

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

Amanda da Cruz

Gerenciamento dos sistemas de tratamento de efluentes no lote: estudo de caso em Vidal
Ramos – SC

Florianópolis
2021

Amanda da Cruz

Gerenciamento dos sistemas de tratamento de efluentes no lote: estudo de caso em Vidal

Ramos – SC

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.
Orientador: Alexandre Bach Trevisan, MSc.

Florianópolis

2021

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

Cruz, Amanda da
Gerenciamento dos sistemas de tratamento de efluentes
no lote : estudo de caso em Vidal Ramos - SC / Amanda da
Cruz ; orientador, Alexandre Bach Trevisan, 2021.
118 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental,
Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Engenharia Sanitária e Ambiental. 2. Diagrama de
Fluxo de Esgoto. 3. Gerenciamento de lodo fecal. 4. Cadeia
de serviços de saneamento. I. Trevisan, Alexandre Bach. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Engenharia Sanitária e Ambiental. III. Título.

Amanda da Cruz

**Gerenciamento dos sistemas de tratamento de efluentes no lote: estudo de caso em Vidal
Ramos/SC**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental

Florianópolis, 11 de maio de 2021.

Prof.^a Maria Elisa Magri, Dra.
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Alexandre Bach Trevisan, MSc.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Pablo Heleno Sezerino, Dr.
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Maria Elisa Magri, Dra.
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado aos meus pais, que foram essenciais ao longo desta jornada, aos meus amigos, professores e todos aqueles que de alguma forma contribuíram para minha formação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais, Rosani e Sérgio, que sempre reconheceram a importância da educação e me incentivaram a busca-la desde criança. Vocês foram meu porto seguro nos momentos de dificuldade e forneceram todo suporte para que eu pudesse concluir esta etapa tão importante. Agradeço também a todos os familiares que se fizeram presentes durante esta caminhada, sobretudo ao meu avô Juca (*in memorian*) e minha avó Norma (*in memorian*), por todo carinho.

Agradeço a todos os professores e demais profissionais que contribuíram para minha formação pelo conhecimento transmitido, paciência e atenção dispendidas. Em especial, ao meu orientador Alexandre, por sua dedicação e disponibilidade em direcionar e contribuir para a elaboração desta pesquisa, sempre me incentivando a buscar novas respostas. Aproveito também para agradecer aos professores Pablo e Maria Elisa, membros da banca avaliadora, pelo tempo dedicado à leitura deste trabalho e por todas as considerações para sua melhoria.

Aos meus amigos, agradeço pela parceria e apoio durante esta fase, ela foi muito mais leve com a presença de vocês. Lauren, minha *roommate* durante a graduação, obrigada por todos os momentos que compartilhamos, por me ouvir e aconselhar. Ter você ao meu lado tornou tudo mais fácil. Djaniffer, obrigada por ser presente e me confortar, mesmo que à distância. Anaïs, Bruna, Gabriela, Isadora, Jamily e Kelvin, além de parceiros de trabalhos acadêmicos, vocês foram fundamentais para tornar esta jornada mais animada, obrigada pelos cafezinhos e por todas as risadas. Aprendi muito com cada um de vocês.

Agradeço a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), pela oportunidade de estudar em uma instituição pública, gratuita e de qualidade, que vai muito além do conhecimento acadêmico, nos ensinando a respeitar as diferenças e unir nossos esforços na busca de soluções que promovam melhorias para a sociedade e meio ambiente.

Agradeço também a todos os moradores que participaram das entrevistas em campo e responderam aos questionários. Vocês foram essenciais para a realização deste trabalho.

Enfim, a todos que de alguma forma participaram desta jornada, minha gratidão!

