomento do desenvolvimento científico e tecnológico (BRASIL, 2007, art. 49, VI, VII, VIII, IX).

Para efetivação da Política Federal de Saneamento, a Lei nº 11.445/07, no art. 52, determina a elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), que deverá conter os objetivos e metas nacionais e regionais para universalização dos serviços de saneamento (BRASIL, 2007, art. 52, I-a). A referida lei também estabelece a concepção dos planos regionais de saneamento básico, que devem ser elaborados e executados pelos outros entes federativos (BRASIL, 2007, art. 52, II).

A Política Nacional do Saneamento também institui o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico - SINISA, através do artigo 53 da Lei nº 11.445/2007, que tem como objetivos:

- I - coletar e sistematizar dados relativos às condições da prestação dos serviços públicos de saneamento básico;
 - II - disponibilizar estatísticas, indicadores e outras informações relevantes para a caracterização da demanda e da oferta de serviços públicos de saneamento básico;
 - III - permitir e facilitar o monitoramento e avaliação da eficiência e da eficácia da prestação dos serviços de saneamento básico.
- § 1o As informações do Sinisa são públicas e acessíveis a todos, devendo ser publicadas por meio da internet. (BRASIL, 2007).

3.3.2.1 Plano Nacional de Saneamento Básico

O Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) foi aprovado pelo Decreto nº 8.141, de 20 de novembro de 2013, e pela Portaria nº 171, de 9 de abril de 2014 (BRASIL, 2015).

O Plano estabelece diretrizes, metas e ações de curto, médio e longo prazo para esgotamento sanitário que deverão ser cumpridas no período de 2014 a 2033,

sendo que a cada quatro anos, o plano deve ser revisado (CARNEIRO; JUNIOR, 2016).

Em relação às contribuições que o PLANSAB trouxe como instrumento de gestão, Pereira e Pereira (2016) descrevem como as principais sendo a oportunidade de se fazer uma nova leitura da realidade, ao se aplicar os conceitos de atendimento e déficit dos serviços de saneamento, permitindo uma avaliação da qualidade da prestação dos mesmos.

O PLANSAB (BRASIL, 2013) considera para o eixo do esgotamento sanitário que o atendimento adequado está relacionado com a coleta de esgotos seguida de um tratamento e, também, o uso de fossa séptica. O Plano também analisa e define a perspectiva de déficit, que engloba duas categorias: o atendimento precário e sem atendimento. O atendimento precário são os sistemas de coleta não seguidos de tratamento e a utilização de fossas rudimentares e, sem atendimento são consideradas todas as soluções não enquadradas nas definições de atendimento e que sejam consideradas práticas inadequadas.

3.3.2.2 Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico

O Decreto nº 7.217 de 2010, regulamenta a Lei nº 11.445 de 2007, e ratifica os objetivos do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico - SINISA, através da atribuição de competências (BRASIL, 2010). Porém, mesmo após a publicação da lei e do decreto regulamentador acima citado, o SINISA ainda não foi de fato implantado (TANIGUSHI, 2013). Segundo este autor, apesar da ausência da implantação do SINISA, os seus objetivos são parcialmente atendidos por outro sistema de informações oficial, denominado de SNIS.

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) reúne informações de caráter institucional, administrativo, operacional, gerencial, econômico-financeiro, contábil e de qualidade da prestação de serviços de saneamento básico em áreas urbanas (BRASIL, 2020). O sistema foi implantado em 1995 e primeiramente abrangia somente os serviços de água e esgotos. Em 2002, foi contemplado os serviços de resíduos sólidos e, em 2015, os serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais (TANIGUSHI, 2013).

3.3.3 Política Estadual de Saneamento Básico

Em relação ao estado de Santa Catarina, através da Lei Estadual nº 13.517/2005 foi instituída a política Estadual de Saneamento Básico no Estado de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 2016). Em seu Art. 3º dispõe os instrumentos que serão executados através da Política:

I - Plano Estadual de Saneamento: conjunto de elementos de informação, diagnóstico, definição de objetivos, metas e instrumentos, programas, execução, avaliação e controle que consubstanciam, organizam e integram o planejamento e a execução das ações de saneamento no Estado de Santa Catarina. (SANTA CATARINA, 2016)

A estipulação do prazo para elaboração, está previsto no artigo 3º da Lei nº 17.055/2016, que o Plano deve ser elaborado quadrienalmente (SANTA CATARINA, 2016). Entretanto, o Estado ainda não consta com a elaboração e consequentemente a implantação do mesmo.

3.3.4 Plano Municipal de Saneamento

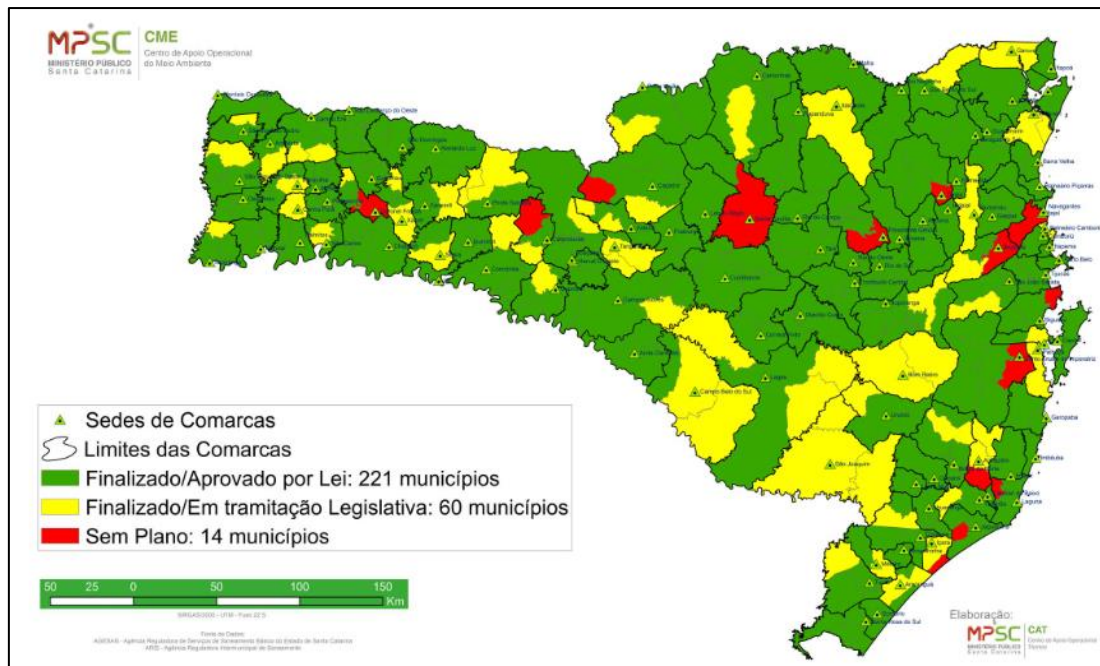
A Lei nº 11.445/2007 define no artigo 9º, que o titular dos serviços de saneamento deverá elaborar os planos de saneamento básico, sendo estas partes da política pública de saneamento, como instrumento de planejamento. O artigo 19, estabelece o conteúdo mínimo que os planos devem conter, dentre eles:

I - **diagnóstico da situação** e de seus impactos nas condições de vida, utilizando sistema de indicadores sanitários, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos e apontando as causas das deficiências detectadas; (BRASIL, 2007, grifo do autor).

Após a aprovação do Plano Municipal de Saneamento (PMSB), este passa a ser referência para o desenvolvimento de cada município, estabelecidas as diretrizes para o saneamento básico e as metas.

Segundo levantamento efetuado pelo Ministério Público de Santa Catarina (MPSC, 2016), dos 295 municípios, 221 já possuem os PMSB finalizados e aprovados por lei, 60 estão finalizados, porém em fase de tramitação legislativa, e 14 ainda não tem planos desenvolvidos (Figura 9).

Figura 9 – Planos Municipais de Saneamento no Estado de Santa Catarina



Fonte: MPSC (2016).

3.4 GERENCIAMENTO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Com os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), o esgotamento sanitário básico ou aprimorado foi estabelecido como sendo a instalação que separa os esgotos do contato humano de maneira higiênica. A partir deste critério, foram monitoradas também as metas de atendimento aos ODM relativas ao esgotamento sanitário (JEWITT; MAHANTA; GAUR, 2018).

Porém, ao considerar que o afastamento dos esgotos é uma forma de acesso ao saneamento, algumas questões importantes não estavam contempladas, como por exemplo a análise em relação à qualidade, confiabilidade, sustentabilidade e segurança que a ampla gama desses serviços pode prover ou não para as pessoas, podendo resultar em estimativas de cobertura otimistas demais (BAIN *et al.*, 2018; JEWITT; MAHANTA; GAUR, 2018; MARA; EVANS, 2017). Neste sentido, a concepção de um sistema de esgotamento sanitário não se torna completa somente com a construção da unidade de tratamento, mas sim com a garantia do serviço seguro durante toda a cadeia de serviços.

Com a mudança das metas da ODM para os ODS, passou-se a monitorar não somente o acesso aos serviços básicos de esgotamento, mas também, o

gerenciamento seguro dos esgotos ao longo de toda a cadeia de prestação de serviços (WHO/UNICEF, 2017).

Bernardo (2010) define o gerenciamento do esgotamento sanitário como sendo um ato da administração que está ligado ao sentido da realidade técnica ou operacional dos sistemas. As ferramentas do gerenciamento do esgotamento sanitário estão vinculadas as orientações de atividades específicas de curto prazo, bem como, guiar ações de médio prazo.

Devesa *et al.* (2009) aponta que normalmente essas infraestruturas de esgotamento sanitário têm sido gerenciadas de forma individualizada, sem considerar as relações efetivas entre os diversos tipos de sistemas de coleta, tratamento e disposição final existentes, desconsiderando a realidade global do esgotamento.

Moura (2019) cita que ao observar o gerenciamento do esgotamento sanitário, pode-se compreender que não se trata apenas do acesso à coleta e tratamento de esgoto, mas que vai muito além disso, sendo necessário avaliar o gerenciamento dos resíduos gerados em cada parte da cadeia de serviços.

Portanto, Condurú (2012) afirma que agrupar e sistematizar as informações de todos os sistemas de esgotamento sanitário, abrangendo como são gerenciadas cada uma das etapas que compõe a cadeia de serviços, é o que resultará no real conhecimento da realidade de cada localidade.

3.4.1 O método SFD

O *Shit Flow Diagram* (SFD) consiste em uma ferramenta de fácil compreensão e de suporte de decisão, composta por um relatório e um gráfico, que resumem os resultados dos serviços do esgotamento sanitário em áreas urbanas. Esse resumo é feito de forma padronizada avaliando o gerenciamento da cadeia de serviços e o contexto da prestação desse serviço, registrando de forma completa as fontes de dados (SFD, 2018).

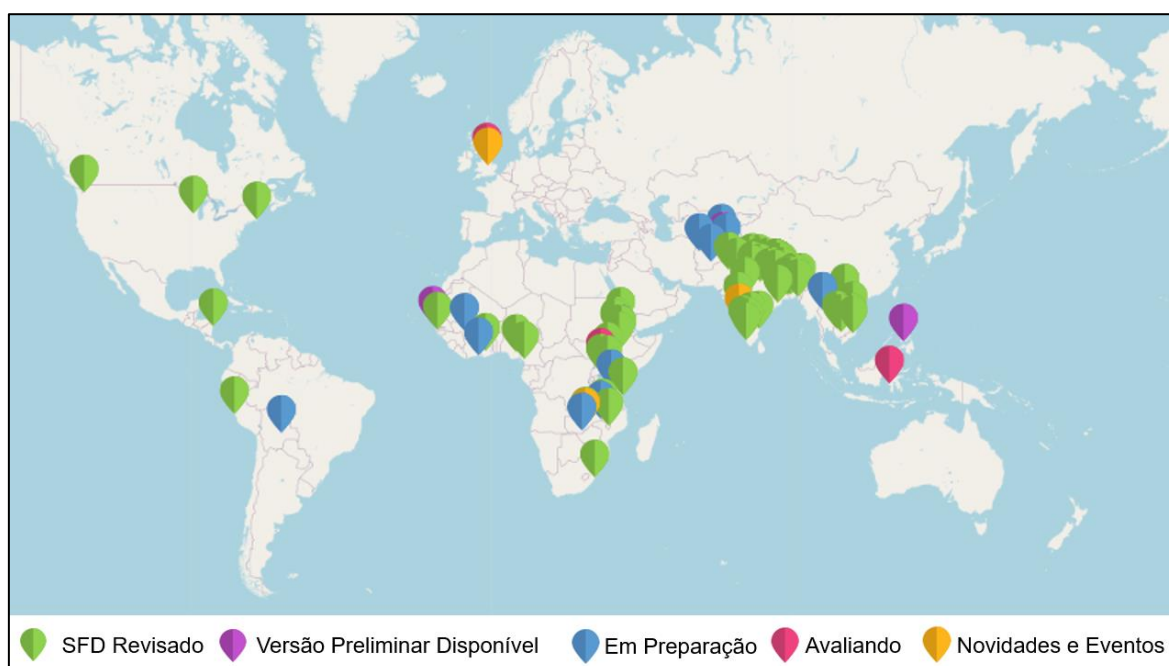
Segundo Moura (2019), a ferramenta permite ampliar os mecanismos de monitoramento da cadeia de serviços de saneamento, desde soluções individuais ou coletivas, passando pelas etapas de contenção, coleta, tratamento e descarte. Ainda segundo este autor, durante essa avaliação é possível identificar em cada etapa as fragilidades e possíveis soluções para a cadeia de prestação de serviços.

A ferramenta integra, através da obtenção de dados, opiniões de especialistas em saneamento, entidades públicas, privadas, e sociedade civil, permitindo alavancar discussões sobre o gerenciamento atual e futuro dos esgotos em uma cidade (MOURA, 2019).

Essa ferramenta foi desenvolvida com base no trabalho da análise do gerenciamento de esgoto de 12 cidades, realizado pelo *Water Sanitation Program* (WSP), nos anos de 2012-2013. A partir disso, um grupo composto por instituições que atuam no campo do gerenciamento de esgotos desenvolveu o projeto denominado de *SFD Promotion Initiative*, Iniciativa de Promoção do SFD, financiado pela Fundação Bill & Melinda Gates, no ano de 2014 (SUSANA, 2020).

A segunda fase da iniciativa, que está em andamento, consiste em implantar a abordagem e o método desenvolvido. Como resultado da promoção dessa ferramenta, mais de 80 relatórios já foram publicados e outros tantos estão sendo desenvolvidos no mundo (Figura 10).

Figura 10 – Projetos do SFD no mundo



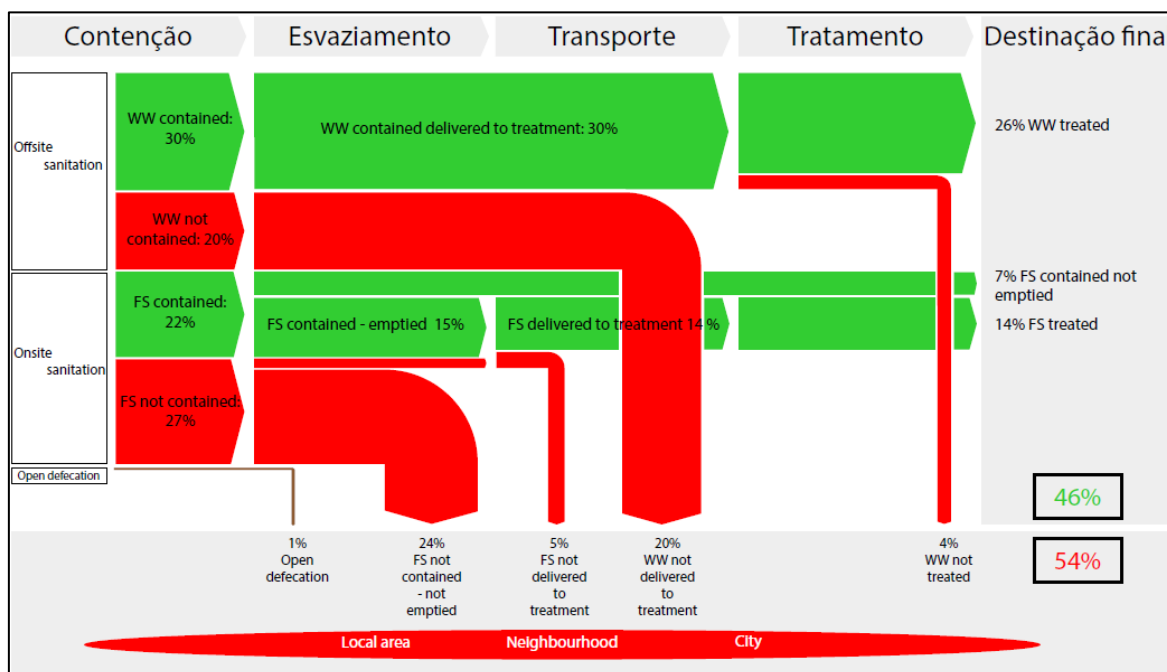
Fonte: SFD (2020).

O relatório que compõe o SFD contém informações a respeito do contexto da área urbana do município, das políticas, legislações e regulamentos relacionados ao serviço de prestação de esgotamento sanitário, aspectos sobre o planejamento em relação ao esgotamento sanitário, e uma análise sobre a cadeia de serviços de

esgotamento. A ferramenta também considera a avaliação do risco de poluição de águas subterrâneas para alguns tipos de sistemas, classificando em “risco significativo” e “baixo risco”, conforme dados disponíveis sobre água potável de fontes de subterrâneas, hidrogeologia e a distância entre as fontes de água subterrânea e as instalações de esgotamento.

O gráfico (Figura 11) é gerado a partir dos dados coletados. A representação visual dos resultados dos serviços de esgotamento sanitário mostra a porcentagem de pessoas para quais o esgoto é gerenciado de maneira segura, em relação ao fluxo e destinação final (SFD, 2018).

Figura 11 – Gráfico gerado a partir do uso da ferramenta SFD para o município de Manaus, Amazonas



Fonte: Adaptado de Talamini e Burchard (2018).

As setas em verdes representam o esgoto que está sendo destinado de forma correta e segura, e as setas vermelhas representam a forma inadequada e insegura. Os fluxos que são dispostos no meio ambiente são representados pelas setas virando para a parte inferior do gráfico, e a largura de cada seta é proporcional à população contribuinte.

A metodologia SFD adota e define os termos utilizados para a coleta e classificação dos dados, conforme descrito no Quadro 1.

Quadro 1 – Definição dos termos utilizados pela metodologia e ferramenta SFD

Termo	Definição
Saneamento <i>Offsite</i> (com rede de coleta)	É o sistema de esgotamento coletivo, no qual o esgoto é coletado e transportado para fora do local onde é gerado. Dependem dos sistemas de transporte de esgoto.
Saneamento <i>Onsite</i> (sem rede de coleta)	É o sistema local de esgotamento em que os efluentes são coletados, armazenados e/ou tratados, e esvaziados no local onde são gerados.
Gerenciamento seguro	É o resultado da prestação dos serviços de esgotamento que provavelmente resultará em baixo risco para a saúde pública, levando em conta a destinação final do esgoto no meio ambiente e a exposição da população.
Gerenciamento inseguro	Neste caso, o resultado da prestação dos serviços de esgotamento está relacionado à um risco significativo para a saúde pública, levando em conta a destinação final do esgoto no meio ambiente e a exposição da população.
Contenção	É a primeira parte da cadeia de serviços de esgotamento. Nos sistemas <i>offsite</i> estão inclusos: o banheiro, o sistema ao qual o banheiro está conectado (normalmente é a tubulação conectada ao sistema da rede de esgoto). Para os sistemas <i>onsite</i> estão incluídos: o banheiro, a tecnologia de sistema local em que o banheiro está conectado, e, se houver, a segunda etapa do sistema <i>onsite</i> em que o banheiro estiver interligado (por exemplo: sumidouro ou rede de esgoto).
Esvaziamento	Consiste na remoção manual ou motorizada dos lodos provenientes dos sistemas de esgotamento <i>onsite</i> .
Transporte	Para os sistemas <i>offsite</i> , o transporte refere-se aos sistemas de coleta rede de esgoto. Para os sistemas <i>onsite</i> , o transporte pode se dar manualmente ou através de sistemas motorizados de remoção de lodo.
Tratamento	Processos que alteram as características físicas, químicas e biológicas ou a composição das águas residuais ou do lodo, de modo que sejam convertidos em um produto seguro para o uso final.
Reuso	Reutilização dos subprodutos de saída de uma estação de tratamento de esgoto.
Destinação final	Métodos pelos quais os subprodutos das estações de tratamento são devolvidos ao meio ambiente. Destinação final refere-se apenas à aplicação do esgoto e lodo tratados. Qualquer água residual lançada no meio ambiente sem tratamento é considerada como descarga.