RESUMO

O correto gerenciamento dos efluentes sanitários é de suma importância para a preservação do meio ambiente e influencia diretamente na saúde da população. Esta tarefa é um desafio para a maioria dos gestores, que enfrentam dificuldades para entender a situação da prestação de serviços e propor soluções que atendam às necessidades locais. Em municípios de pequeno porte, a escolha do modal de saneamento deve ser precedida de uma análise das condições físicas, sanitárias e socioeconômicas locais, pois frequentemente a implantação de sistemas convencionais de coleta e tratamento de esgoto não são compatíveis com sua realidade. Soluções descentralizadas, que tratam os efluentes próximos à fonte geradora, são uma alternativa interessante, desde que sua operação e manutenção respeitem as normas pertinentes. Nesta perspectiva, este trabalho objetivou realizar o diagnóstico da situação da prestação de serviços relacionados ao gerenciamento dos sistemas locais de tratamento de esgotos sanitários do município de Vidal Ramos – SC, que está entre os 59% municípios catarinenses com população inferior a 10.000 habitantes. Para tanto, inicialmente foram coletados dados secundários de indicadores de saneamento básico do local e realizadas entrevistas em campo, estruturadas nos instrumentos de coleta de dados desenvolvidos pelo Banco Mundial. Verificou-se que 75% dos sistemas de contenção são considerados inadequados e que uma parcela ínfima (1%) é esvaziada, somente mediante algum problema. Em seguida, as informações obtidas foram utilizadas para fomentar a ferramenta Diagrama de Fluxo de Esgoto (DFE), considerando a área urbana e total do município, assim como diferentes cenários para a destinação final dos efluentes. Como resultado, obtiveram-se gráficos demonstrando a proporção de lodo fecal gerenciada de forma segura, permitindo identificar sua trajetória e as falhas ao longo das etapas de contenção, esvaziamento, transporte, tratamento e disposição final. Os diferentes cenários apresentaram inadequações logo na etapa de contenção, seja por falhas em sua construção e operação, ou pela destinação final do efluente tratado. Na área urbana, cerca de 53% dos sistemas no lote lançam seus efluentes tratados na rede de drenagem, com potencial risco de contaminação devido à presença de patógenos que não são removidos após o tanque séptico (TS). Já na área rural, a maior preocupação é em relação à grande quantidade de fossas rudimentares e de esgoto bruto lançado diretamente no meio, representando 82% dos casos inventariados. A partir do diagnóstico obtido, propôs-se um modelo de negócios para remoção de lodo programada mediante o pagamento de uma tarifa mensal, com o intuito de regularizar a situação dos sistemas e garantir que os subprodutos sejam de fato removidos e tratados ao longo de toda a cadeia de serviços. Desta forma, o custo de limpeza do TS seria diluído ao longo dos meses, tornando o serviço acessível aos moradores. Para receber os resíduos, foi prevista uma Unidade de Gerenciamento de Lodo (UGL), aplicando a ecotecnologia de tratamento *Wetlands* Construídos de fluxo vertical. Uma estimativa inicial de custo demonstrou que os investimentos requeridos para implantação e operação do modelo são significativamente menores se comparados aos modelos convencionais, na ordem de 1.166%.

Palavras-chave: Diagrama de Fluxo de Esgoto. Gerenciamento de Lodo Fecal. Cadeia de Serviços de Saneamento. Diagnóstico. Saneamento descentralizado.

ABSTRACT

The correct management of sanitary effluents is mission critical for the preservation of the environment and directly influences the health of the population. This task is a challenge for most managers, who face difficulties in understanding the situation of service provision and proposing solutions that meet local needs. In small municipalities, the choice of sanitation modalities must be preceded by an analysis of local physical, sanitary and socioeconomic conditions, as the implementation of conventional sewage collection and treatment systems is often not compatible with their reality. Decentralized solutions, which treat effluents close to the generating source, are an interesting alternative, as long as their operation and maintenance respect the relevant standards. In this perspective, this study aimed to diagnose the situation of the provision of services related to the management of local sanitary sewage treatment systems in the municipality of Vidal Ramos – SC, which is among 59% of the municipalities in Santa Catarina with a population less than 10,000 inhabitants. To this end, secondary data were collected from basic sanitation indicators at the local and field interviews were conducted, structured in the data collection instruments developed by the World Bank. It was found that 75% of the containment systems are considered inadequate and that a tiny portion (1%) is emptied, only through some problem. Then, the information obtained was used to foster the Shit Flow Diagram (SFD) tool, considering the urban and total area of the municipality, as well as different scenarios for the final disposal of effluents. As a result, graphs were obtained showing the proportion of fecal sludge that is safely managed, allowing to identify its trajectory and the faults along the stages of containment, emptying, transport, treatment and disposal. The different scenarios showed inadequacies as soon at the containment stage, either due to flaws in their construction and operation, or due to the final destination of the treated effluent. In the urban area, about 53% of the onsite systems discharge their treated effluents into the drainage network, with a potential risk of contamination due to the presence of pathogens that are not removed after the septic tank (ST). In the rural area, the greatest concern is in relation to the large amount of rudimentary cesspits and raw sewage discharged directly into the environment, representing 82% of the inventoried cases. Based on the diagnosis obtained, a scheduled desludging sanitation tax model was proposed, in order to regularize the situation of the systems and ensure that the by-products are in fact removed and treated throughout the sanitation service chain. In this way, the cost of cleaning the ST would be diluted over the months, making the service accessible to residents. To receive the waste, a Sludge Management Unit (SMU) was foreseen, applying the vertical flow constructed wetland technology. An initial cost estimate showed that the investments required for the implementation and operation of the model are significantly lower when compared to conventional models, on the order of 1.166%.