Fonte: Adaptado de SFD (2018).

Os relatórios SFD, podem ser desenvolvidos em 4 níveis diferentes, que estão relacionados à extensão de dados necessários e ao grau de aprofundamento da

análise (MOURA, 2019). Em quaisquer um dos níveis, dois aspectos amplos devem ser avaliados, estando eles descrito no Quadro 2.

Quadro 2 – Componentes do relatório SFD

Aspectos a serem avaliados	Objetivo	Resultados
Contexto da prestação de serviços	Para identificar o status da prestação de serviços de saneamento na área urbana	Seções descritivas do relatório SFD
Gerenciamento dos esgotos através da cadeia de serviços de saneamento	Identificar as proporções de excrementos que são gerenciados de maneira segura ou insegura através da cadeia de serviços de saneamento	Gráfico SFD

Fonte: Adaptado de SFD (2018).

O SFD *lite* é utilizado para preparar um relatório e gráfico com uma quantidade mínima de dados de suporte e onde há fontes referenciadas para utilização desses dados. Neste caso, o foco está em coletar dados sobre o gerenciamento dos esgotos ao longo da cadeia de prestação de serviços, sem considerar as informações do contexto de prestação de serviços.

O nível inicial é utilizado quando há quantidade limitada de dados secundários disponíveis e o acesso às partes interessadas é limitado devido à fatores como tempo, logística ou recursos. Neste relatório, quaisquer lacunas de dados são identificadas e as suposições feitas são claramente justificadas.

O nível intermediário do relatório consiste em utilizar dados secundários extensos e também é possível acessar as partes interessadas para entrevistas e coletas de dados. Segundo Moura (2019), neste nível é possível fazer inferências quali-quantitativas e se obter um vislumbre do aspecto social.

O SFD avançado utiliza informações mais profundas, através do uso de dados secundários, bem como, da coleta sistemática de dados primários qualitativos e quantitativos, requeridos através de entrevistas, observações e medições.

O Quadro 3 resume os dados necessários para produção de cada um dos níveis de relatórios.

Quadro 3 – Dados requeridos para cada nível de relatório

Legenda da Coleta de Dados				
● necessário ★ não necessário ■ recomendável				
Dados	Nível do SFD			
	Avançado	Intermediário	Inicial	Lite
Política local, leis resoluções sobre o fornecimento de serviços de esgotamento sanitário	●	●	●	★
Plano de investimentos no setor, quanto dos financiamentos vem de órgãos públicos e quanto vem de órgãos privados	●	■	★	★
Diversidade de tecnologias de contenção que seja possível abranger o maior número de pessoas, especialmente os de baixa renda	●	■	★	★
Plano para expandir os serviços de saneamento para os assentamentos irregulares	●	●	■	★
Existem condições do sistema de esgotamento sanitário atual comportar mais pessoas caso os serviços sejam expandidos	●	★	★	★
Gestão do esgoto gerado analisando a cadeia de serviços	●	●	●	●

Fonte: Adaptado de Moura (2019).

3.5 INDICADORES DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Segundo Alegre *et al.* (2000 *apud* SPERLING e SPERLING, 2013), o termo indicador significa indicar, revelar, apontar, assimilar e, também, é denominado como indicador de desempenho, que no setor de saneamento é uma medida quantitativa da eficiência e eficácia relativas a aspectos da atividade desenvolvida ou do comportamento dos sistemas.

O principal papel dos indicadores é a transformação de dados em informações mais relevantes, a serem apresentadas aos interessados de maneira mais simplificada, através de um arranjo de informações, permitindo uma visão sintetizada (VON SCHIRNDING, 2002).

A palavra informação ou variáveis é utilizada para caracterizar os dados primários coletados, sendo, portanto, o termo indicador utilizado para informações obtidas pelo cruzamento de pelo menos duas informações primárias ou variáveis, geralmente expressos por porcentagem, ou sendo adimensionais (BRASIL, 2019).

3.5.1 Programa de Monitoramento Conjunto para Água e Saneamento

O *Joint Monitoring Programme For Water Supply, Sanitation And Hygiene* (JMP), Programa de Monitoramento Conjunto para Água e Saneamento da OMS/UNICEF, é o mecanismo oficial ONU para supervisionar o progresso de países, regiões e mundo, no que tange especialmente às metas dos ODS relacionadas ao acesso universal à água potável, higiene e esgotamento sanitário, através do desenvolvimento de estimativas confiáveis. Devido ampla base de dados globais que o programa reúne, tornou-se a principal fonte para estimar o progresso ao atendimento das metas da ODS, através de um total de 26 indicadores, apresentado os resultados em a nível nacional, regional e global. Os indicadores são expressos em porcentagem da população utiliza uma determinada tecnologia ou nível de serviço (JMP, 2020).

Para a avaliação e monitoramento dos indicadores dos serviços de esgotamento, o programa adota em sua metodologia uma série de conceitos e terminologias relacionadas aos serviços de saneamento e suas instalações.

O JMP refere-se que serviços de esgotamento sanitário são aqueles onde há o gerenciamento do esgoto através das instalações utilizadas pelos indivíduos, compreendendo o esvaziamento e transporte para o tratamento e destinação final ou reuso. O conceito de instalações sanitárias aprimoradas (*improved sanitation*) também é utilizado, sendo definido como as instalações projetadas para separar de maneira segura e higiênica o esgoto do contato humano, e incluem: descarga, interligação com o sistema de redes de esgoto dos sistemas coletivos ou então com os sistemas individuais, como os tanques sépticos, onde estão incluídos também os banheiros secos (JMP, 2020).

No Quadro 4 estão demonstrados os critérios estabelecidos para avaliar e comparar entres os países os níveis de serviços de esgotamento utilizados.

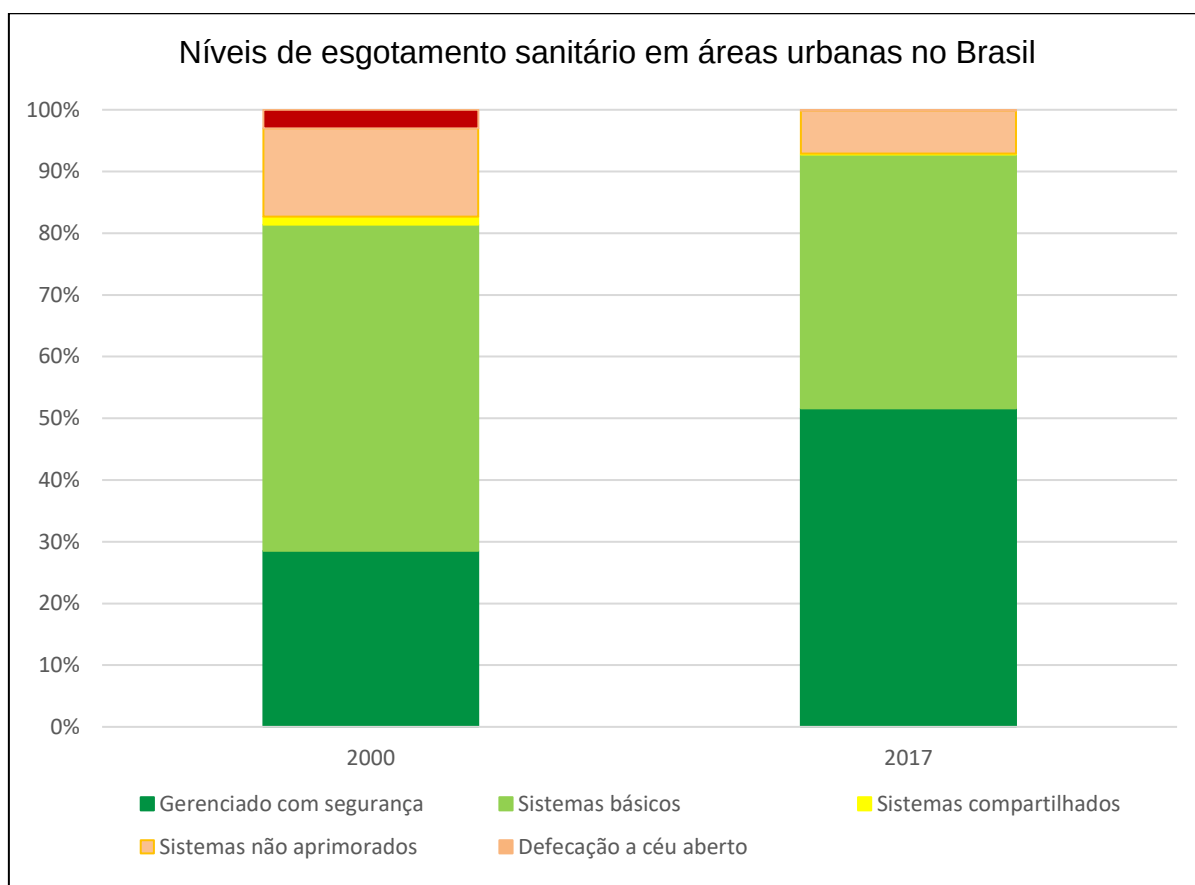
Quadro 4 – Critérios adotados pelo JMP em relação ao serviço de esgotamento sanitário

Critérios	Definição
Instalações sanitárias aprimoradas (<i>improved sanitation</i>)	Projetadas para separar de maneira segura e higiênica o esgoto do contato humano, e incluem: descarga, interligação com o sistema de redes de esgoto dos sistemas coletivos ou então com os sistemas individuais, como os tanques sépticos, onde estão incluídos também os banheiros secos.
Defecação a céu aberto (<i>open defecation</i>)	Eliminação das fezes humanas em qualquer ambiente aberto ou em conjunto com os resíduos sólidos.
Sistemas não aprimorados (<i>unimproved</i>)	Uso de latrinas sem nenhuma estrutura de isolamento, podendo ser suspensas ou contar com a utilização de baldes.
Sistemas compartilhados (<i>limited</i>)	Instalações sanitárias aprimoradas que são compartilhadas com duas ou mais unidades residenciais.
Sistemas básicos (<i>basic</i>)	Instalações sanitárias que são melhoradas e não são compartilhadas com outras residências.
Gerenciados com segurança (<i>safely managed</i>)	Instalações sanitárias que não são compartilhadas com outras residências, e onde os esgotos são destinados para tratamento de forma segura no local, ou então, quando são transportados e tratados de maneira segura fora do local de geração.

Fonte: adaptado de JMP (2020).

Os índices de nível de esgotamento sanitário de acordo com a porcentagem da população atendida levantados para o Brasil nos anos de 2000 e 2017, calculados através da metodologia estabelecida pelo JMP, estão demonstrados no Gráfico 1 abaixo.

Gráfico 1 - Porcentagem da população com atendimento aos níveis de serviço de esgotamento sanitário em áreas urbanas no Brasil



Fonte: adaptado de JMP (2020).

3.5.2 Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS

O sistema de informações e indicadores disponibilizados pelo SNIS apoia-se num banco de dados administrado pela esfera federal, onde atende a múltiplos propósitos, através de informações de caráter institucional, administrativo, operacional, gerencial, econômico, financeiro e sobre a qualidade da prestação dos serviços de saneamento (COSTA *et al.*, 2013).

Entre os múltiplos propósitos aos quais o sistema se propõe a atender, pode-se dividi-los entre cada uma das esferas administrativas (BRASIL, 2005):

- Federal: planejar, dar suporte para a execução de políticas públicas com objetivo de orientar a aplicação de investimentos, construir estratégias de ação, acompanhamento de programas e a avaliação de desempenho dos serviços;
- Estadual e municipal: regulação e a fiscalização da prestação dos serviços, elevação dos níveis de eficiência e eficácia na gestão das entidades

prestadoras, conhecer a realidade atual, orientar investimentos, custos e tarifas e, também, incentivar a participação da sociedade no controle social, através do monitoramento e da avaliação dos efeitos das políticas públicas.

Para composição desse sistema, os prestadores dos serviços de saneamento preenchem os formulários de informações de caráter auto declaratório, o que faz com que não se tenha certeza acerca da confiança e da exatidão desses dados prestados (BRASIL, 2018).

O SNIS calcula 84 indicadores relacionados aos serviços de prestação de água e esgoto, representando 72,7% em relação ao total de municípios, onde reside 164,1 milhões representando 92,9% da população urbana do Brasil.

Na Tabela 1 estão demonstrados os indicadores de esgotamento sanitário coletados no SNIS para o município de Florianópolis/SC no ano de 2018.

Tabela 1 – Indicadores de esgoto para o município de Florianópolis referente ao ano de 2018

Indicadores	Índice	Unidade	Informações relacionadas
IN015 - Índice de coleta de esgoto	48,03	%	Volume de água consumido Volume de água tratada exportado Volume de esgotos coletado
IN016 - Índice de tratamento de esgoto	100	%	Volume de esgotos coletado Volume de esgotos tratado Volume de esgotos bruto importado Volume de esgoto importado tratado nas instalações do importador Volume de esgoto bruto exportado tratado nas instalações do importador
IN024 - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água	66,65	%	População urbana atendida com esgotamento sanitário População urbana residente do(s) município(s) com abastecimento de água População urbana residente do(s) município(s) com esgotamento sanitário População urbana do município do ano de referência

Fonte: SNIS (2019).

3.5.3 *Ranking* ABES

O *Ranking* da Universalização do Saneamento, desenvolvido pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), é um instrumento de avaliação do setor no Brasil, que representa o percentual da população com acesso aos serviços de saneamento, a partir de indicadores de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, coleta e destinação adequada de resíduos sólidos. Os indicadores são elaborados a partir dos dados disponíveis no SNIS, que permitem identificar o quão próximo os municípios estão da universalização do saneamento, apurando os impactos da precariedade ou da ausência desses serviços na saúde da população (ABES, 2020).

O *Ranking* ABES divulgado para o ano de 2020 representou 70% da população através dos dados de 1857 municípios, o que representa 33% do total de municípios brasileiros.

A pontuação total é calculada pelo somatório de desempenho obtido para cada um dos cinco indicadores selecionados do SNIS, sendo que o máximo possível é de 500 pontos, o que representa que o município alcançou 100% de desempenho em todos eles (ABES, 2020). Para compor o ranking, os municípios são classificados em quatro categorias de pontuação (Quadro 5).

Quadro 5 - Categorias e pontuação para classificação dos municípios de acordo com o *Ranking* ABES.

Categorias	Pontuação
Rumo à universalização	Acima de 489,00
Compromisso com a universalização	450,00 até 489,00
Empenho para a universalização	200,00 até 449,99
Primeiros passos para a universalização	Abaixo de 200,00

Fonte: ABES (2020).

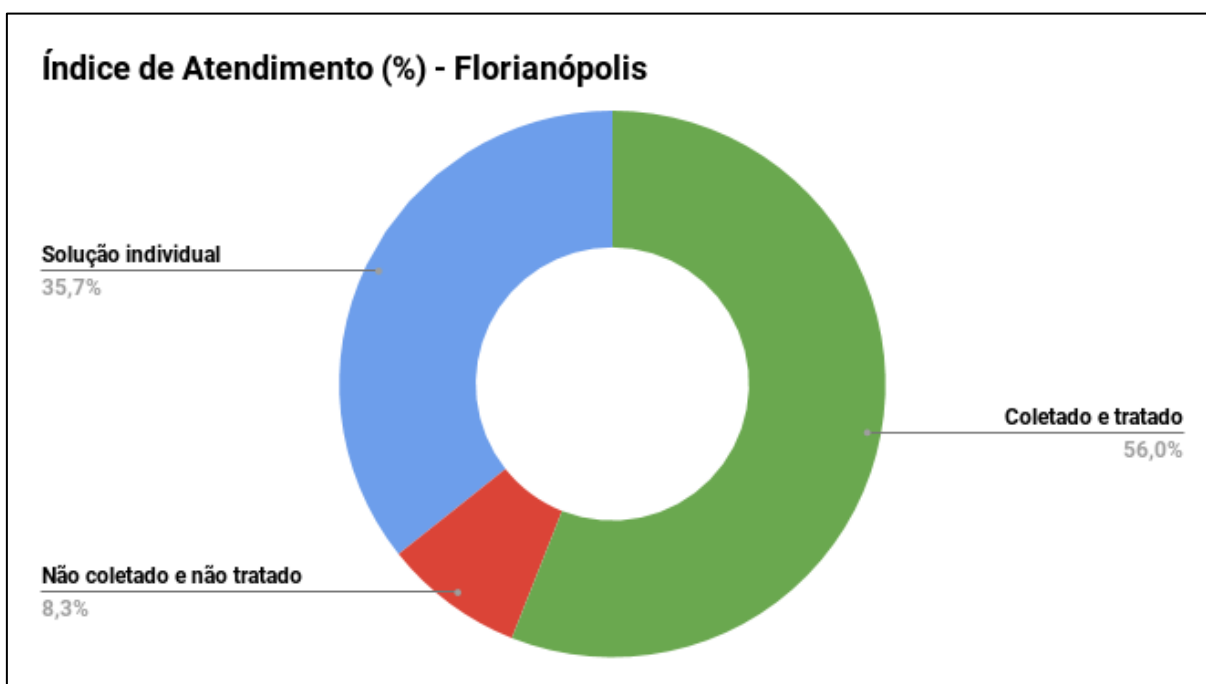
De acordo com o último *ranking* publicado (ABES, 2020), Florianópolis encontra-se classificada como um município de grande porte que está em “empenho para a universalização”, totalizando uma pontuação de 424,17. Desta pontuação total,

64,13 e 60,04 pontos referem-se aos índices de coleta e tratamento de esgoto, respectivamente.

3.5.4 Atlas Esgotos

A Agência Nacional de Águas (ANA) reúne um diagnóstico sobre a situação atual do esgotamento sanitário através do Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas. Neste trabalho realizado pela agência, são apresentados dados para todas as sedes municipais do país. O sistema trata da interface das informações de esgotamento com as de recursos hídricos, com enfoque nas implicações na qualidade dos respectivos corpos d'água receptores (ANA, 2017). O índice obtido para o município de Florianópolis no ano de 2013 está apresentado no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Índice de atendimento do esgotamento sanitário para o município de Florianópolis para o ano de 2013



Fonte: BRASIL (2020).

3.5.5 Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável

O Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Municipal Sustentável (SIDMS), desenvolvido pela Fundação Catarinense de Municípios (FECAM), tem o objetivo de

avaliar os municípios de acordo com o seu nível de desenvolvimento sustentável, apoiado em nas melhorias das dimensões ambientais, políticas, socioculturais e econômicas (FECAM, 2018).

O Índice de Desenvolvimento Municipal Sustentável (IDMS) é composto pela agregação das dimensões avaliadas e, também é expresso em subdimensões, para cada um dos seus componentes. A ferramenta tem por objetivo estimular o planejamento, avaliação e tomada de decisão a partir de informações técnicas, através de uma base de referência (FECAM, 2018).

A dimensão ambiental é composta pela subdimensão do meio ambiente, onde estão elencados os indicadores de gestão ambiental, preservação ambiental e de cobertura de saneamento. O indicador de cobertura de saneamento é expresso pela avaliação das seguintes variáveis em relação aos domicílios atendidos com: coleta de lixo, rede pública de água e rede geral de esgoto ou fossa séptica (FECAM, 2018).

O IDMS e suas dimensões podem variar do valor de 0,000 até 1,000, e são classificados de acordo com as faixas de valores expressas no Quadro 6.

Quadro 6 - Classificação do IDMS

Valor do IDMS	Classificação
Maior ou igual a 0,875	Alto
Maior ou igual a 0,750 e menor que 0,875	Médio alto
Maior ou igual a 0,625 e menor que 0,750	Médio
Maior ou igual a 0,500 e menor que 0,625	Médio baixo
Menor que 0,500	Baixo

Fonte: FECAM (2018).