Keywords: Shit Flow Diagram. Fecal Sludge Management. Sanitation Service Chain. Diagnostic. Decentralized sanitation.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Fluxograma dos domicílios rurais brasileiros, conforme setores censitários..... | 20 |
| Figura 2 – Conceito de déficit em saneamento de acordo com o PLANSAB..... | 21 |
| Figura 3 – Esquema de um tanque séptico de câmara única. | 24 |
| Figura 4 – Esquema de uma fossa rudimentar..... | 25 |
| Figura 5 – Cadeia de Serviços de Saneamento..... | 28 |
| Figura 6 – Caminhão limpa-fossa..... | 29 |
| Figura 7 – DFE de Tarija, Bolívia. | 32 |
| Figura 8 – Fluxograma metodológico da pesquisa..... | 35 |
| Figura 9 – Pirâmide etária de Vidal Ramos..... | 36 |
| Figura 10 – Classes de rendimento nominal mensal domiciliar per capita. | 36 |
| Figura 11 – Exemplo de questão respondida durante a caminhada transversal. | 41 |
| Figura 12 – Caminhada transversal na Rua Santa Cruz em Vidal Ramos. | 41 |
| Figura 13 – Seleção dos sistemas de saneamento na matriz DFE. | 44 |
| Figura 14 – Cenários de estudo da pesquisa..... | 47 |
| Figura 15 – Rota da caminhada transversal na área urbana de Vidal Ramos..... | 49 |
| Figura 16 – Ligações irregulares identificadas..... | 50 |
| Figura 17 – Mapa do cenário 1c: recorte das residências que possivelmente lançam o efluente do TS na rede de drenagem. | 58 |
| Figura 18 – DFE do cenário 1a: 100% do efluente do TS lançado na rede de drenagem. | 59 |
| Figura 19 – DFE do cenário 1b: 50% do efluente do TS lançado na rede de drenagem e 50% em sumidouro. | 60 |
| Figura 20 – DFE do cenário 1c: recorte dos sistemas que possivelmente lançam os efluentes na rede de drenagem..... | 61 |
| Figura 21 – DFE do cenário 2a: 100% do efluente do TS lançado na rede de drenagem. | 62 |
| Figura 22 – DFE do cenário 2b: 50% do efluente do TS lançado na rede de drenagem e 50% em sumidouro. | 63 |
| Figura 23 – DFE do cenários 2c: recorte dos sistemas que possivelmente lançam os efluentes na rede de drenagem. | 64 |
| Figura 24 – DFE para o cenário 2d: 50% da destinação dos sistemas de contenção segue para sumidouro e o restante é desconhecida. | 65 |
| Figura 25 – Porcentagens do DFE para os cenários propostos..... | 66 |

| | |
|--|----|
| Figura 26 – Mapa de localização da UGL..... | 70 |
| Figura 27 – Esquema do WC estudado para desidratação do lodo. | 71 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 – Métodos de pesquisa e Instrumentos relacionados..... | 39 |
| Quadro 2 – Informantes-chave entrevistados. | 42 |
| Quadro 3 – Respostas do Formulário de Caminhada Transversal..... | 51 |
| Quadro 4 – Soluções de saneamento selecionadas..... | 56 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Soluções em saneamento informadas pela população de Vidal Ramos. | 48 |
| Tabela 2 – Proporções utilizadas na Matriz DFE. | 57 |
| Tabela 3 – Estimativa de custo do modelo. | 73 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
CAPEX do inglês *capital expenditure*
CD Censo Demográfico
CONAMA Conselho Nacional do Meio Ambiente
DFE Diagrama de Fluxo de Esgoto
EPI Equipamentos de Proteção Individual
ETE Estação de Tratamento de Esgoto
FUNASA Fundação Nacional de Saúde
GLF Gerenciamento de Lodo Fecal
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ID Indicadores de Desempenho
IDHM Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
ODS Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OPEX do inglês *operational expenditure*
PLANSAB Plano Nacional de Saneamento Básico
PMSB Plano Municipal de Saneamento Básico
PNAD Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNSR Plano Nacional de Saneamento Rural
SFD-PI do inglês *Shit Flow Diagram Promotion Initiative*
SINAPI Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SINISA Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico
SNIS Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SuSanA do inglês *Sustainable Sanitation Alliance*
TAC Termo de Ajuste de Conduta
TS Tanque séptico
UGL Unidade de Gerenciamento de Lodo
UNICEF Fundo de Emergência Internacional das Nações Unidas para a Infância
USEPA do inglês *Environmental Protection Agency*
WC *Wetlands* Construídos
WHO do inglês *World Health Organization*