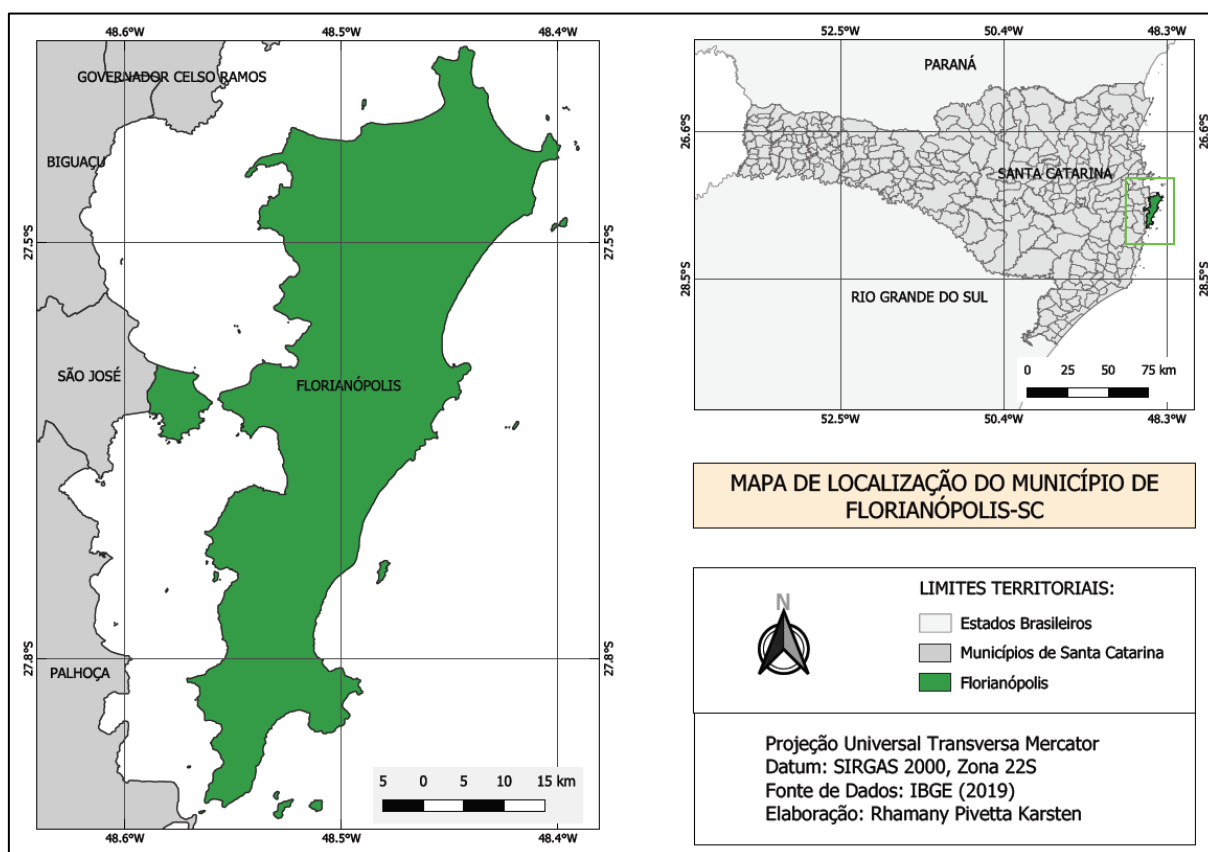
Para o município de Florianópolis, o IDMS calculado com base no ano de 2018 foi de 0,712, classificado como médio, e para a dimensão ambiental, a composição do índice foi de 0,800, classificado como médio alto. Para a variável de domicílios com acesso a rede geral de esgoto ou fossa séptica, o índice calculado de 0,803 classificado como médio alto, representando 88,65% de acesso.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo adotado neste trabalho é do tipo exploratório visto que envolve um estudo de caso, realizado no município de Florianópolis/SC (Figura 12). Para atingir o objetivo deste trabalho, foi aplicada a metodologia da ferramenta SFD, a fim de gerar os gráficos para avaliação do gerenciamento do esgotamento sanitário no município.

Figura 12 – Localização do município de Florianópolis



Fonte: Elaborado pelo autor.

As soluções para o esgotamento sanitário do município de Florianópolis contemplam sistemas coletivos públicos, sete sistemas de esgotamento sanitário (SES) operadas pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), e sistemas locais coletivos, como por exemplo, o SES do bairro de Jurerê Internacional, operado pela iniciativa privada. Além disso, existem também as soluções locais adotadas por condomínios e loteamentos, além dos sistemas locais individuais, como por exemplo, os tanques sépticos e tratamentos complementares (PMF, 2019).

4.2 COLETA DE DADOS

O processo de coleta de dados necessários concentrou-se na análise de cada estágio da cadeia de saneamento (Quadro 7), buscando identificar os resultados dos serviços prestados.

Quadro 7 – Dados requeridos em cada parte da cadeia de serviços

Contenção	Esvaziamento	Transporte	Tratamento
Dados sobre a cobertura da coleta de esgoto	Como é feito o esvaziamento dos sistemas individuais	Quantidade transportada para o tratamento	Quantidade que é tratada em relação ao que é coletado
Tipo de tecnologia utilizada		Tipo de transporte utilizado	

Fonte: Adaptado de Moura (2019).

As fontes de dados utilizadas referentes ao município de Florianópolis estão expressas no Quadro 8, de acordo com o tipo de informação requerida.

Quadro 8 – Fontes de dados utilizadas durante a coleta de dados

Dados coletados	Fonte utilizada
Dados sobre os sistemas de esgotamento sanitário	Censo Demográfico (IBGE, 2010) e Sistema de Informações Geográficas (CASAN, 2020)
Mapa de Localização	IBGE (2020)

Fonte: Elaborado pela autora.

As variáveis utilizadas do banco de dados do Censo Demográfico de 2010 foram selecionadas a partir da seção de Características da População dos Domicílios, onde filtrou-se as informações referentes ao número de Domicílios Particulares Permanentes (DPPs) e o tipo de esgotamento sanitário utilizado, classificado em:

- Rede geral de esgoto/pluvial: quando a canalização das águas servidas e dos dejetos, proveniente do banheiro ou sanitário, estava ligada a um sistema de coleta que os conduzia a um desaguadouro geral da área, região ou município;
- Fossa séptica: quando a canalização do banheiro ou sanitário estava ligada a uma fossa séptica, ou seja, a matéria era esgotada para uma fossa próxima, onde passava por um processo de tratamento;

- Fossa rudimentar: quando o banheiro ou sanitário estava ligado a uma fossa rústica;
- Vala: quando o banheiro ou sanitário estava ligado diretamente a uma vala a céu aberto;
- Rio, lago ou mar: quando o banheiro ou sanitário estava ligado diretamente a rio, lago ou mar;
- Outro escoadouro: quando o esgotamento dos dejetos, proveniente do banheiro ou sanitário, não se enquadrasse em quaisquer dos tipos descritos anteriormente.

Para aplicação desses dados na ferramenta SFD, adotou-se o número de domicílios particulares permanentes (DPPs) como sendo o universo populacional para aplicar na matriz. Após essa adequação, os dados foram transformados em porcentagem.

Visto que os dados censitários mais atuais disponíveis constam do ano de 2010, foi criado um método para que fosse possível uma adequação e maior aproximação da realidade, no que tange aos índices de domicílios conectados aos sistemas coletivos (rede geral de esgoto). Sendo assim, foram coletados os dados de número de economias ativas com acesso aos serviços de água, esgoto, e água/esgoto, disponibilizados pela CASAN, referentes ao município de Florianópolis/SC, no mês de setembro de 2020. Os dados foram coletados através do Sistema de Informações Geográficas (GIS) da CASAN (CASAN, 2020).

Após a coleta, as seguintes adequações foram realizadas:

- Amostra populacional: considerou-se o somatório do número de economias ativas de água, esgoto e água/esgoto;
- População conectada à rede geral de esgoto: considerou-se o somatório das economias ativas que fazem o uso dos serviços de água/esgoto e, também, daquelas que utilizam somente o serviço de esgoto;
- População conectada aos outros tipos de esgotamento sanitário: foram consideradas as economias ativas que possuem somente ligação de água.

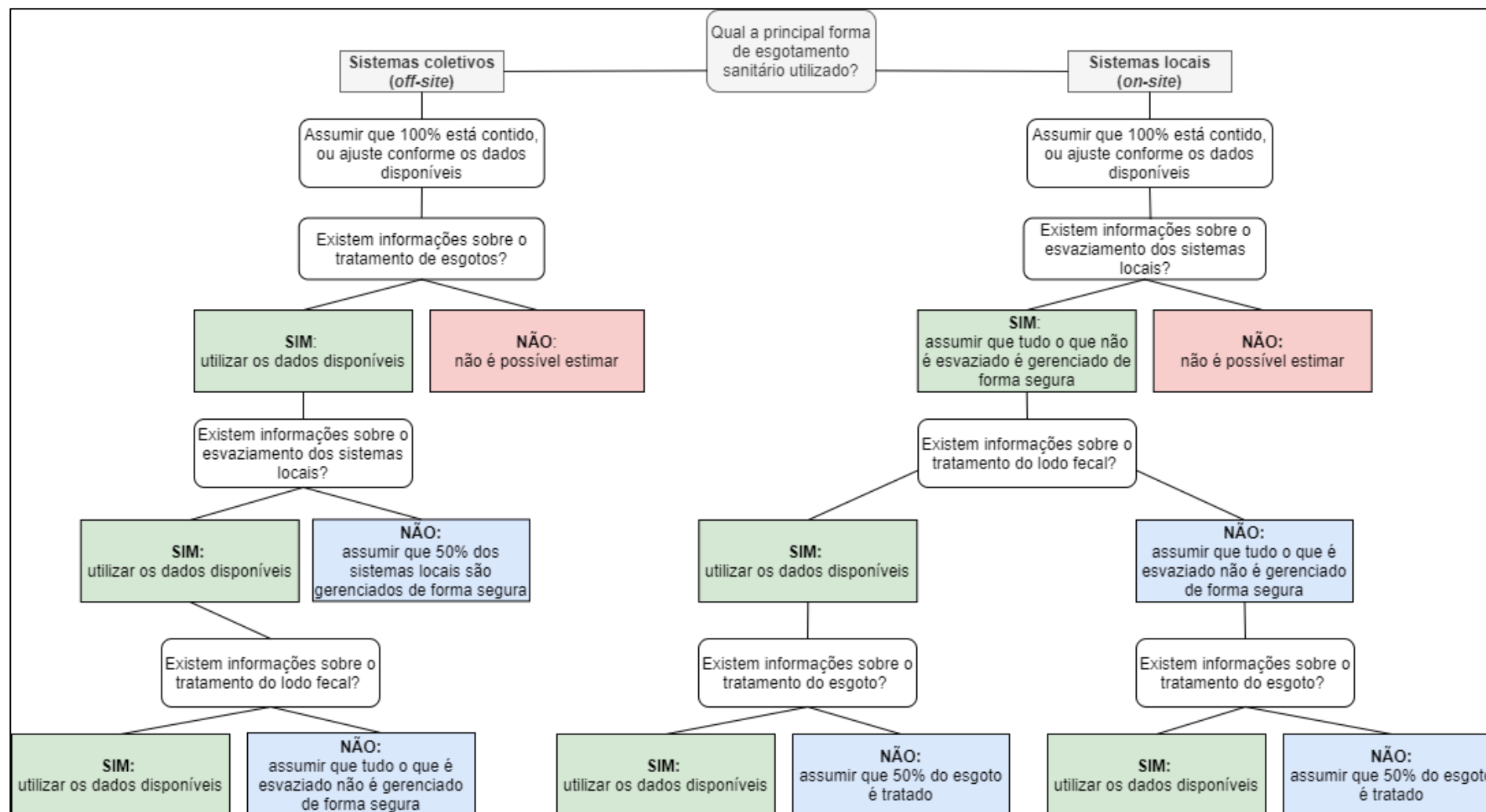
Todos os dados acima foram transformados em porcentagens para que pudessem ser aplicados na ferramenta SFD.

A principal diferença entre as bases de dados utilizadas é o índice de cobertura dos sistemas coletivos, alterando a composição global da cidade. Portanto, considerou-se que nos sistemas locais a distribuição das características de atendimento das áreas não contempladas pelos sistemas coletivos permaneceria a mesma obtida através do Censo Demográfico de 2010. Ou seja, utilizou-se a base de dados da CASAN para atualizar os índices de cobertura dos sistemas coletivos, e para a parcela restante aplicou-se a mesma distribuição das outras formas de esgotamento sanitário utilizados levantados pelo Censo.

4.3 ESTIMATIVA APLICADA

Como não existem dados e informações organizadas disponíveis sobre o fluxo dos esgotos ao longo da cadeia de serviços dos sistemas individuais, utilizou-se a metodologia descrita pelo JMP (2020). Através dessa metodologia, quando há dados disponíveis sobre o tipo de esgotamento utilizado pela maioria da população, é aplicada uma suposição para os sistemas de saneamento não dominantes, para que se obtenha uma estimativa dos serviços de saneamento gerenciados com segurança. O fluxograma para tomada de decisão sobre a estimativa dos serviços de esgotamento sanitário gerenciados de forma segura está disposto na Figura 13.

Figura 13 – Figura demonstrando o fluxograma para a tomada de decisão em relação às estimativas dos sistemas de esgotamento sanitário gerenciados de maneira segura



Fonte: adaptado de JMP (2020).

Como o sistema dominante de esgotamento sanitário utilizado no município de Florianópolis/SC é coletivo, adotou-se as estimativas expressas no Quadro 9 para a cadeia de serviços de saneamento dos sistemas individuais composto pelas fossas sépticas e fossas rudimentares.

Quadro 9 – Estimativas adotadas para os sistemas de fossas sépticas e fossas rudimentares

Esvaziamento	Transporte	Tratamento
50% do lodo fecal é esvaziado	50% do lodo fecal que é esvaziado é transportado e entregue para sistemas de tratamento	50% do lodo fecal entregue aos sistemas de tratamento é tratado

Fonte: Elaborado pela autora.

Também foi considerado que os indivíduos que declararam estar com seus domicílios conectados em valas, rio, lago, mar ou outro escoadouro não fazem o esvaziamento, transporte, tratamento do lodo fecal, visto que, naturalmente já são sistemas irregulares.

4.4 CENÁRIOS DESENVOLVIDOS

Para verificar o contexto da prestação de serviços de esgotamento sanitário no município de Florianópolis/SC, foram gerados dois cenários utilizando os bancos de dados coletados, conforme o Quadro 10.

Quadro 10 – Cenários adotados

Cenário 1	Cenário 2
Utilizando os dados do Censo de 2010	Utilizando atualização da cobertura dos sistemas coletivos obtida a partir da base de dados da CASAN
Aplicando as estimativas da metodologia JMP para os sistemas individuais	Utilizando a distribuição obtida nos sistemas locais com os dados do Censo de 2010, e aplicando as estimativas da metodologia JMP para esses sistemas

Fonte: Elaborado pela autora.

Além disso, foram adotadas 5 divisões territoriais para separação por áreas do município, gerando assim, os gráficos SFD para cada uma delas. Posteriormente, foram avaliados os resultados obtidos em cada das divisões. A criação dessas áreas teve como base o agrupamento das 133 unidades espaciais de planejamento (UEP), disponibilizadas pelo Geoprocessamento Corporativo da Prefeitura Municipal de Florianópolis (PMF, 2020). As regiões adotadas foram: norte, leste, centro, sul e continente.

Os cenários 1 e 2 também foram aplicados para cada uma dessas regiões.

Para avaliar a questão relativa ao risco de poluição de águas subterrâneas, foram delimitadas as áreas que possuem sistema de esgotamento sanitário coletivo e as áreas que possuem sistemas de tratamento locais. Utilizou-se o modelo digital do terreno disponibilizado pelo Geoprocessamento Corporativo da Prefeitura Municipal de Florianópolis, onde as áreas abaixo da curva de nível de 5 m foram consideradas como sendo de “risco significativo de poluição”.

Utilizou-se como critério para delimitação da altura dos sistemas individuais a profundidade útil máxima de 2,80 m, conforme definido na NBR 7229/1993. Foi acrescido 1,5 m, que é a distância mínima vertical entre o fundo da unidade de infiltração e o nível máximo do lençol freático, em consonância com a NBR 7229/1993.

Com base nas considerações acima, adotou-se uma altura de 5 m como sendo o limite para determinação do risco de poluição de águas subterrâneas e afloramento destas nos cursos de águas superficiais. As áreas de risco foram delimitadas, bem como as áreas que representam baixo risco de poluição. Esses resultados foram transformados em porcentagem e aplicados para os sistemas individuais selecionados.

4.5 GERAÇÃO DO GRÁFICO

Após a coleta de dados da prestação de serviços foi utilizado o SFD *Graphic Generator*, que consiste na ferramenta de cálculo para produzir o diagrama. O SFD *Graphic Generator* (Figura 14) funciona através de uma planilha que organiza os dados coletados e inseridos para criar uma matriz, mostrando todas as etapas dos sistemas de esgotamento, as porcentagens totais de excrementos para todas as variáveis considerada e, em seguida, produz automaticamente o gráfico SFD (SFD, 2018). Esta ferramenta é gratuita e de código aberto, possuindo versões *online* e para

download, que pode ser encontrada no site (<https://sfd.susana.org/>) da Aliança de Saneamento Sustentável (Sustainable Sanitation Alliance – SuSanA).

Figura 14 – SFD Graphic Generator

List A: Where does the toilet discharge to? (i.e. what type of containment technology, if any?)	List B: What is the containment technology connected to? (i.e. where does the outlet or overflow discharge to, if anything?)									
	to centralised combined sewer	to centralised foul/separate sewer	to decentralised combined sewer	to decentralised foul/separate sewer	to soakpit	to open drain or storm sewer	to water body	to open ground	to 'don't know where'	no outlet or overflow
No onsite container. Toilet discharges directly to destination given in List B					Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution					Not Applicable
Septic tank					Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution					
Fully lined tank (sealed)					Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution					
Lined tank with impermeable walls and open bottom	Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution	Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution	Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution	Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution	Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution					Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution
Lined pit with semi-permeable walls and open bottom	Not Applicable									Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution
Unlined pit										Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution
Pit (all types), never emptied but abandoned when full and covered with soil										Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution
Pit (all types), never emptied, abandoned when full but NOT adequately covered with soil										Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution
Toilet failed, damaged, collapsed or flooded										
Containment (septic tank or tank or pit latrine) failed, damaged, collapsed or flooded										
No toilet. Open defecation	Not Applicable									Not Applicable

Fonte: SuSanA (2020).

A “Lista A”, representada na primeira coluna, refere-se aos tipos de tecnologia de contenção ao qual o banheiro está conectado. Na “Lista B”, localizada na primeira linha, estão as possíveis destinações em que o esgoto está conectado, após a contenção.

No Quadro 11 estão listadas cada uma das opções de variáveis para seleção na “Lista A” e na “Lista B”.

Quadro 11 – Variáveis disponíveis para seleção na matriz de geração do gráfico SFD

Lista A		Lista B	
<i>No onsite container, toilet discharges directly to destination given in List B</i>	Não há nenhum sistema local de contenção, o banheiro descarrega diretamente em algum dos itens da Lista B	<i>To centralised combined sewer</i>	Para o sistema centralizado, coletivo e combinado
<i>Septic Tank</i>	Tanque séptico	<i>To centralised foul/separate sewer</i>	Para o sistema centralizado, coletivo e separador absoluto
<i>Fully lined tank (sealed)</i>	Tanque totalmente revestido (selado)	<i>To centralised combined sewer</i>	Para o sistema descentralizado, coletivo e combinado
<i>Lined tank with impermeable walls and open bottom</i>	Tanque revestido, com paredes impermeáveis e fundo aberto	<i>To centralised foul/separate sewer</i>	Para o sistema descentralizado, coletivo e separador absoluto
<i>Lined pit with semi-permeable walls and open bottom</i>	Tanque com paredes semipermeáveis e fundo aberto	<i>To soakpit</i>	Para o tanque séptico
<i>Unlined pit</i>	Poço sem revestimento	<i>To open drain or storm sewer</i>	Para o canal ou redes de drenagem
<i>Pit (all types), never emptied but abandoned when full and covered with soil</i>	Poço (todos os tipos), nunca esvaziado, porém é abandonando quando cheio e coberto com solo	<i>To water body</i>	Para o corpo hídrico
<i>Pit (all types), never emptied but abandoned when full and NOT covered with soil</i>	Poço (todos os tipos), nunca esvaziado, porém é abandonando quando cheio e NÃO é coberto com solo	<i>To open ground</i>	Para a superfície do solo
<i>User interface failed, damaged, collapsed or flooded</i>	Banheiro falhou, ou está danificado, colapsado ou inundado	<i>To 'don't know where'</i>	Para 'não sei onde'
<i>Containment (septic tank or tank or pit latrine) failed, damaged, collapsed or flooded</i>	Contenção (tanque séptico, tanque ou latrina) falhou, ou está danificado, colapsado ou inundado	<i>No outlet or overflow</i>	Não há saída ou extravasamento
<i>Open defecation</i>	Defecação à céu aberto		

Fonte: Adaptado de SFD (2018).

Para montar o diagrama foram selecionadas as seguintes intersecções na matriz do gráfico (Figura 15), de acordo com os dados coletados sobre as tecnologias de esgotamento sanitário utilizadas no município, sendo elas:

- Não há nenhum sistema local de contenção e o banheiro descarrega diretamente em um sistema centralizado, coletivo e combinado;
- Não há nenhum sistema local de contenção e o banheiro descarrega diretamente para um canal ou redes de drenagem;

- O esgoto é descarregado para o tanque séptico e este está ligado ao sumidouro. Neste ponto, foram selecionadas as variáveis relacionadas ao baixo e significativo de poluição das águas subterrâneas;
- Tanque revestido, com paredes impermeáveis e fundo aberto, estando conectado ao sumidouro. Foram selecionadas as variáveis para estimar os riscos de poluição das águas subterrâneas;
- Contenção falhou, ou está danificada, colapsada ou inundado, e o esgoto está sendo descarregado ou no corpo hídrico, ou na superfície do solo, ou não se sabe para onde.

As mesmas variáveis foram selecionadas para todos os cenários de todas as regiões analisadas.

Figura 15 – Seleção das variáveis

List A: Where does the toilet discharge to? (i.e. what type of containment technology, if any?)	List B: What is the containment technology connected to? (i.e. where does the outlet or overflow discharge to, if anything?)									
	to centralised combined sewer	to centralised foul/separate sewer	to decentralised combined sewer	to decentralised foul/separate sewer	to soakpit	to open drain or storm sewer	to water body	to open ground	to 'don't know where'	no outlet or overflow
No onsite container. Toilet discharges directly to destination given in List B		T1A1C2			Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution	T1A1C5				Not Applicable
Septic tank					T2A2C5					
Fully lined tank (sealed)					T1A2C5					
Lined tank with impermeable walls and open bottom	Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution	Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution	Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution	Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution	T2A4C5 T1A4C5					Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution
Lined pit with semi-permeable walls and open bottom	Not Applicable									Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution
Unlined pit										Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution
Pit (all types), never emptied but abandoned when full and covered with soil										Significant risk of GW pollution Low risk of GW pollution
Pit (all types), never emptied, abandoned when full but NOT adequately covered with soil										
User interface failed, damaged, collapsed or flooded										
Containment (septic tank or tank or pit latrine) failed, damaged, collapsed or flooded							T1B10 C7 TO C9	T1B10 C7 TO C9	T1B10 C7 TO C9	
No toilet. Open defecation	Not Applicable									Not Applicable

Fonte: Elaborado pela autora.

Na sequência, o software gera a matriz do SFD, onde são inseridas as porcentagens da população que tem acesso a cada um dos sistemas selecionados

anteriormente, para as etapas de contenção, transporte, tratamento e destinação final. Na Figura 16 é demonstrado um exemplo da matriz a ser gerada.

Figura 16 – Matriz SFD

System label	Population	F3	F4	F5
System description	Proportion of population using this type of system	Proportion of this type of system from which faecal sludge is emptied	Proportion of faecal sludge emptied, which is delivered to treatment plants	Proportion of faecal sludge delivered to treatment plants, which is treated
T1A2C5 Septic tank connected to soak pit	Pop - 0 % +	F3 - 0 % +	F4 - 0 % +	F5 - 0 % +
T1A4C5 Lined tank with impermeable walls and open bottom, connected to a soak pit	Pop - 0 % +	F3 - 0 % +	F4 - 0 % +	F5 - 0 % +
T2A2C5 Septic tank connected to soak pit, where there is a 'significant risk' of groundwater pollution	Pop - 0 % +	F3 - 0 % +	F4 - 0 % +	F5 - 0 % +
T2A4C5 Lined tank with impermeable walls and open bottom, connected to a soak pit, where there is a 'significant risk' of groundwater pollution	Pop - 0 % +	F3 - 0 % +	F4 - 0 % +	F5 - 0 % +

Fonte: SuSanA (2020).

4.6 COMPARAÇÃO COM INDICADORES

Para realizar a comparação dos resultados do SFD obtidos para o município de Florianópolis, foram utilizados os dados de indicadores de esgotamento sanitário e os resultados dos índices selecionados (Quadro 12). Os indicadores selecionados que avaliam o município de Florianópolis no que tange ao esgotamento sanitário foram: SNIS, *Ranking* ABES, Atlas Esgoto e Índice de Desenvolvimento Municipal Sustentável (IDMS). O indicador calculado pelo JMP não apresenta os dados por município e, portanto, utilizou-se os dados calculados para a realidade brasileira.

Nesta etapa, foram comparados apenas os resultados obtidos para os cenários do município, ou seja, os resultados analisados para as cinco áreas adotados não foram comparados com os indicadores.

Quadro 12 – Indicadores de esgotamento sanitário utilizados para comparação com os resultados do SFD

Indicador	Ano	Índice	Valor	Localidade avaliada
JMP	2017	Defecação a céu aberto	0,16%	Brasil
		Sistemas não aprimorados	6,92%	
		Sistemas compartilhados	0,16%	
		Sistemas básicos	41,16%	
		Gerenciados com segurança	51,60%	
SNIS	2018	Atendimento urbano de esgoto	66,65%	Florianópolis
		Coleta de esgoto	48,03%	
		Tratamento de esgoto	100%	
<i>Ranking</i> ABES	2020	Coleta de esgoto	64,13 pontos	Florianópolis
		Tratamento de esgoto	60,04 pontos	
Atlas Esgotos	2013	Coletado e tratado	56,0%	Florianópolis
		Solução individual	35,7%	
		Não coletado e não tratado	8,3%	
IDMS	2018	Domicílios com acesso a rede geral de esgoto ou fossa séptica	88,65%	Florianópolis

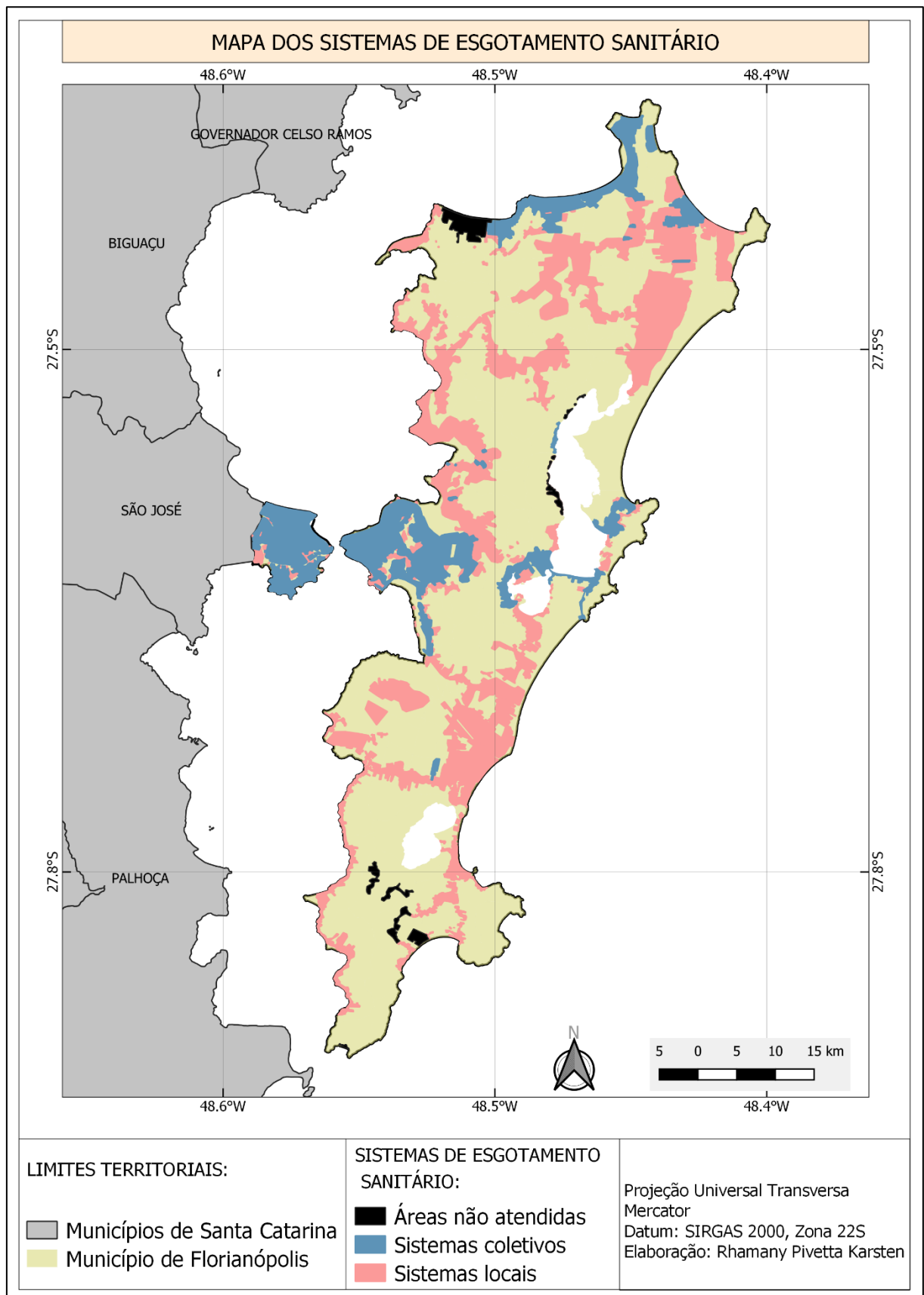
Fonte: Elaborado pela autora.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ÁREAS DE RISCO DE POLUIÇÃO

Os resultados obtidos partiram do mapa de delimitação das áreas no município de Florianópolis onde estão presentes os sistemas de esgotamento sanitário coletivos e locais, conforme a Figura 17. As áreas delimitadas como “não atendidas” são aquelas onde a Casan não possui a nenhum tipo de ligação de serviços de água, água/esgoto ou esgoto, e foram consideradas foras do universo de amostragem populacional.

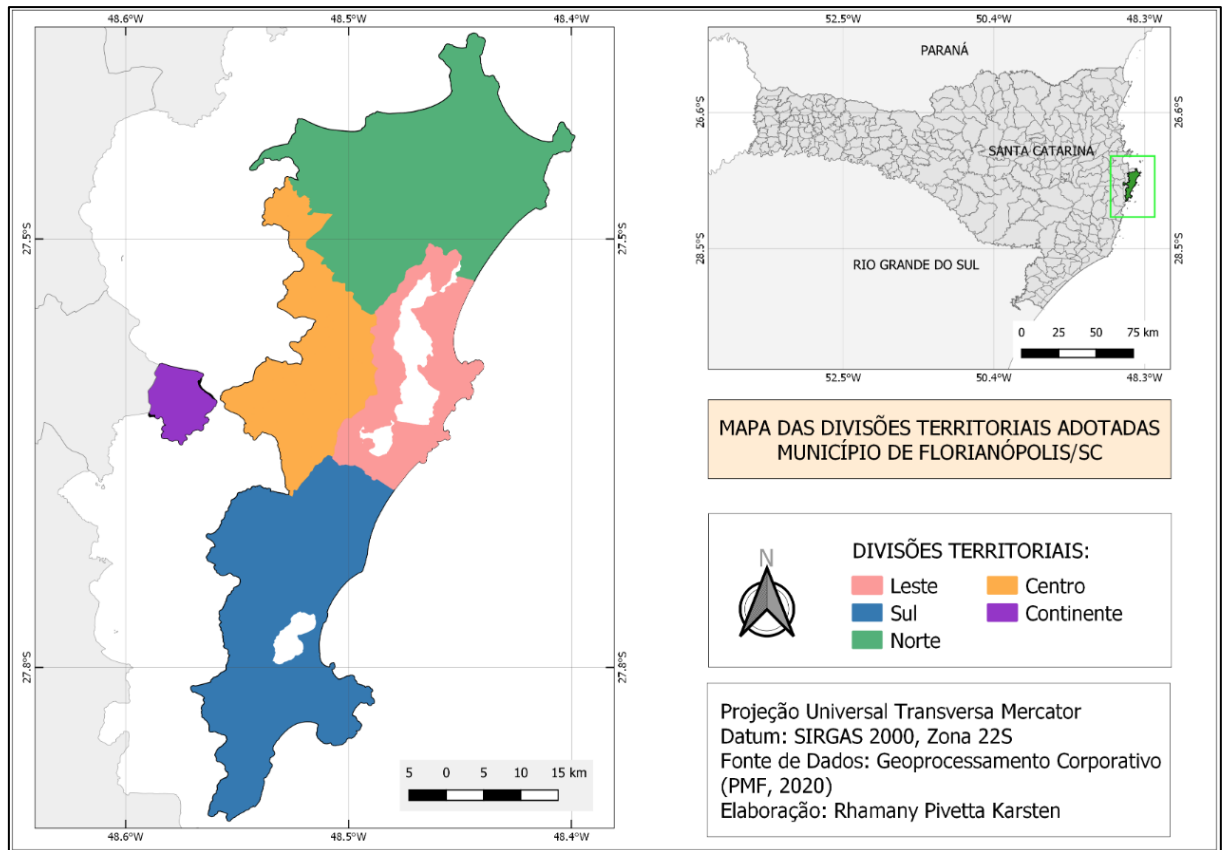
Figura 17 – Sistemas de esgotamento sanitário que compõe o município de Florianópolis, 2020.



Fonte: Elaborado pela autora.

O município de Florianópolis foi dividido em 5 áreas, conforme a Figura 18, e os resultados serão apresentados por cada uma das regiões analisadas, bem como, para o município como um todo. As áreas foram divididas em regiões denominadas como: leste, sul, norte, centro e continente.

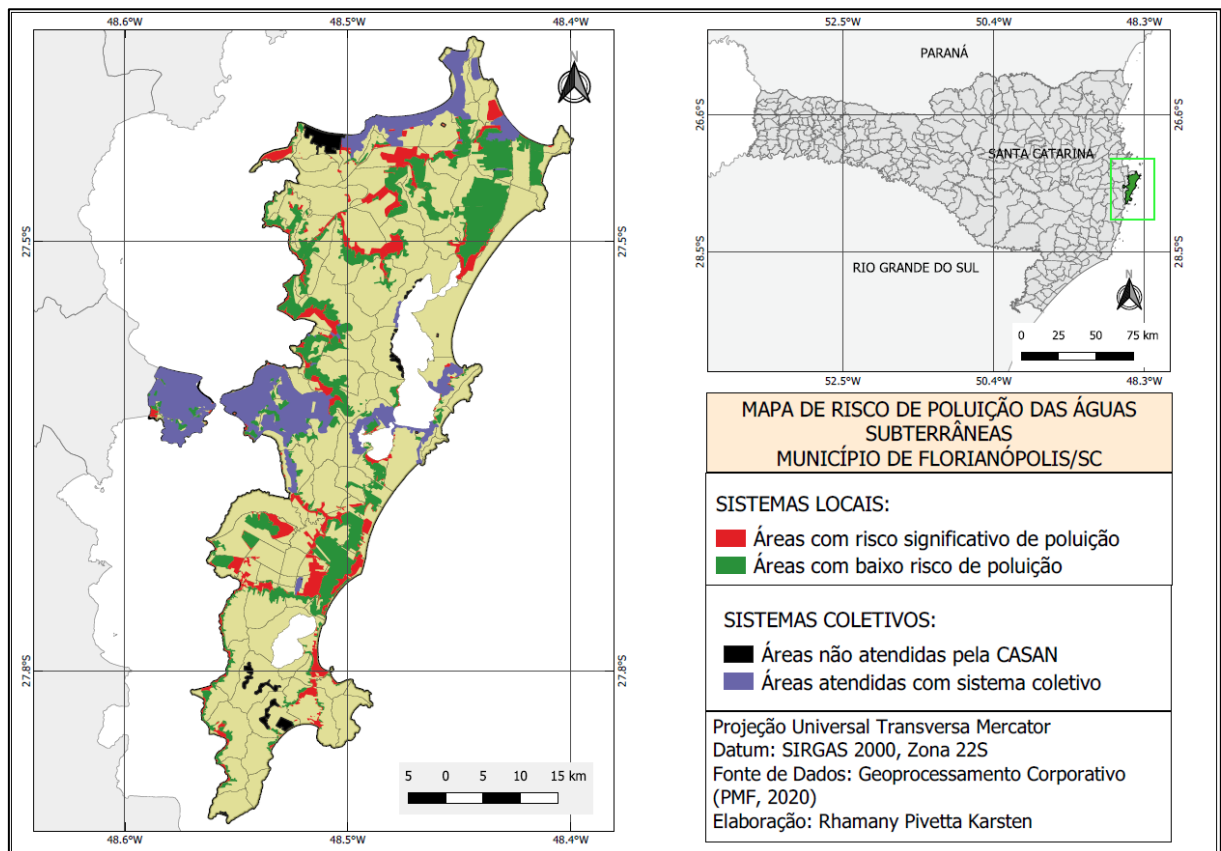
Figura 18 – Divisões territoriais adotadas no município de Florianópolis/SC



Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 19 apresenta o resultado da delimitação das áreas atendidas por sistemas locais que possuem ou não risco de poluição de águas subterrâneas, tendo em vista, sua cota em relação ao lençol freático. As áreas em vermelho representam os locais que apresentam risco significativo e as áreas em verde representam os locais com baixo risco. As áreas não atendidas pela Casan, representadas pela cor preta, e as áreas atendidas por sistemas coletivos, representadas pela cor roxa, não entraram para a composição do risco de poluição.

Figura 19 – Risco de poluição das águas subterrâneas para as áreas atendidas por sistemas de esgotamento sanitário locais em Florianópolis/SC



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados das porcentagens calculadas para cada uma das áreas e cenários criados, que foram aplicados na composição dos gráficos SFD. A área que possui maior atendimento por sistema coletivo de esgotamento sanitário foi o continente, área que apresentou a maior porcentagem de risco significativo para os sistemas locais atendidos por fossa séptica foi o sul, e para os sistemas com tanque revestido com paredes impermeáveis e fundo aberto foi a região norte.

Tabela 2 – Porcentagens aplicadas em cada cenário para composição do gráfico SFD

Área	Cenários	Sistema Coletivo	Banheiro conectado ao canal ou rede de drenagem	Fossa séptica		Tanque revestido com parede impermeáveis e fundo aberto		Contenção falhou (conectada ao corpo hídrico, solo, ou "não se sabe onde")
				Baixo Risco	Risco Significativo	Baixo Risco	Risco Significativo	
Florianópolis	1 - IBGE	52%	0%	25%	11%	7%	3%	2%
	2 - CASAN	57%	0%	23%	10%	6%	2%	2%
Centro	1 - IBGE	71%	0%	17%	5%	3%	1%	3%
	2 - CASAN	72%	0%	17%	5%	3%	1%	2%
Continente	1 - IBGE	81%	0%	11%	4%	2%	1%	1%
	2 - CASAN	91%	0%	4%	2%	1%	1%	1%
Leste	1 - IBGE	62%	0%	24%	7%	5%	1%	1%
	2 - CASAN	76%	0%	15%	4%	3%	1%	1%
Norte	1 - IBGE	16%	0%	38%	15%	20%	8%	3%
	2 - CASAN	45%	0%	25%	10%	13%	5%	2%
Sul	1 - IBGE	0%	4%	52%	30%	8%	4%	2%
	2 - CASAN	1%	0%	53%	31%	8%	5%	2%

Fonte: Elaborado pela autora

5.2 AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos para o município de Florianópolis juntamente com as regiões territoriais adotadas. O resultado do município de Florianópolis foi comparado com os indicadores de esgotamento sanitário.

5.2.1 Florianópolis

Os gráficos SFD gerados para o município de Florianópolis apresentam os resultados em cada parte da cadeia de esgotamento sanitário, demonstrando em quais etapas está ocorrendo o gerenciamento seguro.

Para o cenário 1 (Figura 20), produzido a partir dos dados do Censo, o SFD demonstrou que 79% dos esgotos gerados é gerenciado de maneira segura e 21% de maneira insegura.

Na etapa de contenção, 84% do esgoto está gerenciado de forma segura e 16% está gerenciado de maneira insegura.

Nesse cenário, os sistemas coletivos (*offsite sanitation*) foram responsáveis pelo atendimento de 52% da população e foram considerados gerenciados de maneira segura durante toda a cadeia de serviços, representado pela seta verde que se direciona para o lado direito do gráfico. Esse resultado está relacionado ao fato de que 100% do esgoto que é coletado por esse sistema é transportado para as estações de tratamento de esgotos, onde todo esse percentual é tratado e disposto de maneira segura no meio ambiente.