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 15 |
| 1.1 | OBJETIVOS | 16 |
| 1.1.1 | Objetivo Geral..... | 16 |
| 1.1.2 | Objetivos Específicos | 16 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 18 |
| 2.1 | SANEAMENTO ADEQUADO | 18 |
| 2.1.1 | Aspectos legais..... | 18 |
| 2.1.2 | Modais do saneamento | 22 |
| 2.1.3 | Indicadores | 26 |
| 2.2 | GESTÃO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO | 27 |
| 2.2.1 | Cadeia de serviços de saneamento | 27 |
| 2.2.1.1 | <i>Contenção</i> | 28 |
| 2.2.1.2 | <i>Esvaziamento e Transporte.....</i> | 28 |
| 2.2.1.3 | <i>Tratamento.....</i> | 30 |
| 2.2.1.4 | <i>Uso ou Disposição final</i> | 30 |
| 2.2.2 | Ferramentas de diagnóstico | 31 |
| 2.2.2.1 | <i>Diagrama de Fluxo de Esgoto.....</i> | 31 |
| 2.2.3 | Modelos de negócio para gerenciamento de lodo fecal..... | 33 |
| 3 | METODOLOGIA..... | 35 |
| 3.1 | CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO..... | 35 |
| 3.2 | OBTENÇÃO DE DADOS | 37 |
| 3.2.1 | Dados secundários | 38 |
| 3.2.2 | Dados primários..... | 38 |
| 3.2.2.1 | <i>Caminhada Transversal</i> | 40 |
| 3.2.2.2 | <i>Entrevistas com informantes-chave.....</i> | 42 |
| 3.3 | ELABORAÇÃO DO DFE..... | 44 |

| | | |
|--------------|--|------------|
| 3.4 | PROPOSIÇÃO DE UM MODELO DE NEGÓCIOS | 46 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 47 |
| 4.1 | ÁREA DE ESTUDO | 47 |
| 4.2 | DADOS OBTIDOS | 47 |
| 4.2.1 | Dados secundários | 47 |
| 4.2.2 | Dados primários..... | 49 |
| 4.2.2.1 | <i>Caminhada transversal.....</i> | 49 |
| 4.2.2.2 | <i>Entrevistas com informantes-chave.....</i> | 52 |
| 4.3 | DIAGRAMA DE FLUXO DE ESGOTO | 56 |
| 4.3.1 | DFE do Cenário 1 | 59 |
| 4.3.2 | DFE do Cenário 2 | 61 |
| 4.3.3 | Análise dos cenários e da ferramenta | 65 |
| 4.4 | MODELO DE TAXA DE SANEAMENTO PARA REMOÇÃO DE LODO PROGRAMADA..... | 67 |
| 4.4.1 | Estimativa de custos para implementação do modelo..... | 72 |
| 5 | CONCLUSÃO..... | 75 |
| 6 | RECOMENDAÇÕES..... | 77 |
| | REFERÊNCIAS..... | 78 |
| | APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)..... | 85 |
| | APÊNDICE B – Formulário de caminhada transversal..... | 86 |
| | APÊNDICE C – Roteiro de entrevistas com informantes-chave | 94 |
| | APÊNDICE D – Questionário <i>FSM Business Model Tool</i> | 109 |
| | ANEXO A – Modelo padrão disponibilizado pela prefeitura | 116 |

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história os investimentos públicos em saneamento no Brasil seguiram o curso das estratégias políticas de cunho desenvolvimentista, ou seja, concentraram-se em grandes centros urbanos deixando de lado pequenos municípios e áreas rurais (FUNASA, 2019). Sabe-se que o acesso ao saneamento é um direito humano básico de todos, essencial para a promoção da saúde pública e conservação do meio ambiente.

Atualmente, o desafio dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) no âmbito do saneamento não é apenas alcançar o acesso universal aos banheiros, mas que todos os subprodutos gerados sejam gerenciados de forma segura ao longo de toda a cadeia de serviços de saneamento (WORLD BANK GROUP, 2016a).

Segundo a WHO/UNICEF (2015), o gerenciamento seguro compreende as etapas de contenção, remoção e transporte das excretas para tratamento ou disposição final em local adequado, ou então para reuso seguro em pequenas comunidades, obedecendo às legislações locais. Tal segurança pode ser alcançada através do transporte do efluente por redes até estações de tratamento; da coleta higiênica dos resíduos de tanques sépticos e latrinas por um caminhão de sucção, seguindo para tratamento ou disposição em locais adequados; e pelo armazenamento local dos subprodutos, até que estejam seguros para manuseio e reutilização (como insumo agrícola, por exemplo).

Dentre as alternativas expostas, estimativas evidenciam que o número de pessoas que dependem de soluções de saneamento locais em países em desenvolvimento varia de 60 a 100% (WORLD BANK GROUP, 2016a).

Sistemas de tratamento locais são caracterizados principalmente pelo fato das águas residuárias, em pequenos volumes, serem tratadas próximas da fonte geradora (CRITES; TCHOBANOGLIOUS, 1998). Dentre as principais tecnologias de tratamento no lote utilizadas no Brasil pode-se mencionar o tanque séptico, normatizado segundo a NBR 7229 (ABNT, 1993), e as fossas rudimentares, que recebem diretamente os esgotos das habitações, respondendo pelas funções desempenhadas pela fossa séptica e sumidouro (FUNASA, 2015). A primeira tecnologia, se corretamente gerenciada, corresponde a uma solução ambientalmente adequada, já a segunda pode causar contaminação ambiental. Entretanto, muitas vezes os efluentes sequer recebem tratamento, sendo lançados diretamente em corpos hídricos e redes de drenagem, provocando impactos ao ecossistema.

Tendo em vista que os sistemas de tratamento geram subprodutos, surge a demanda por serviços de gerenciamento, sendo esta normalmente negligenciada por empresas de serviço público, governos locais e famílias (WORLD BANK GROUP, 2016a). A análise da cadeia de saneamento busca garantir que os subprodutos sejam rastreados desde o ponto de geração até o reuso ou descarte final, verificando se estas etapas são promovidas de forma segura ou não (PEAL *et al.*, 2020).

Conhecer a realidade do saneamento local auxilia o processo de tomada de decisão dos órgãos competentes para implementação de soluções sustentáveis, seguras e abrangentes. Para tanto, o Banco Mundial desenvolveu ferramentas de diagnóstico que visam melhorar a compreensão da natureza dos problemas relacionados ao saneamento, fornecendo subsídios importantes para este processo (WORLD BANK GROUP, 2016a).

Deste modo, utilizando-se das ferramentas supracitadas, o presente trabalho tem por objetivo elaborar o diagnóstico da prestação de serviços relacionados ao gerenciamento dos sistemas locais de tratamento de esgotos sanitários do município de Vidal Ramos – SC, e estabelecer instrumentos para seu desenvolvimento. Espera-se que os resultados obtidos possam dar suporte à definição de soluções de esgotamento que atendam às necessidades da população, além de contribuir para preservação do meio ambiente.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Elaborar o diagnóstico da prestação de serviços relacionados ao gerenciamento dos sistemas locais de tratamento de esgotos sanitários do município de Vidal Ramos – SC, estabelecendo instrumentos para o seu desenvolvimento.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a proporção de efluentes gerenciada de forma segura, bem como sua trajetória ao longo da cadeia de saneamento, propondo diferentes cenários;
- Buscar com base em entrevistas com informantes-chave, reconhecer a realidade da cadeia de serviços de saneamento no local;

- Estabelecer instrumentos para aprimorar a gestão do lodo fecal nos sistemas de tratamento de efluentes no lote em Vidal Ramos – SC.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SANEAMENTO ADEQUADO

2.1.1 Aspectos legais

A gestão do saneamento básico no Brasil contempla diferentes esferas, visando garantir a preservação do meio ambiente, capaz de fornecer saúde e qualidade de vida à população. No entanto, ainda existem muitos desafios a serem vencidos para que este direito seja garantido à toda população.

A Constituição Federal estabeleceu como competência da União “instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico e transportes urbanos”. Além disso, definiu como responsabilidade da União, Estados, Distrito Federal e Municípios “promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico” (BRASIL, 1988). Por fim, cabe ao município organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local. O saneamento, na maioria das vezes, é entendido como serviço público de interesse local, a exceção das regiões metropolitanas, onde há o compartilhamento de instalações operacionais de infraestrutura de abastecimento de água e/ou esgotamento sanitário entre dois ou mais municípios (BRASIL, 2020).

A Lei nº 11.445/2007 estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico, apresentando, dentre outros direcionamentos, o planejamento como aspecto fundamental da gestão dos serviços (LISBOA; HELLER; SILVEIRA, 2013). Os planos e políticas de saneamento básico tornaram-se obrigatórios para os municípios contratarem prestadores de serviços, além de estabelecer regulamentação para a estrutura de tarifas, facilitando a transparência e acessibilidade aos municípios, usuários e agentes reguladores e fiscalizadores (DANTAS *et al*, 2012).

Dentre os instrumentos de implementação da Lei está o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), que define o saneamento básico como um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

- a. abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;
- b. esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, 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;

c. limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;

d. drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas (BRASIL, 2013, p.16).