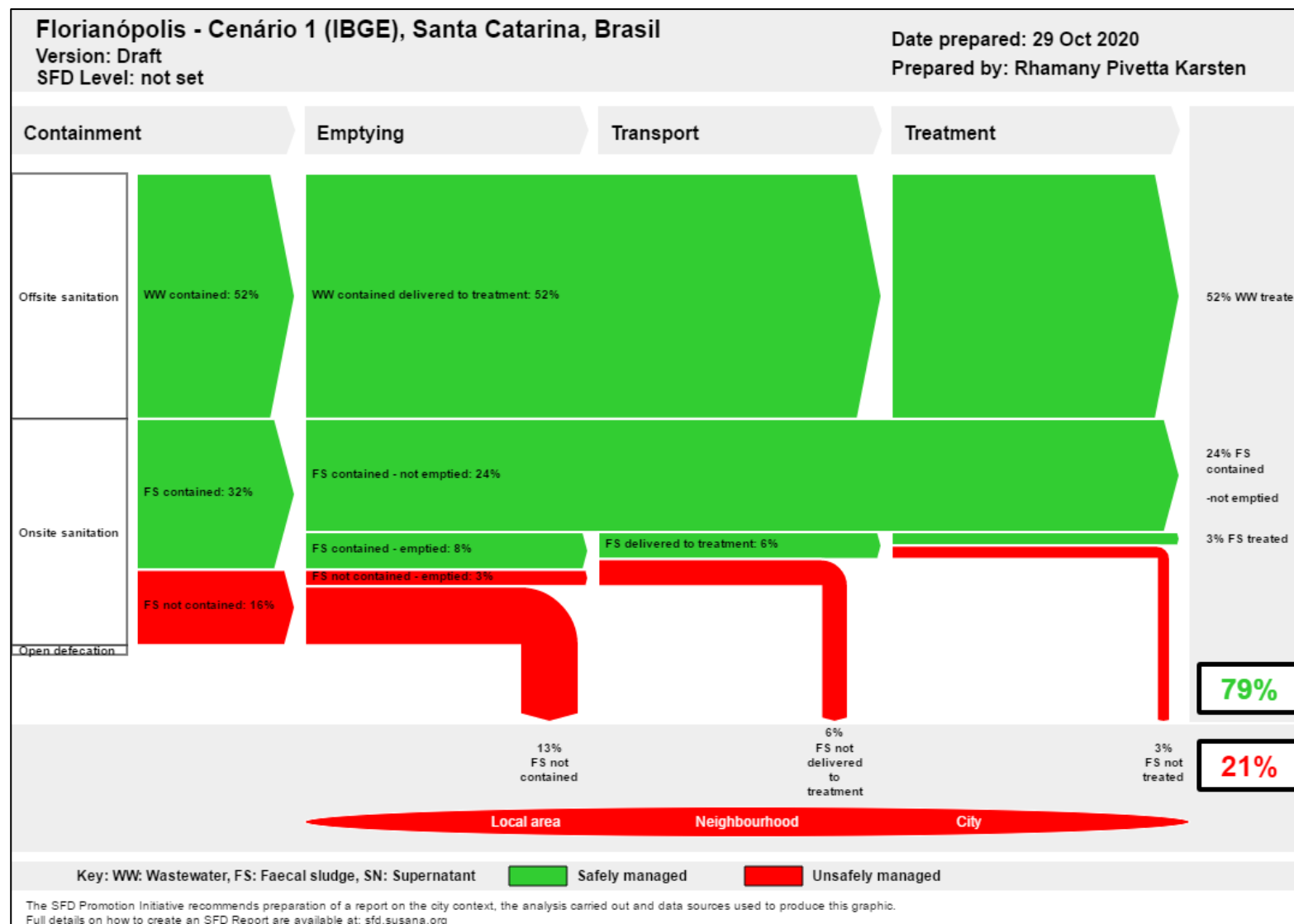
Os sistemas locais (*onsite sanitation*) foram responsáveis pelo atendimento de 48% da população no cenário analisado, onde deste total, 32% possui sistema de contenção adequado, representados pelo tanque séptico e tanque revestido com paredes impermeáveis e fundo aberto, com baixo risco de poluição das águas subterrâneas. O tanque séptico e tanque revestido com paredes impermeáveis de fundo aberto, com risco significativo de poluição das águas subterrâneas e, também, os sistemas onde a contenção falhou, resultaram em um total de 16% que está inadequado.

Na etapa de esvaziamento, foi considerado que 60% da população possuiria o esvaziamento correto se os critérios adotados para o cenário fossem atendidos. Deste resultado obtido, 52% refere-se aos sistemas coletivos e 8% aos sistemas locais contidos que possuem coleta do lodo fecal. Como não há dados sobre o esvaziamento dos sistemas locais, a estimativa aplicada pode estar distante da realidade praticada, superestimando os valores de gerenciamento seguro. Ainda nesta etapa, 24% dos 32% dos sistemas locais que estão contidos, não estão sendo esvaziados, porém continuam sendo representados por setas verdes, visto que o lodo permanece dentro do sistema de contenção. Devido as falhas de contenção de alguns dos sistemas locais, 13% lodo é lançado diretamente no meio ambiente, classificados como inadequados. Apenas 3% do lodo fecal desses sistemas está sendo removido.

A terceira etapa demonstra que dos 88% dos esgotos que estão sendo esvaziados 82% são encaminhados para tratamento, indicando o gerenciamento seguro. Os sistemas coletivos encaminham todo o esgoto coletado para a próxima etapa, enquanto, os sistemas locais encaminham 32% do lodo fecal coletado para tratamento. O percentual de 6% dos sistemas locais que não estão sendo encaminhados para o tratamento, é representado por 3% do lodo fecal não contido e esvaziado e 3% do lodo fecal contido e esvaziado.

Na última etapa da cadeia de serviços, dos 82% de esgoto que chegam para tratamento 79% são efetivamente tratados, sendo que 3% do lodo fecal que é encaminhado para tratamento não é tratado de forma segura.

Figura 20 – Gráfico SFD gerado para o cenário 1 do município de Florianópolis/SC



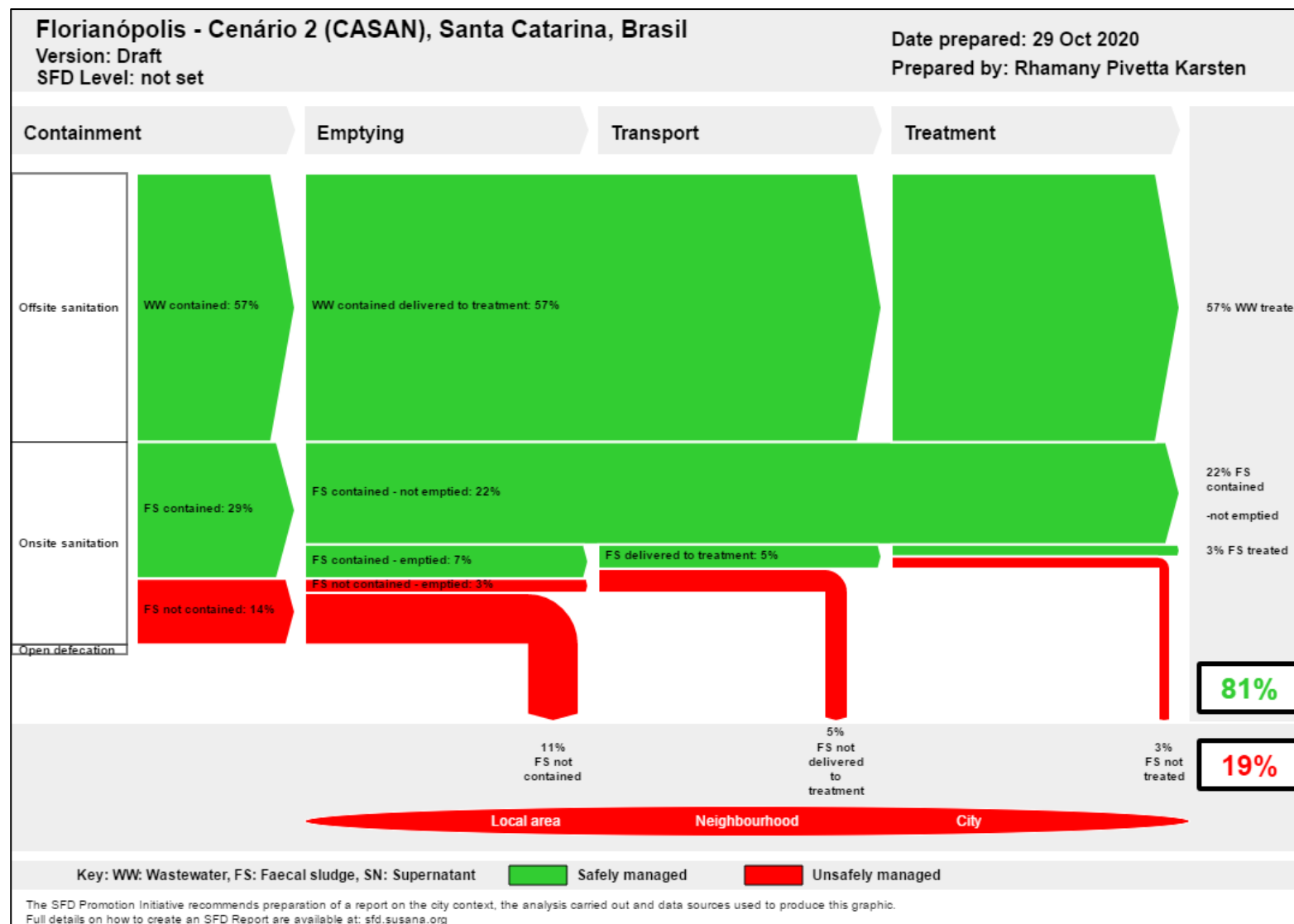
Fonte: Elaborado pela autora.

O cenário 2 (Figura 21) indicou um gerenciamento seguro de 81%, estando relacionado ao aumento do percentual da população conectada ao sistema coletivo. Neste cenário, todo o esgoto conectado ao sistema coletivo é considerado gerenciado de maneira segura durante todas as etapas da cadeia de serviço.

Para os sistemas locais, 29% do lodo fecal está contido de forma adequada, sendo que 22% está não está sendo esvaziado e 7% está sendo esvaziado. Em ambos os casos a etapa de esvaziamento é considerada adequada, pois não representa risco de lançamento inadequado no meio ambiente. Ainda nos sistemas locais, há 14% de lodo fecal que não está sendo contido, devido, sendo que apenas 3% é esvaziado.

Na etapa de transporte, do total de 32% que está sendo transportado para tratamento apenas 25% é efetivamente tratado, sendo, portanto, os outros 7% considerados gerenciados de maneira insegura.

Figura 21 – Gráfico SFD gerado para o cenário 2 do município de Florianópolis/SC



Fonte: Elaborado pela autora.

5.2.2 Centro

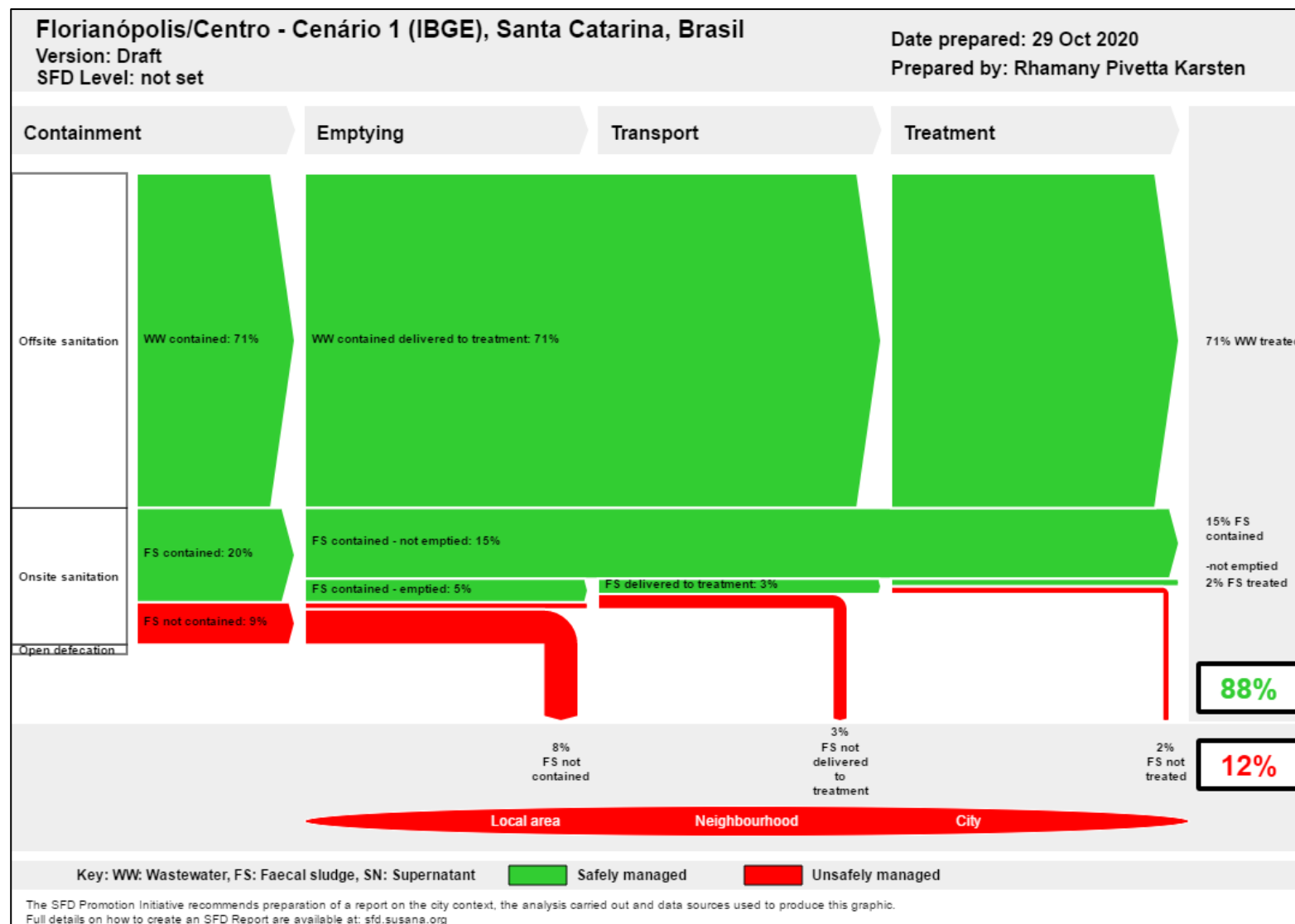
Para o cenário 1 (Figura 22) desenvolvido para a região do centro, obteve-se que 88% do esgotamento sanitário gerenciado de forma segura e 12% de forma insegura. Para o cenário 2 (Figura 23), 89% é gerenciado de maneira segura e 11% de maneira insegura. Esses resultados próximos demonstram que ambos os dados do Censo e da CASAN estão muito próximos nos índices de cobertura.

Para o cenário 1, na etapa da contenção, 91% dos esgotos estão adequados, percentual composto por 71% de sistemas coletivos e 20% de sistemas locais. A contenção inadequada refere-se aos 9% gerados a partir dos dados do tanque séptico, tanque revestido com paredes impermeáveis de fundo aberto, com risco significativo de poluição das águas subterrâneas, e também os sistemas onde a contenção foi considerada falha ou danificada. Para o cenário 2, obteve-se contenção adequada de 92%, a qual corresponde a 72% de sistemas coletivos e 20% de sistemas locais.

Na etapa de esvaziamento verificou-se que 8% do lodo fecal não estava sendo esvaziado de maneira segura no cenário 1 e 7% para o cenário 2.

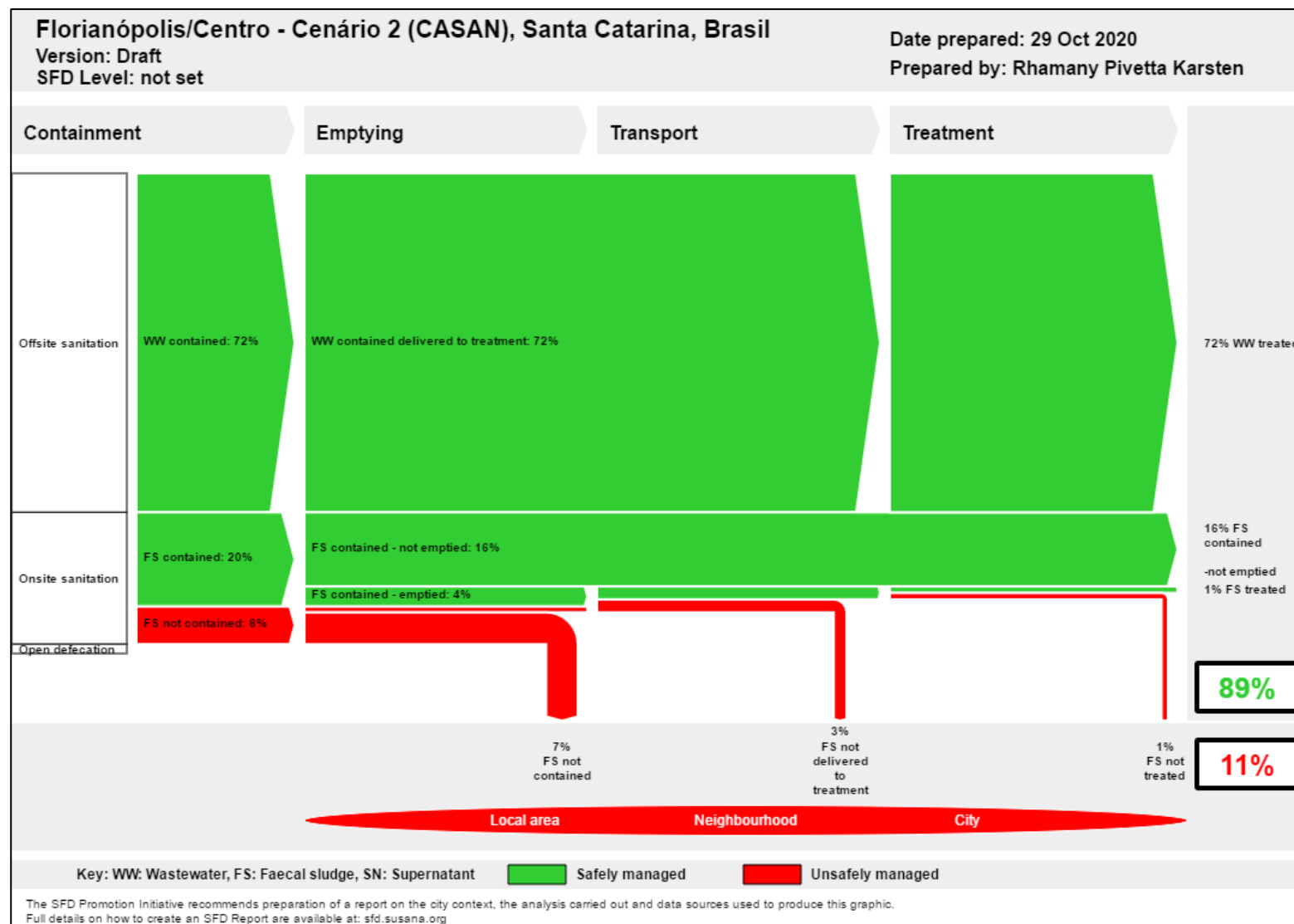
Na terceira etapa do cenário 1 80% do esgoto que é esvaziado, está sendo encaminhado para tratamento, onde 72% está relacionado aos sistemas coletivos e 18% aos sistemas locais. Por fim, dos sistemas locais, 17% do lodo fecal transportado é efetivamente tratado. No cenário 2 foram encontrados valores similares nas etapas de transporte e tratamento.

Figura 22 – Gráfico SFD gerado para o cenário 1 da divisão territorial do centro do município de Florianópolis/SC



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 23 – Gráfico SFD gerado para o cenário 2 da divisão territorial do centro do município de Florianópolis/SC



Fonte: Elaborado pela autora.