Os princípios que norteiam a elaboração do plano são a universalização, equidade e integralidade. Considera-se universalização a ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados ao saneamento básico, contemplando todos os seus componentes. A equidade está relacionada à superação de diferenças evitáveis, desnecessárias e injustas. No que tange a integralidade, a Lei nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007) define o termo como o conjunto de todas as atividades e componentes dos serviços de saneamento, propiciando à população o acesso de acordo com suas necessidades e otimizando a eficácia das ações e resultados.

Complementando estes conceitos de forma transversal, tem-se a sustentabilidade, matriz tecnológica e participação e controle social. A primeira busca conciliar eficiência na dimensão ambiental, no sentido de conservação dos recursos. A segunda, em uma perspectiva de longo prazo, avalia os rumos tecnológicos que o setor deve seguir, envolvendo diferentes setores em planejamento que busquem por tendências mais robustas e adequadas. Por fim, a participação e controle social estão relacionados à democratização da gestão dos serviços, interligando diferentes campos como o técnico, social e político (BRASIL, 2013).

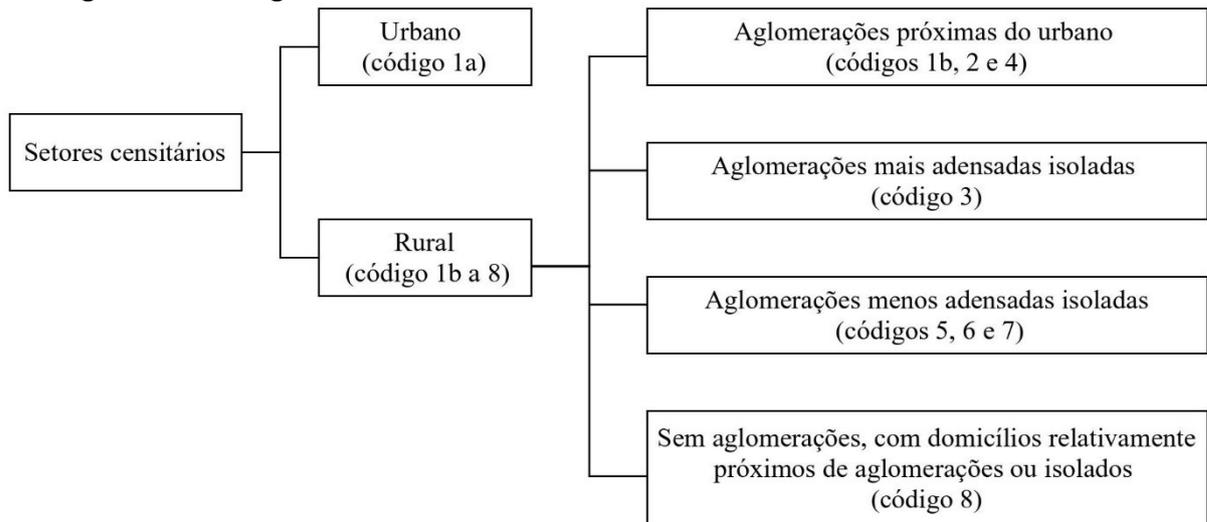
Quando se trata da provisão de serviços de saneamento no meio rural ou em pequenos municípios, as dificuldades são ainda maiores, tais como a dispersão geográfica, isolamento político e geográfico das localidades, áreas de difícil acesso, limitações financeiras ou de pessoal, dentre outros. A necessidade de corrigir o histórico déficit de oferta dos serviços de saneamento, que atinge a população rural levou o PLANSAB a prever a elaboração do Programa Nacional de Saneamento Rural – PNSR (PNSR, 2019).

O PNSR (2019), define o saneamento em quatro eixos, de forma análoga a realizada pelo PLANSAB, estabelecendo o domicílio como a principal unidade de referência dos serviços, tendo em vista que a ele se destinam as provisões de água e bens necessários à sobrevivência das pessoas, e onde são gerados os resíduos sólidos e águas residuárias.

A definição de rural é estratégica para a implementação de políticas públicas, contribuindo para maior efetividade nas ações direcionadas para as populações destas áreas

(ROLAND *et al.*, 2019). Tendo por objetivo compreender a relação entre a ruralidade e as soluções sanitárias existentes, o PNSR adotou um novo conceito de rural, baseando-se nos setores censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), porém com uma nova distribuição, conforme apresentado na Figura 1 a seguir (PNSR, 2019).

Figura 1 – Fluxograma dos domicílios rurais brasileiros, conforme setores censitários.



Fonte: Adaptado de PNSR (2019).