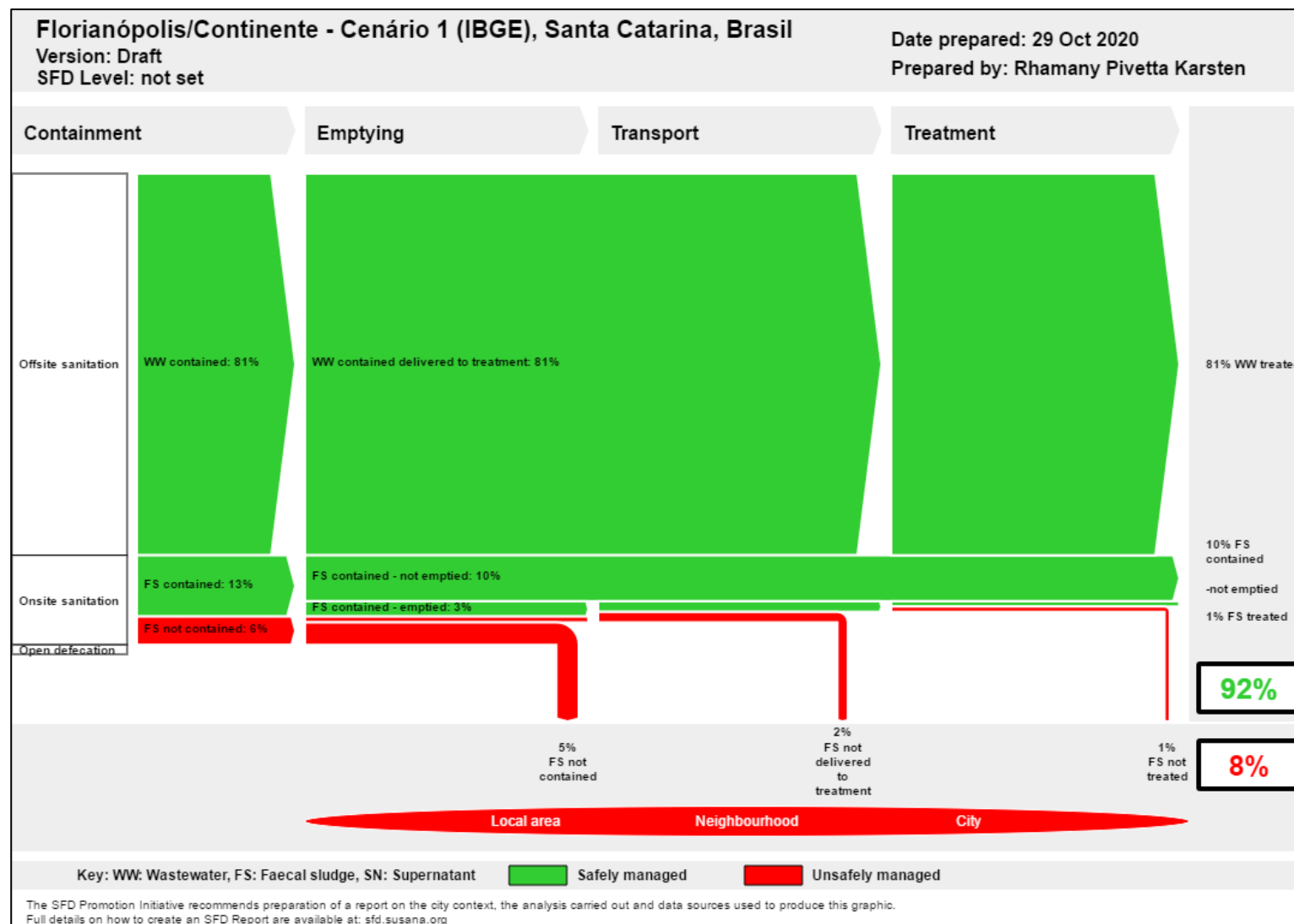
5.2.3 Continente

Nos cenários desenvolvidos para a região do continente obteve-se que no cenário 1 (Figura 24) 92% do esgotamento sanitário é gerenciado de forma segura e 8% de forma insegura. Para o cenário 2 (Figura 25) 95% é gerenciado de maneira segura e 5% de maneira insegura. Justifica-se essa diferença ao fato de que no cenário 2 foram considerados os aumentos na cobertura dos serviços dos sistemas coletivos.

As porcentagens gerenciadas de maneira insegura estão relacionadas aos sistemas locais para o esgoto não contido pelos sistemas de contenção, relacionado às fossas sépticas e tanques revestidos com parede impermeáveis e com fundo aberto com risco significativo de poluição das águas subterrâneas, e pelos sistemas de contenção que apresentaram algum tipo de falha, totalizando 6% para o cenário 1 e 4% para o cenário 2.

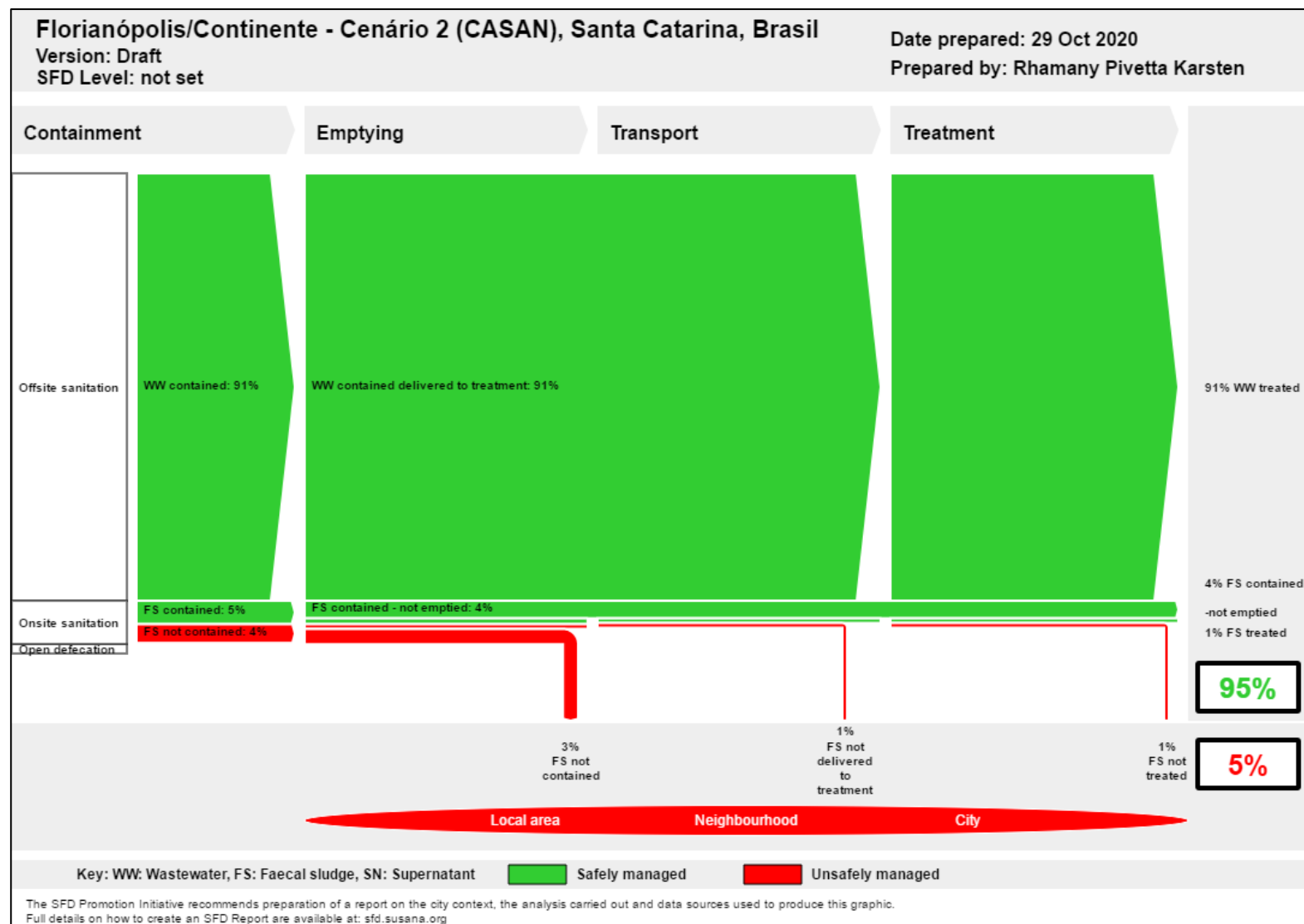
Em relação à terceira etapa, no cenário 1 têm-se que 5% do esgoto não contido é lançado de maneira inadequada. No transporte, observa-se que 1% referente aos sistemas não contidos e 1% dos sistemas contidos e esvaziados não é entregue para a etapa seguinte, referente ao tratamento. Esses valores estão relacionados aos lodos que são coletados de maneira mecanizada, porém não chegam efetivamente às estações de tratamento. A mesma interpretação pode ser feita para o cenário 2, apresentando pequenas alterações nos percentuais obtidos: 1% do lodo fecal não é entregue ao tratamento, relacionados aos sistemas não contido e contido e esvaziado, e dos 6% que chegam para o tratamento apenas 5% é efetivamente tratado.

Figura 24 – Gráfico SFD gerado para o cenário 1 da divisão territorial do continente no município de Florianópolis/SC



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 25 – Gráfico SFD gerado para o cenário 2 da divisão territorial do continente no município de Florianópolis/SC



Fonte: Elaborado pela autora.

5.2.4 Leste

Os resultados obtidos para os cenários da região leste apresentaram diferenças nas porcentagens gerenciadas de maneira segura. O cenário 1 (Figura 26) demonstrou que 86% do esgoto está adequado e o cenário 2 (Figura 27) demonstrou que 91% está adequado. Essa diferença obtida nos cenários está relacionada ao banco de dados utilizado, visto que o cenário 2 está mais atualizado no que compete aos sistemas coletivos, pelo aumento na cobertura desse sistema.

Durante a segunda etapa do primeiro cenário dos 9% que não estão contidos em sistemas adequados 7% não é esvaziado, sendo descarregados no meio ambiente, restando 2% que são transportados para a próxima etapa.

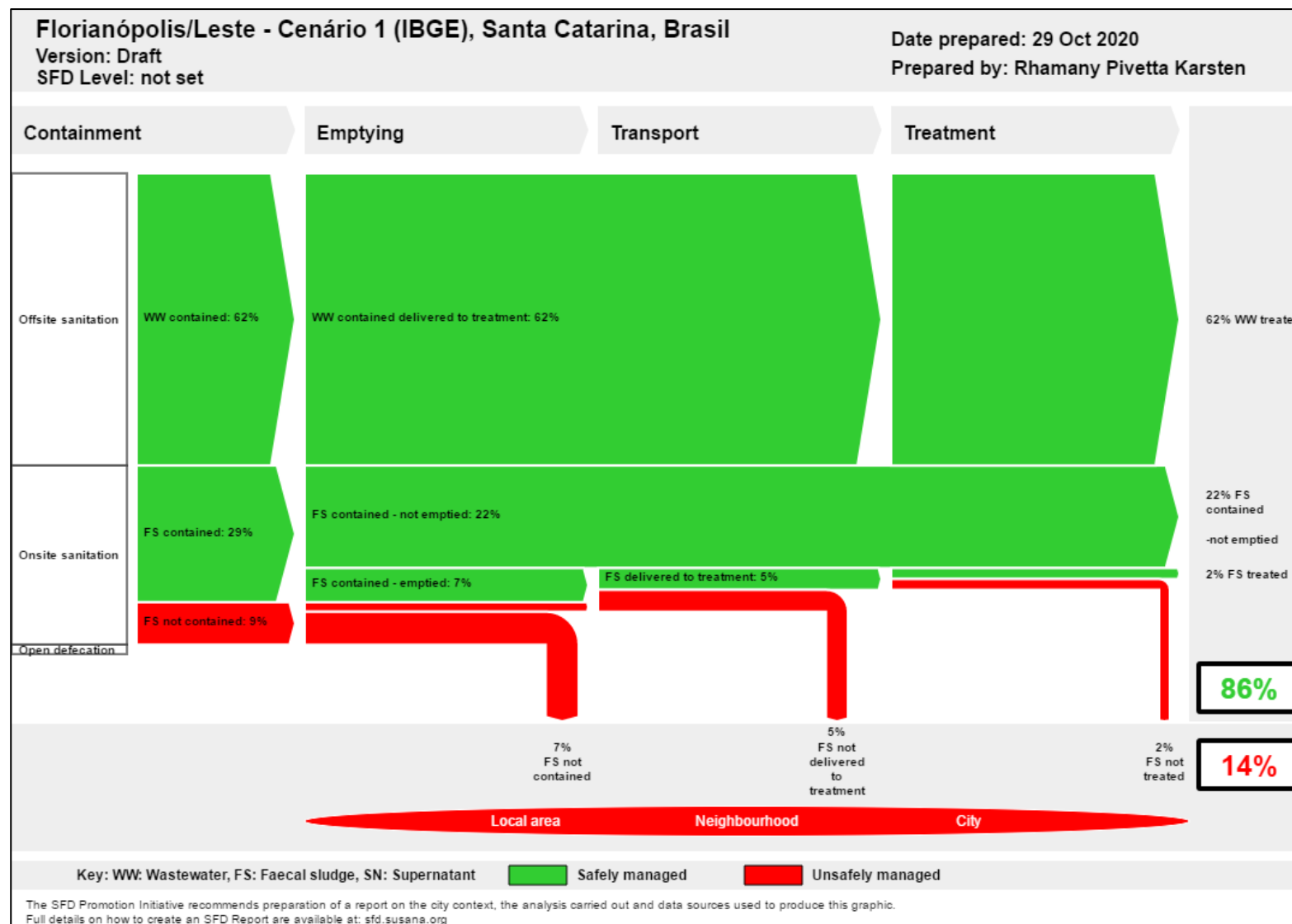
Na terceira e quarta etapa dos sistemas locais 3% do lodo fecal não é entregue efetivamente para o tratamento e dos 15% que estão sendo entregues, 1% foi considerado como sendo não tratado.

No segundo cenário, verificou-se que 100% do esgoto, que se refere aos sistemas coletivos, está sendo coletado, esvaziado, transportado e tratado. Dos 24% referentes aos sistemas locais, 18% do lodo fecal está contido e 6% não está contido. Os sistemas que contribuem para o gerenciamento inseguro na contenção são: fossa séptica e tanque revestido com paredes impermeáveis e fundo aberto com risco significativo de poluição das águas, e os sistemas onde a contenção apresentava alguma falha.

Para a etapa do esvaziamento verificou-se que 5% o lodo fecal dos sistemas locais não é esvaziado, sendo descarregado de maneira inadequada no meio ambiente.

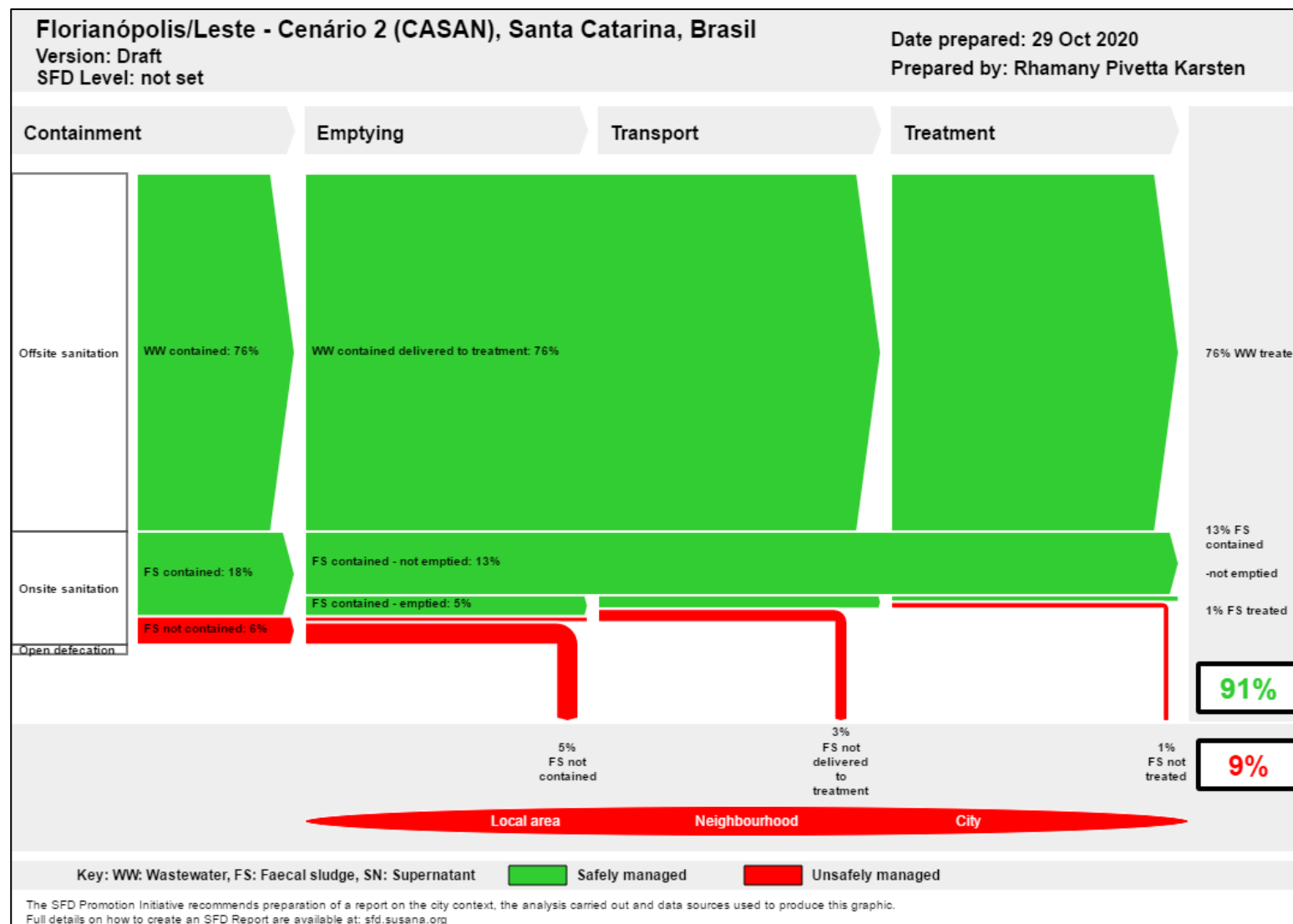
Por fim, verificou-se que dos 19% de lodo fecal que são coletados e transportados 3% não são entregues ao tratamento, e do total entregue, 1% não é tratado, contribuindo para o gerenciamento inseguro.

Figura 26 – Gráfico SFD gerado para o cenário 1 da divisão territorial do leste do município de Florianópolis/SC



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 27 – Gráfico SFD gerado para o cenário 2 da divisão territorial do leste do município de Florianópolis/SC



Fonte: Elaborado pela autora.

5.2.5 Norte

Os resultados obtidos para o cenário 1 (Figura 28) foram de gerenciamento seguro para 65% dos esgotos gerados e de 77% para o cenário 2 (Figura 29).

Na primeira etapa do cenário 1 74% do universo analisado possui algum tipo de sistema de contenção, sendo 16% ligado ao sistema coletivo e 58% ligado ao sistema local e 26% não apresentaram contenção adequada.

No esvaziamento dos sistemas locais verificou-se que 20% não está sendo coletado e está sendo encaminhado de forma inadequada para o meio ambiente, visto que os seus sistemas de contenção apresentam falhas. Durante a etapa do transporte identificou-se que, dos 80% que foi coletado, 70% foi entregue ao tratamento, sendo que destes, 16% corresponde aos sistemas coletivos e 54% dos sistemas locais.

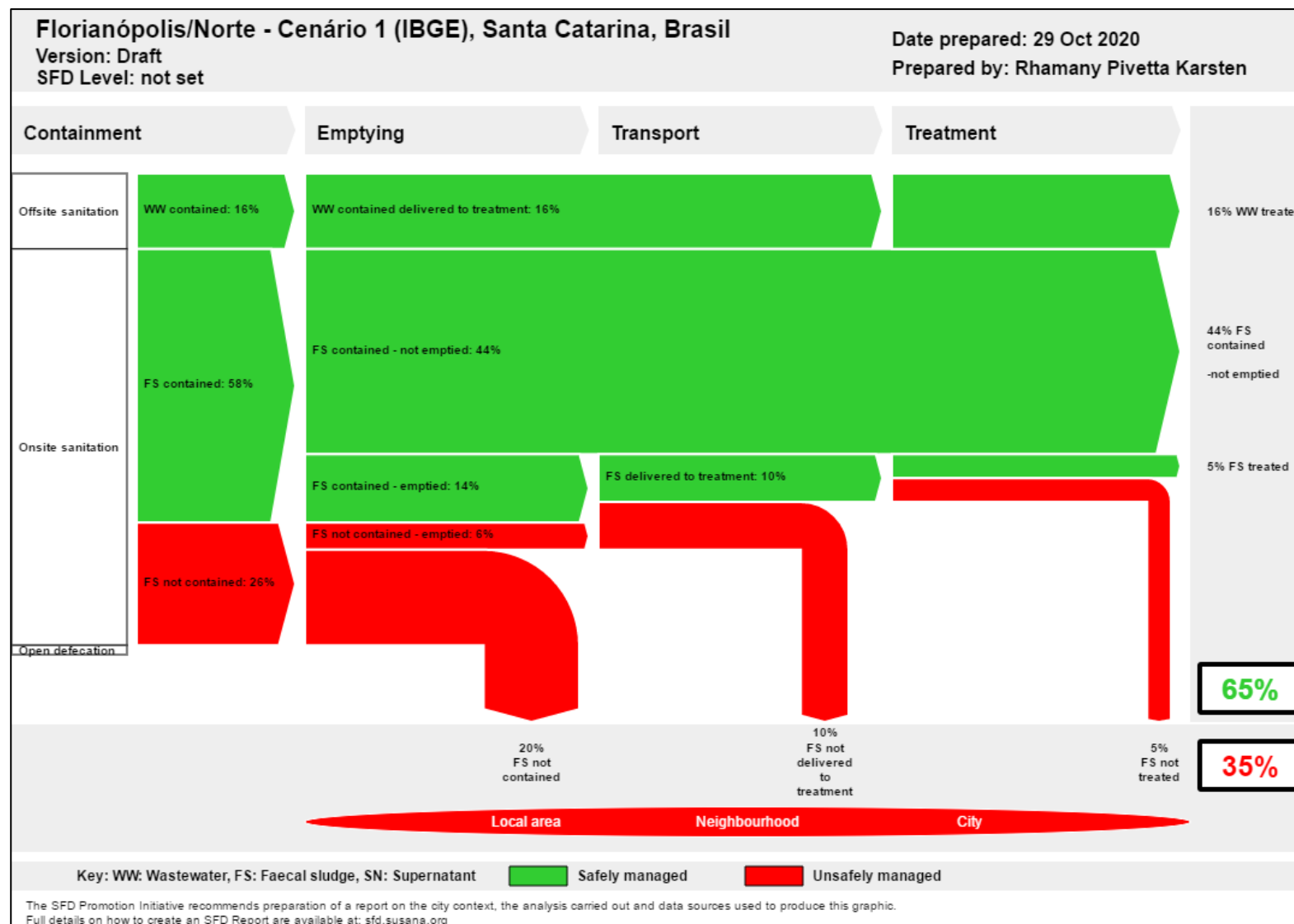
Na etapa do tratamento observou-se que dos 70% que foram entregues ao tratamento, 5% não foi tratado, totalizando em 65% do esgoto produzido sendo gerenciado de maneira segura.