O PNSR considera a densidade demográfica como um indicador condizente, visto que as áreas rurais são menos adensadas que as urbanas. Os setores censitários são utilizados como unidades geográficas de referência pois representam áreas homogêneas. Para identificação das áreas rurais típicas também foram consideradas as características da vizinhança, representadas pela contiguidade espacial. Assim, para que uma área seja considerada rural, não basta ter baixa densidade populacional, mas também que esta esteja próxima de pelo menos um outro setor com características rurais (PNSR, 2019).

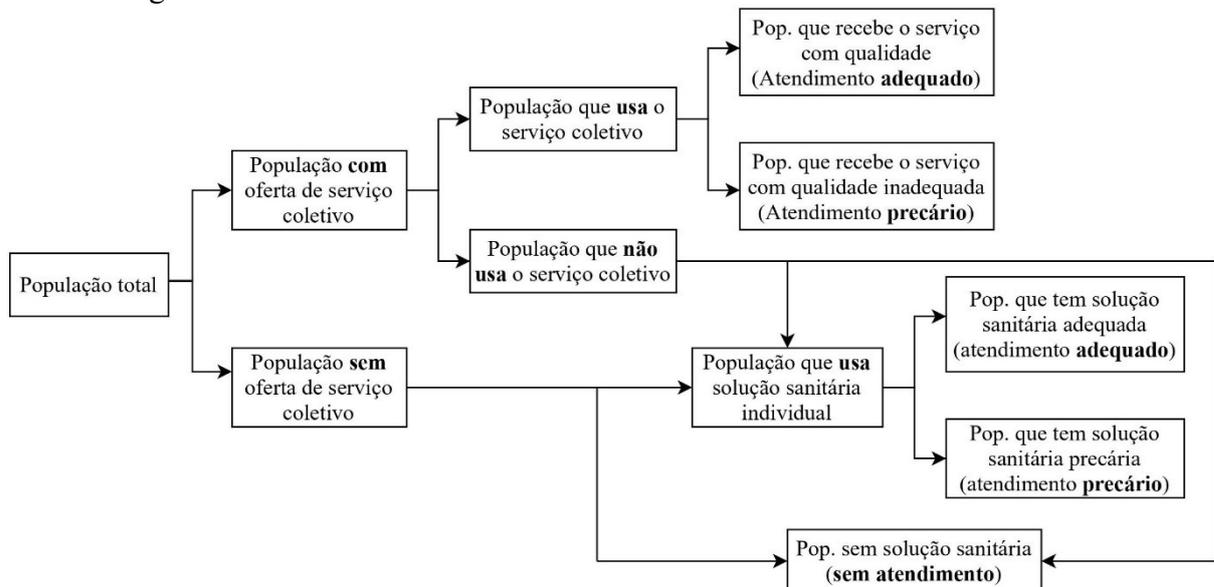
Os dados do IBGE estão distribuídos em um universo de 8 setores, onde os códigos 1 e 2 são considerados urbanos e os demais rurais (IBGE 2011). Desta forma, os setores com baixa densidade demográfica são considerados urbanos, o que pode induzir a políticas públicas inadequadas (ROLAND *et al.*, 2019).

Buscando superar esta delimitação, no PNSR, as áreas de código 2 e 3, devido às suas características rurais, foram reclassificadas como tais. Além disso, o setor censitário de código 1 subdividiu-se em 1a e 1b, onde o primeiro permanece inalterado (áreas urbanizadas de cidade ou vila), e o segundo corresponde à parcela da população rural com densidade inferior a 605 hab/km² e proximidade com pelo menos outro setor rural.

O agrupamento dos setores desta forma infere na solução de saneamento a ser adotada. Em áreas de ocupação remota, dispersa e distantes uma das outras, soluções de saneamento locais se adaptam melhor. Em contrapartida, para regiões com maior densidade demográfica, em diferentes escalas de aglomeração e de proximidade com as áreas urbanas, ações de saneamento coletivas são mais interessantes. Deve-se levar em consideração também as condições sanitárias locais (PNSR, 2019).

Segundo o PLANSAB, para a caracterização de déficit em saneamento básico no Brasil, é necessário contemplar além da infraestrutura implantada, os aspectos socioeconômicos, culturais e a qualidade dos serviços ofertados ou da solução empregada (BRASIL, 2013). A Figura 2 representa o conceito.

Figura 2 – Conceito de déficit em saneamento de acordo com o PLANSAB.



Fonte: Adaptado de BRASIL (2013).

Para a dimensão do esgotamento sanitário, entende-se como atendimento adequado a coleta de esgotos, seguida de tratamento, e o uso de tanques sépticos. No último, pressupõe-se a existência de um pós-tratamento ou disposição final, adequadamente projetados e construídos (BRASIL, 2013).