Para o cenário 2, observou-se a mesma estrutura do gráfico em relação ao fluxo dos esgotos, aumentando a porcentagem de esgotos encaminhados para o sistema coletivo. Neste cenário obteve-se como 45% dos esgotos sendo contidos em um sistema coletivo e 38% em um sistema local e um total de 17% não pode ser considerado seguro.

O esvaziamento dos sistemas locais apresentou que 13% não estava sendo coletado de forma segura e, portanto, foi identificado com a flecha vermelha que se direciona para a parte inferior do gráfico.

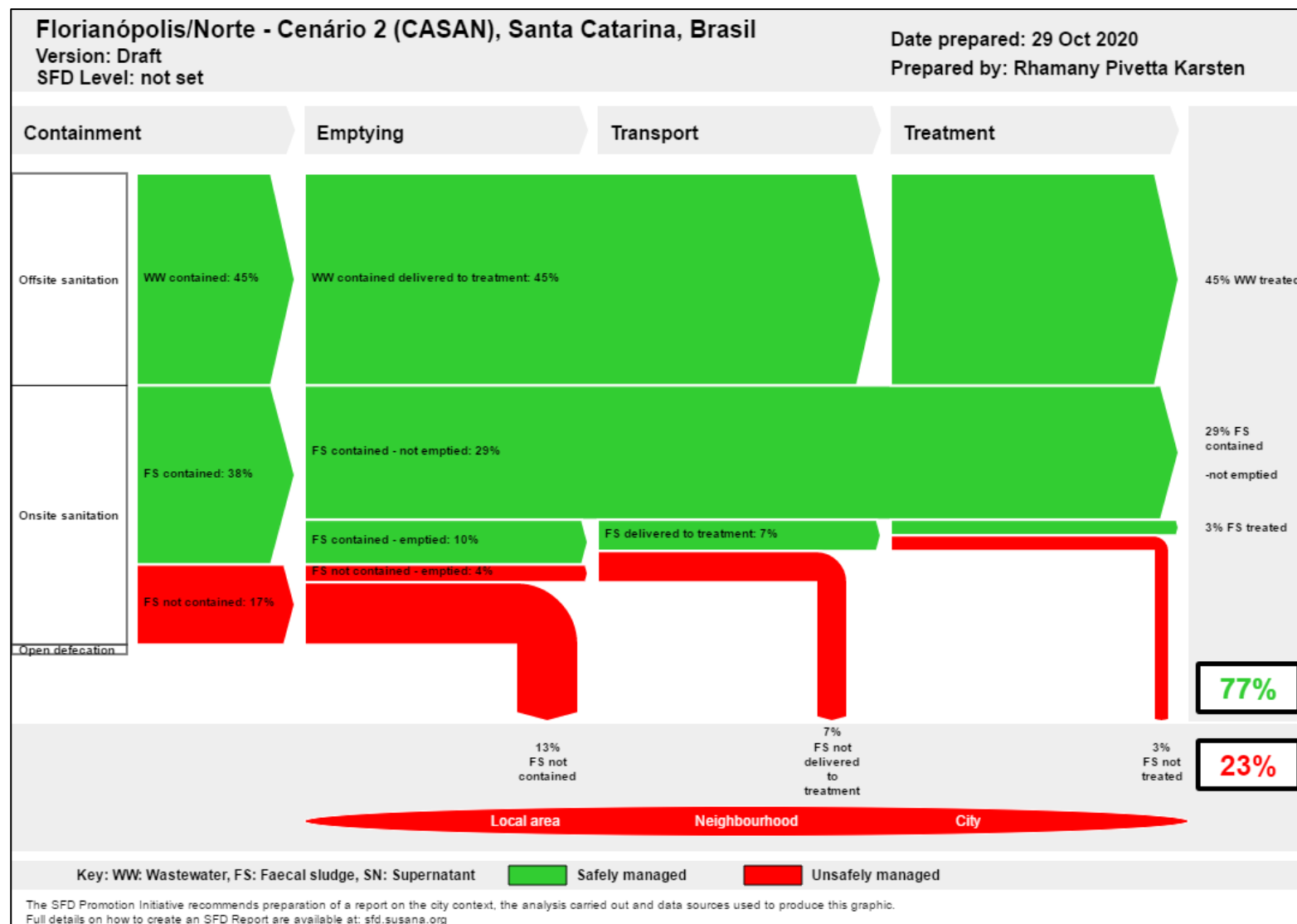
Do total que de esgotos produzidos na região norte 81% é transportado para tratamento e desse total, 77% é tratado.

Figura 28 – Gráfico SFD gerado para o cenário 1 da divisão territorial do norte do município de Florianópolis/SC



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 29 – Gráfico SFD gerado para o cenário 2 da divisão territorial do centro do norte de Florianópolis/SC



Fonte: Elaborado pela autora.

5.2.6 Sul

Para a região sul verificou-se que os resultados gerados pelo cenário 1 (Figura 30) e pelo cenário 2 (Figura 31) apresentaram gráficos diferentes, porém com valores próximos para o gerenciamento seguro dos esgotos gerados, 51 e 53%, respectivamente.

Para o cenário 1, na primeira etapa da cadeia de serviços, obteve-se que 60% do universo analisado possui algum tipo de sistema de contenção, enquanto que 40% não foi contido. Deste total, 4% está relacionado aos banheiros conectados à drenagem, que estão inadequados, pois não há sistemas de tratamentos das redes de drenagem, descarregando diretamente no meio ambiente.

Dos 96% que representam os sistemas locais, 45% do lodo fecal contido não é esvaziado, o que é considerado como seguro, representado por uma seta verde até o lado direito do gráfico, visto que não há o lançamento indevido no meio ambiente. Verificou-se que 15% do lodo fecal que está contido foi esvaziado. Para os sistemas não contidos 9% está sendo esvaziado e 28% não foi esvaziado, descarregando de forma inadequada diretamente para o meio ambiente.

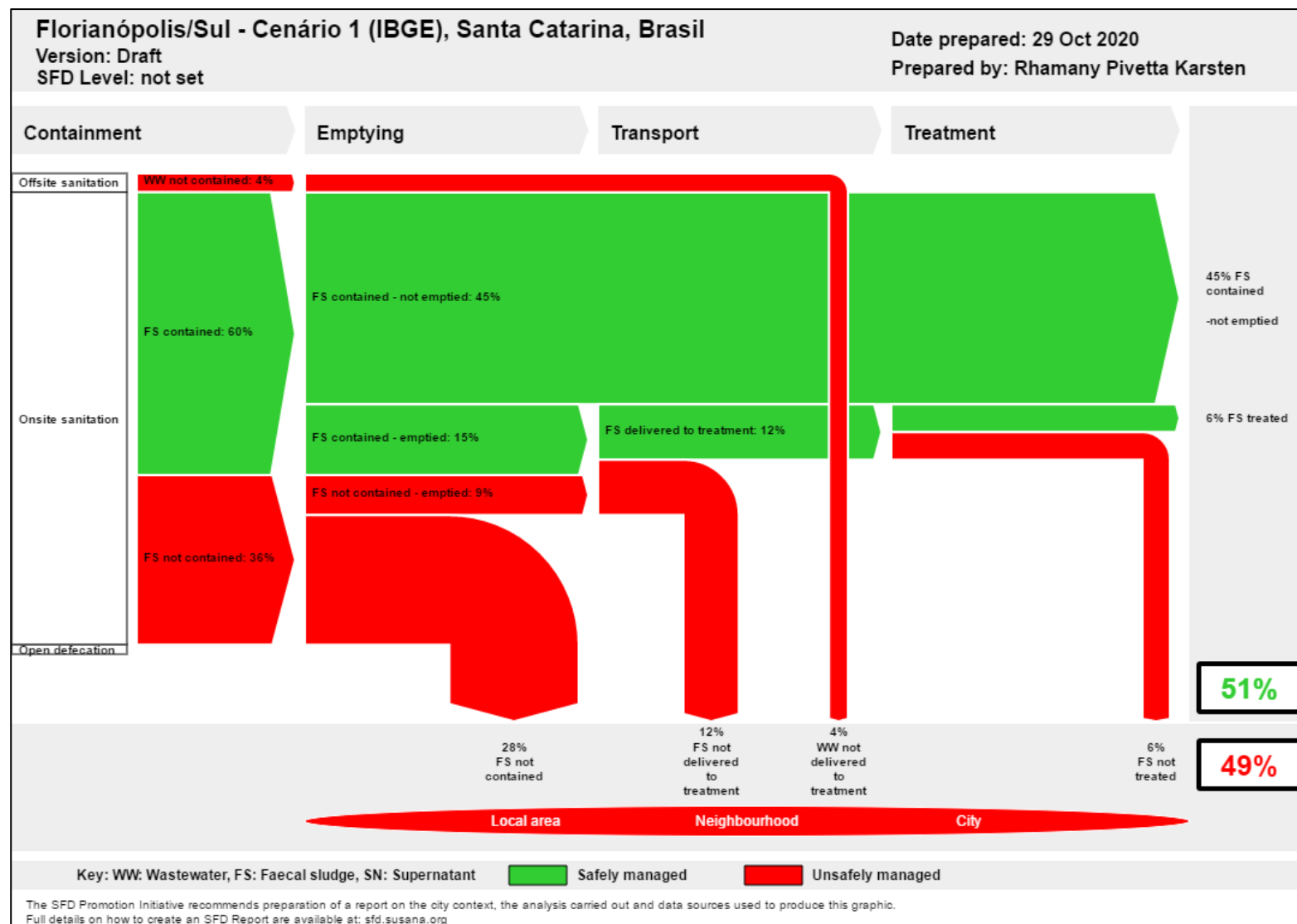
Nas duas últimas etapas observou-se que, dos 69% do esgoto que foram transportados, 57% efetivamente chegou ao tratamento, porém 51% recebeu tratamento adequado.

No cenário 2 observa-se que os sistemas coletivos foram considerados gerenciados de maneira segura durante todas as etapas da cadeia de serviços ao contrário do que foi observado no cenário 1. Pode-se justificar essa diferença visto que, com a base de dados utilizada neste cenário, não são consideradas mais as ligações de esgoto diretamente na rede de drenagem, substituídas pela cobertura do sistema coletivo.

Para a primeira etapa obteve-se que 62% dos sistemas de contenção foram estabelecidos de forma adequada. Na etapa do esvaziamento 25% é esvaziado e 46% não é esvaziado, mas é considerado adequado pois o sistema de contenção está correto, fazendo com que não haja lançamento desse material no meio ambiente.

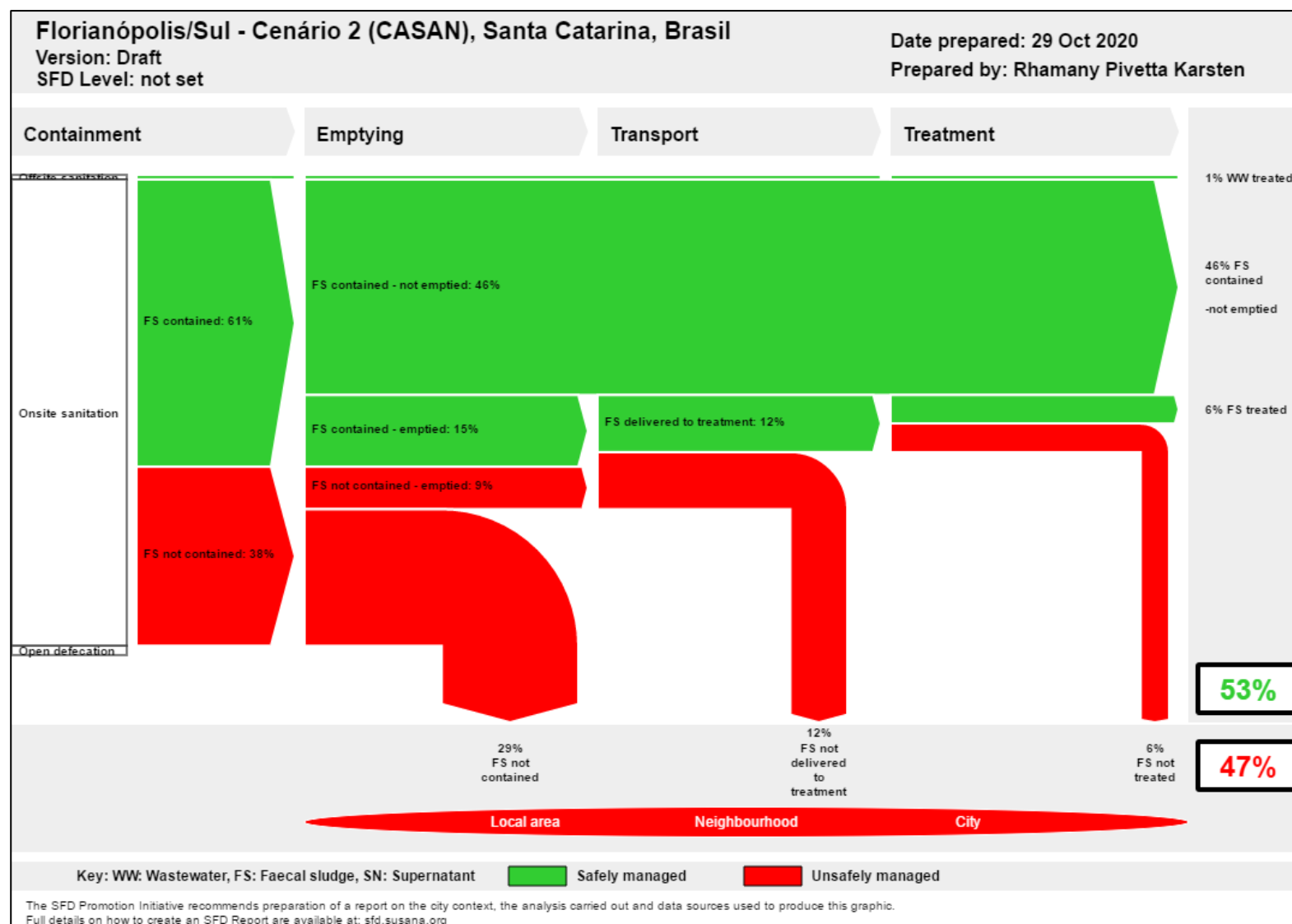
Nas duas últimas etapas verificou-se que, dos 71% que são transportados, 59% chegam à etapa de tratamento e 53% é efetivamente tratado.

Figura 30 – Gráfico SFD gerado para o cenário 1 da divisão territorial do sul do município de Florianópolis/SC



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 31 – Gráfico SFD gerado para o cenário 2 da divisão territorial do sul do município de Florianópolis/SC



Fonte: Elaborado pela autora.

Comparando todas as regiões e cenários analisados, o continente apresentou o melhor resultado para os esgotos gerenciados de maneira segura, com um índice de 95% no cenário 2, fato que pode ser atribuído por ser a região com uma maior cobertura dos sistemas coletivos, que são considerados seguros durante todas as etapas da cadeia de serviços.

5.3 INDICADORES DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O percentual de 79% de esgotamento sanitário gerenciado de maneira segura, gerado no cenário 1 para o município de Florianópolis, está acima do indicador do JMP calculado no ano de 2017 para o Brasil, no valor de 51,6%. Em relação ao cenário 2 o índice de esgoto gerenciado de maneira segura obtido foi de 81%, estando 29,4% acima do obtido para o país.

Os resultados obtidos para os cenários 1 e 2 apresentaram valores de atendimento acima do calculado pelo SNIS em 2018 para os índices de atendimento urbano de esgoto e de coleta de esgoto, 66,65% e 48,03%, respectivamente. Porém, o resultado do SNIS para o índice de tratamento de esgotos foi de 100% e os resultados dos cenários 1 e 2 do SFD foram 79 e 81%, respectivamente. A discrepância de valores obtidas pode ser justificada devido ao fato de que no sistema SFD são considerados os índices dos sistemas coletivos e locais como componentes do atendimento ao esgotamento sanitário, já o SNIS considera apenas as informações prestadas pelas concessionárias dos sistemas coletivos.

O indicador desenvolvido pelo *Ranking* ABES no ano de 2020 apresentou uma pontuação de 424,17, sendo que deste total, 64,13 e 60,04 pontos estão relacionados aos índices de coleta e tratamento de esgoto, respectivamente. Se o Ranking fosse atualizado com os índices obtidos pelo gráfico SFD para o cenário 1 e 2, a nova pontuação gerada seria de 463 e 467 pontos, respectivamente. Essa nova pontuação mudaria a classificação do município, elevando da categoria de “empenho para universalização” para “compromisso com a universalização”, pelo fato de considerar na sua composição os sistemas locais.

Ao comparar os resultados do gráfico SFD com o índice de atendimento de esgotamento sanitário calculado pelo Atlas Esgotos no ano de 2013, o cenário 1 demonstrou queda de 4% no índice de coleta e tratamento de esgoto. Para as soluções individuais a queda foi de 3,7%. Observou-se um aumento de 7,7% para os

esgotos não coletados e não tratados. Comparando o cenário 2 obteve-se: aumento de 1% para esgoto coletado e tratado, queda de 6,7% no atendimento por soluções individuais e aumento de 5,7% para esgotos não coletados e não tratados.

Comparando os resultados obtidos com o Índice de Desenvolvimento Municipal Sustentável calculado pela Fecam, que apresentou valor de 88,5% dos domicílios com acesso à rede geral de esgotou ou fossa séptica, verificou-se que os cenários 1 e 2 geraram valores de 84 e 86% para a etapa de contenção. Os valores obtidos estão abaixo do componente do IDMS, devido ao fator do SFD avaliar os sistemas de tanque séptico e, também, pela premissa do risco de poluição de águas subterrâneas, fazendo com que os resultados obtidos sejam diferentes. Se comparado os resultados obtidos com o SFD para os cenários analisados em relação ao gerenciamento seguro durante toda a cadeia de serviço, a diferença entre o obtido pelo IDMS foi maior, pois o SFD desconta do seu resultado as porcentagens de cada etapa que não estão adequadas.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho abordou a aplicação da ferramenta *Shit Flow Diagram* como suporte ao gerenciamento do esgotamento sanitário, para o estudo de caso do município de Florianópolis, visando avaliar o contexto da prestação dos serviços. A escolha desse estudo se deu em virtude de se tratar um método difundido em outros países, mas pouco utilizado para a realidade brasileira de informações sobre esgotamento sanitário.

A utilização da ferramenta como suporte ao diagnóstico do gerenciamento do esgotamento sanitário se mostrou aplicável tanto para entender o que acontece em termos do município de Florianópolis, com uma visão mais macro do sistema, bem como, para as regiões adotadas. Os resultados obtidos para cada uma das regiões demonstraram que para um mesmo município, diferentes contextos de prestação de serviços de esgotamento sanitário podem ser encontrados. Os gráficos SFD resultantes também demonstraram em quais etapas da cadeia de serviços devem ser concentrados os esforços para que seja possível torná-la segura em sua totalidade.

Com a determinação das áreas consideradas como sendo de risco de poluição de águas subterrâneas foi possível verificar que a maioria das regiões atendidas por sistemas locais apresenta baixo risco de poluição. Mesmo entendendo que na maior parte, sob a ótica dos critérios aplicados, esses sistemas não representam risco significativos, entende-se que num cenário de dados mais detalhados, esses resultados podem apresentar uma outra realidade.

A análise comparativa com os indicadores de esgotamento sanitário permitiu verificar que esses desconsideram em sua maioria a variedade de possibilidades de sistemas locais de esgotamento que podem ser utilizados e que, se construídos e operados da forma correta, contribuem para o acesso ao saneamento. Nesse sentido, pode-se entender que essas realidades de esgotamento sanitário, que vão além do sistema coletivo, devem ser incluídas nas análises dos indicadores de esgotamento.

Foi possível compreender que a aplicação da ferramenta está condicionada às informações e banco de dados disponíveis, sendo, portanto, quanto mais detalhadas as informações coletadas sobre cada uma das etapas do gerenciamento do esgotamento, mais completo, robusto e verossímil será o SFD obtido. Foi possível perceber que com a ferramenta é possível criar cenários e avaliar as variações das condições de prestação de serviços de esgotamento sanitário. Por se tratar de uma

ferramenta de diagnóstico, pode-se agregar os resultados obtidos através dela aos planos municipais e estaduais de esgotamento, facilitando a compreensão dos dados, possibilitando um conhecimento mais específico do esgotamento sanitário para cada região e apontando onde devem ser concentrados os esforços dos atores envolvidos no saneamento.

Sendo assim, os objetivos deste trabalho foram cumpridos e foi possível constatar que o gráfico gerado pela ferramenta SFD trata-se de uma sintetização dos bancos de dados relacionados à cadeia de serviços, que demonstra de maneira visual de fácil entendimento o gerenciamento dos serviços de esgotamento sanitário, permitindo uma análise rápida e prática desse contexto.

6.1 TRABALHOS FUTUROS

As sugestões para trabalhos futuros utilizando a ferramenta SFD se dão no sentido de aprofundar o diagnóstico do esgotamento sanitário através de:

- Coletar dados e informações sobre a cadeia de serviços dos sistemas locais, principalmente no que se refere às etapas de esvaziamento, transporte e tratamento de lodos;
- Propor melhorias em cada uma das etapas cadeia de serviços de esgotamento, afim de torna-las gerenciadas de maneira segura;
- Realização de estudos para identificação das ações de gerenciamento dos sistemas locais identificando, com base nos riscos ambientais, a priorizando instrumentos de gerenciamento destes sistemas.

REFERÊNCIAS

- ABES. **RANKING ABES DA UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO**. 4ª edição. 2020. Disponível em: http://abes-dn.org.br/wp-content/uploads/2020/06/Ranking_2020_V4_.pdf. Acesso em: 23 set. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993. 15 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9648**: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986. 5 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9649**: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986. 7 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12207**: Projeto de interceptores de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1992. 3 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12208**: Projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1992. 5 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12209**: Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1992. 12 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13969**: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997. 60 p.
- BAIN, Robert *et al.* Establishing Sustainable Development Goal Baselines for Household Drinking Water, Sanitation and Hygiene Services. **Water**, [S.L.], v. 10, n. 12, p. 1711-1730, 23 nov. 2018. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/w10121711>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/10/12/1711>. Acesso em: 23 set. 2020.
- BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas Esgotos**: despoluição de bacias hidrográficas. Brasília: ANA, 2017. 92 p. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASESGOTOSDespoluicaoodeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo_livro.pdf. Acesso em: 13 set. 2020.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 25 mai. 2020.
- BRASIL. **Decreto nº 7217, de 21 de junho de 2010**. Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Brasília, 22 jun. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7217.htm. Acesso em: 16 jun. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 8141, de 20 de novembro de 2013.** Dispõe sobre o Plano Nacional de Saneamento Básico - PNSB, institui o Grupo de Trabalho Interinstitucional de Acompanhamento da Implementação do PNSB e dá outras providências. Brasília, 20 nov. 2013. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Decreto/D8141.htm. Acesso em: 02 jun. 2020.

BRASIL. **Lei nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 30 mai. 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Projeto Acertar: Relatório Técnico Contendo o Guia de Auditoria e Certificação das Informações do SNIS.** Brasília, DF. 2018. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/downloads/publicacoes-acertar/acertar/Acertar-Guia-de-Auditoria-e-Certificacao.pdf>. Acesso em: 22 set. 2020.

BRASIL. **Plano Nacional de Saneamento Básico:** PLANSAB. Brasília: Ministério das Cidades, 2013. Disponível em: http://www2.mma.gov.br/port/conama/processos/AECBF8E2/Plansab_Versao_Consehos_Nacionais_020520131.pdf. Acesso em: 02 jun. 2020.

BRASIL. MDR. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB, mais saúde, qualidade de vida e cidadania.** 14 jan. 2015. Disponível em: <https://www.mdr.gov.br/saneamento/plansab/apresentacao>. Acesso em: 02 jun. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (org.). **SNIS.** 2020. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/institucional>. Acesso em: 16 jun. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. **Diagnóstico dos serviços de Água e Esgoto - 2004.** Brasília: SNIS, 2005. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2004>. Acesso em: 14 set. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. **Diagnóstico dos serviços de Água e Esgoto - 2018.** Brasília: SNIS, 2019. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnosticos>. Acesso em: 03 ago. 2020.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações Sobre Recursos Hídricos. Agência Nacional de Águas. **Atlas Esgotos:** despoluição de bacias hidrográficas. 2020. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/atlas-esgotos>. Acesso em: 14 set. 2020.

CAPPS, Krista Arminty. Wastewater infrastructure and the ecology and management of freshwater systems. **Acta Limnol. Bras.**, Rio Claro, v. 31, n. 104, 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-975X2019000100903&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 29 mai. 2020.

CARNEIRO, Mariko de Almeida; ATHAYDE JÚNIOR, Gilson Barbosa. NECESSIDADE DE INVESTIMENTO EM ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO BRASIL. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 7., 2016, Campina Grande. **Anais [...]**. Bauru: Ibeas, 2016. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/IX-016.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2020.

CARNEIRO, Marta Camila Mendes de Oliveira *et al.* A GESTÃO DO SANEAMENTO NO BRASIL E SUA RELAÇÃO COM A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS. **INOVAE - Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation** (ISSN 2357-7797), [S.l.], v. 6, p. 101-116, nov. 2018. ISSN 2357-7797. Disponível em: <http://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/inovae/article/view/1785>. Acesso em: 30 mai. 2020.

CHAVES, Jarbas Rodrigues *et al.* CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS SISTEMAS LOCAIS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE MIGUEL PEREIRA, RUSSAS - CE. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 5., 2010, Maceió. **Resumo de congresso**. Maceió: Connepi, 2010. v. 1, p. 451-459. Disponível em: <http://connepi.ifal.edu.br/ocs/anais/conteudo/anais/files/conferences/1/schedConfs/1/papers/1393/public/1393-5016-1-PB.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2020.

CASAN. Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. **Sistema de Informações Geográficas (SIG)**. Disponível em: <https://domo.casan.com.br/zdut-auth/login?service=https%3A%2F%2Fdomo.casan.com.br%2F>. Acesso em: 20 set. 2020.

CONDURÚ, Marise Teles. **ANÁLISE DA QUALIDADE DA INFORMAÇÃO NO SETOR DE SANEAMENTO BÁSICO**: em busca da inteligência estratégica. 2012. 291 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências do Desenvolvimento Socioambiental, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012. Disponível em: http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/3691/1/Tese_AnaliseQualidadeInformacao.pdf. Acesso em: 06 jun. 2020.

CORDEIRO, Bernardo Souza. **A GESTÃO DE LODOS DE FOSSAS SÉPTICAS: UMA ABORDAGEM POR MEIO DA ANÁLISE MULTIOBJETIVO E MULTICRITÉRIO**. 2010. 143 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Universidade de Brasília, Brasília, 2010. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/7163/1/2010_BernardoSouzaCordeiro.pdf. Acesso em: 17 set. 2020.

DEVESA, Francesc *et al.* Scenario analysis for the role of sanitation infrastructures in integrated urban wastewater management. **Environmental Modelling & Software**,

v. 24, n. 3, p. 371-380, mar. 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/environmental-modelling-and-software/vol/24/issue/3>. Acesso em: 15 set. 2020.

COSTA, Samuel Alves Barbi *et al.* INDICADORES EM SANEAMENTO: avaliação da prestação dos serviços de água e de esgoto em minas gerais. **Rev. UFMG**, Belo Horizonte, v. 20, n. 2, p. 334-357, jun. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistadaufmg/article/view/2704/1570>. Acesso em: 14 set. 2020.

DANTAS, Felipe von Atzingen *et al.* UMA ANÁLISE DA SITUAÇÃO DO SANEAMENTO NO BRASIL. **Facef Pesquisa: Desenvolvimento e Gestão**, [s.i.], v. 15, n. 3, set-dez. 2012. Quadrimestral. Disponível em: <http://periodicos.unifacef.com.br/index.php/facefpesquisa/article/view/549>. Acesso em: 29 mai. 2020.

FECAM. Federação Catarinense de Municípios. **Índice de Desenvolvimento Municipal Sustentável: Metodologia de Cálculo**. Florianópolis, 2018. Disponível em: https://static.fecam.net.br/uploads/28/arquivos/1261308_Metodologia_2018.pdf. Acesso em: 23 set. 2020.

GALVÃO JUNIOR, Alceu Castro. Desafios para a universalização dos serviços de água e esgoto no Brasil. **Revista Panamericana de Salud Publica**, v. 25, n. 6, p. 548-556, jun. 2009. Disponível em: https://scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/rpspl/v25n6/v25n6a12.pdf. Acesso em: 30 mai. 2020.

GUIMARÃES, Ester Feche. **MODELO INCLUSIVO PARA A UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO EM ÁREAS DE VULNERABILIDADE SOCIAL**. 2015. 486 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências da Engenharia Ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-17122015-153306/en.php>. Acesso em: 02 ago. 2020.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico**, 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/pt/inicio.html>. Acesso em: 20 set. 2020.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapas: Bases Cartográficas e Referenciais do Território**. Disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais>. Acesso em: 20 set. 2020.

JEWITT, Sarah; MAHANTA, Anjana; GAUR, KAMLA. Sanitation sustainability, seasonality and stacking: Improved facilities for how long, where and whom?. **The Geographical Journal**, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/geoj.12258>. Disponível em: <https://rgs-ibg.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/geoj.12258>. Acesso em: 15 set. 2020.

JMP. **JMP METHODOLOGY: 2017 UPDATE & SDG BASELINES**. 2018. Disponível em: <https://washdata.org/how-we-work/about-jmp>. Acesso em: 23 set. 2020.

JMP. **Sanitation**. Disponível em: <https://washdata.org/monitoring/sanitation>. Acesso em: 23 set. 2020.

JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 7. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2014. 1050 p.

LEONETI, Alexandre Bevilacqua; PRADO, Eliana Leão do; OLIVEIRA, Sonia Valle Walter Borges de. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século xxi. **Revista de Administração Pública**, [S.L.], v. 45, n. 2, p. 331-348, abr. 2011. UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-76122011000200003>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-76122011000200003&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 03 ago. 2020.

MARA, Duncan; EVANS, Barbara. The sanitation and hygiene targets of the sustainable development goals: scope and challenges. **Journal Of Water, Sanitation And Hygiene For Development**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 1-16, 22 nov. 2017. IWA Publishing. <http://dx.doi.org/10.2166/washdev.2017.048>.

MARTÍNEZ, Lara Fernández. **Using the Shit/Excreta Flow Diagrams – SFDs- for modelling future scenarios in Kumasi, Ghana**. 2016. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Water, Engineering And Development Centre, Loughborough University, Loughborough, 2016. Disponível em: https://www.susana.org/_resources/documents/default/3-2688-7-1480666154.pdf. Acesso em: 03 ago. 2020.

MESQUITA, Tayane Cristiele Rodrigues. **TRATAMENTO DESCENTRALIZADO DE ESGOTOS SANITÁRIOS EM SISTEMAS CONSTITUÍDOS POR TANQUES SÉPTICOS E FILTROS ANAERÓBIOS**. 2019. 225 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/27385/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 30 mai. 2020.

MENDONÇA, Alexandre Antonio Jacob de. **Avaliação de um sistema descentralizado de tratamento de esgotos domésticos em escala real composto por tanque séptico e wetland construída híbrida**. 2015. 209 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-25052016-122129/publico/AlexandreAntonioJacobDeMendoncaREVISADA.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2020.

METCALF, Leonard; EDDY, Harrison P. **Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos**. 5. ed. Brasil: Amgh Editora Ltda, 2016. 1980 p.

MOURA, Anny Eli de. **Avaliação do Diagrama de Fluxo de Esgoto baseado em um estudo de caso realizado na Zona Leste do município de São Paulo**. 2019. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em:

https://teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6139/tde-24102019-105148/publico/MouraAE_MTR_R.pdf. Acesso em: 06 jun. 2020.

MPSC. Ministério Público de Santa Catarina. **Programa Saneamento Básico: Planos de Saneamento Municipais**. Centro de Apoio Operacional do Meio Ambiente. Situação no terceiro quadrimestre de 2016. Santa Catarina, 2016. Disponível em: <https://documentos.mpsc.mp.br/portal/manager/resourcesDB.aspx?path=2498>. Acesso em: 09 jun. 2016.

OLIVEIRA JUNIOR, José Lima de. Tratamento descentralizado de águas residuárias domésticas: uma estratégia de inclusão social. In: LIRA, Waleska Silveira; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde (org.). **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa**. Campina Grande: Eduepb, 2013. p. 213-232. Disponível em: <https://static.scielo.org/scielobooks/bxj5n/pdf/lira-9788578792824.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2020.

ONU. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 15 set. 2020.

PASSOS, Manuela Gazzoni dos; PRADO, Geisa Percio do; PRESTES, Monica Patrícia; FACCO, Janete. PLANOS DE SANEAMENTO BÁSICO: situação na região hidrográfica II do Estado de Santa Catarina. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [s.l.], v. 6, n. 3, p. 511, 9 nov. 2017. Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL. <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v6e32017511-530>.

PEAL, Andy *et al.* Estimating Safely Managed Sanitation in Urban Areas; Lessons Learned from a Global Implementation of Excreta-Flow Diagrams. **Frontiers in Environmental Science**, v. 8, n. 1, jan. 2020. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2020.00001/full>. Acesso em: 30 mai. 2020.

PEREIRA, Anne Relvas. **REATOR BIOLÓGICO COM MEMBRANA (MBR) APLICADO AO TRATAMENTO DE ESGOTOS GERADOS POR UNIDADES RESIDENCIAIS UNIFAMILIARES**. 2016. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2016. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/22465/1/2016_AnneRelvasPereira.pdf. Acesso em: 10 jun. 2020

PEREIRA, Maria Marconiete Fernandes; SIQUEIRA, Mariana de. O ACESSO UNIVERSAL E SUSTENTÁVEL AO DIREITO AO SANEAMENTO COMO CAMINHO DE CONSTRUÇÃO DO DESENVOLVIMENTO. **Revista Jurídica**: UNICURITIBA, Curitiba, v. 4, n. 49, p. 145-159, 2017. Disponível em: <http://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/RevJur/article/view/2289>. Acesso em: 25 mai. 2020.

PEREIRA, Tatiana Santana Timóteo; PEREIRA, Guilherme da Silva. SANEAMENTO BÁSICO EM SANTA CATARINA SOB A ÓTICA DO PLANSAB. In: EXPOSIÇÃO DE

EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SANEAMENTO (EEMS), 20., 2016, Jaraguá do Sul. **Anais [...]**. Jaraguá do Sul: Assemae, 2016. p. 701-715. Disponível em: <http://sistema.trabalhosassemae.com.br/repositorio/2016/10/trabalhos/523/631/t631t23e10a2016.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2020.

PMF. Prefeitura Municipal de Florianópolis. **ESTUDO DE CONCEPÇÃO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE FLORIANÓPOLIS**. Florianópolis, 2019. Disponível em: <http://floripamanha.org/wp-content/uploads/2020/06/esgotamento-sanitario.pdf>. Acesso em: 10 de jun. 2020.

PMF. Prefeitura Municipal de Florianópolis. **Geoprocessamento: Mapas para download**. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/>. Acesso em: 20 set. 2020.

SANTA CATARINA (Estado). **Lei nº 13.517, de 04 de outubro de 2005**. Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento e estabelece outras providências. Florianópolis, SC: ALESC [2016]. Disponível em: http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2005/13517_2005_lei.html. Acesso em: 03 jun. 2020.

SFD. **SFD Manual – Volume 1 and 2**. 2ª versão. SFD Promotion Initiative, 2018. 122 p. Disponível em: https://www.susana.org/_resources/documents/default/3-2357-7-1529046600.pdf. Acesso em: 09 jun. 2020.

SFD. **Worldwide projects**. Disponível em: <https://sfd.susana.org/about/worldwide-projects>. Acesso em: 30 out. 2020.

SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Painel Esgotamento Sanitário**. 2018. Disponível em: <http://snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-esgotamento-sanitario>. Acesso em: 30 jul. 2020.

SPERLING, Tiago Lages von; SPERLING, Marcos von. Proposição de um sistema de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 4, p. 313-322, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/esa/v18n4/1413-4152-esa-18-04-00313.pdf>. Acesso em: 13 set. 2020.

SUBTIL, Eduardo Lucas; SANCHEZ, Aline Alves; CAVALHERO, Amanda. **Sistemas descentralizados de tratamento de esgoto e reúso de água**. Em: Waldir Mantovani; Andrea de Oliveira Cardoso; Roseli Frederigi Benassi; Eduardo Lucas Subtil. (Org.). *Ciência e Tecnologia Ambiental: conceitos e perspectivas*. São Bernardo do Campo: Editora UFABC, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/309429650_Sistemas_descentralizados_de_tratamento_de_esgoto_e_reuso_de_agua. Acesso em: 30 mai. 2020.

SUSANA. Sustainable Sanitation Alliance. **SFD Graphic Generator**. Disponível em: <https://sfd.susana.org/data-to-graphic>. Acesso em: 03 ago. 2020.

SUSANA. Sustainable Sanitation Alliance. **The Story Behind the SFDs**. Disponível em: <https://sfd.susana.org/about/the-story-behind>. Acesso em: 09 jun. 2020.

TALAMINI, Giuliana; BURCHARD, Alejandra. **Relatório SFD Lite: Manaus Brasil**. 2018. 9 p. Disponível em: https://www.susana.org/_resources/documents/default/3-3469-7-1541608080.pdf. Acesso em: 10 jun. 2020.

TANIGUSHI, Daniel Gouveia. **Avaliação dos ganhos de escala e escopo na eficiência da prestação dos serviços de saneamento básico segundo dados do SNIS**. 2013. 133 f. Tese (Doutorado) - Curso de Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-03072013-135246/publico/DanielTanigushi.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2020.

TONETTI, Adriano Luiz et al. **TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS EM COMUNIDADES ISOLADAS**: referencial para a escolha de soluções. Campinas: Biblioteca Unicamp, 2018. 153 p. Disponível em: http://www.mpsp.mp.br/portal/pls/portal/!PORTAL.wwpob_page.show?_docname=2639660.PDF. Acesso em: 10 jun. 2020.

TRATA BRASIL. **Manual do Saneamento Básico: Entendendo o saneamento básico ambiental no Brasil e sua importância socioeconômica**. 2012. 62 p. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/estudos/pesquisa16/manual-imprensa.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2020.

TREIN, Camila Maria et al. Tratamento descentralizado de esgotos de empreendimentos comercial e residencial empregando a ecotecnologia dos wetlands construídos. **Ambiente Construído**, [s.l.], v. 15, n. 4, p. 351-367, dez. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212015000400055>. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ac/v15n4/1678-8621-ac-15-04-0351.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2020.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki; ALEM SOBRINHO, Pedro. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. 2. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000. 547 p.

VON SCHIRNDING, Yasmin. **Health in Sustainable Development Planning: The role of indicators**. Geneva: World Health Organization, 2002. 156 p. Disponível em: <https://www.who.int/wssd/resources/indicators/en/>. Acesso em: 14 set. 2020.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2018. 472 p.

WHO/UNICEF. **Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: 2017 Update and SDG Baselines**. Geneva: World Health Organization (WHO) and the United Nations Children's Fund (UNICEF), 2017. Disponível em: https://www.unicef.org/publications/index_96611.html. Acesso em: 22 set. 2020.