O déficit é contemplado pelas unidades com atendimento precário ou sem atendimento. O primeiro é representado pela coleta de esgotos, sem receber tratamento, e pelo uso de fossa rudimentar; já o segundo engloba todas as situações não enquadradas anteriormente e que constituem práticas consideradas inadequadas, como por exemplo a ausência de banheiro e o lançamento de esgoto bruto em vala, rio, lago ou mar pela unidade

domiciliar (BRASIL, 2013). O PNSR (2019) adotou a mesma definição, inovando de maneira a acrescentar a tecnologia de fossa seca, em caso de indisponibilidade hídrica, como atendimento adequado.

2.1.2 Modais do saneamento

O esgoto doméstico compreende as águas negras, provenientes de instalações sanitárias contendo fezes e urina; e as águas cinzas, proveniente de banhos, lavagens e demais usos domésticos. As águas residuárias formadas pelo esgoto doméstico e eventuais lançamentos de esgoto industrial, somadas às águas de infiltração, constituem os esgotos sanitários (VON SPERLING, 2014). As abordagens de tratamento destes efluentes variam de sistemas centralizados convencionais a sistemas descentralizados e agrupados inteiramente no local.

A gestão centralizada é amplamente usada como método de tratamento de grandes volumes de águas residuárias em regiões com grande densidade populacional ou elevado nível de urbanização. Esse modelo envolve grandes instalações, exigindo normalmente técnicas avançadas de tratamento e grandes áreas para instalação da estação e redes de coleta, bem como grandes investimentos financeiros para implantação e manutenção de todo o sistema (SURIYACHAN, NITIVATTANANON, AMIN, 2012; NHAPI, 2004).

Normalmente, a coleta dos efluentes se dá através de tubulações que recebem contribuições divididas por sub-bacias convergindo a pontos de reunião em cotas mais baixas, a partir das quais, estações elevatórias realizam o recalque até estações de tratamento, mais afastadas do centro urbano. Convém salientar que durante o tratamento ocorre também a geração de lodo, o qual necessitará também de tratamento específico, encarecendo ainda mais o sistema (OLIVEIRA JUNIOR, 2013). Dentre as tecnologias aplicadas a este modelo pode-se citar os lodos ativados, lagoas de estabilização e reatores anaeróbios.

A quantidade de municípios brasileiros que possuem sistemas centralizados completos de esgotamento sanitário é muito pequena. Além disso, muitos dos sistemas existentes atendem apenas a uma parcela destas cidades, excluindo normalmente áreas mais afastadas e carentes. Segundo informações do Atlas Esgoto (ANA, 2017), cerca de 61% da população urbana brasileira é contemplada com rede coletora, entretanto, apenas 43% tem seu esgoto coletado e tratado, desse modo, 96,7 milhões de pessoas não dispõem de tratamento coletivo de esgotos. Na zona rural, segundo dados de 2018, o cenário é ainda pior, onde apenas 30% dos domicílios são atendidos por rede coletora ou tanque séptico (PNSR, 2019).

Entretanto, o baixo índice de atendimento por rede pública de esgotos sanitários não deveria implicar em más condições sanitárias para a população, nem o justifica, pois em muitos países desenvolvidos também ocorre baixa cobertura por rede coletora em certas regiões. A diferença é que nestes países as residências são providas de sistemas locais de tratamento e disposição final adequados, resolvendo satisfatoriamente suas necessidades (FUNASA, 2015).

A medida em que as cidades continuam a crescer, muitos sistemas centralizados de gerenciamento de efluentes ficam sobrecarregados. Além disso, o desenvolvimento residencial e comercial cercou muitas instalações de tratamento que antes estavam localizadas em áreas remotas, limitando a área para ampliações. A expansão dos componentes do sistema de coleta existente, envolvendo interrupções no fluxo do tráfego e outras atividades públicas, não é bem vista pela maioria dos governos municipais e população. Como consequência dos problemas mencionados, os planejadores avaliam uma série de alternativas para o desenvolvimento futuro de instalações de gerenciamento de águas residuárias, incluindo o uso de instalações descentralizadas (GIKAS; TCHOBANOGLOUS, 2009).

Os sistemas descentralizados são caracterizados por tratar pequenos volumes de efluentes, próximos da fonte geradora, sem a necessidade de grandes instalações de coleta, transporte e tratamento. Tais sistemas podem variar de sistemas *on site* (no local), que atendem uma única habitação ou edifício, a sistemas *cluster* (em grupo), que atendem duas ou mais habitações ou edifícios, transportando os efluentes para um único sistema de tratamento e disposição final (USEPA, 2004).

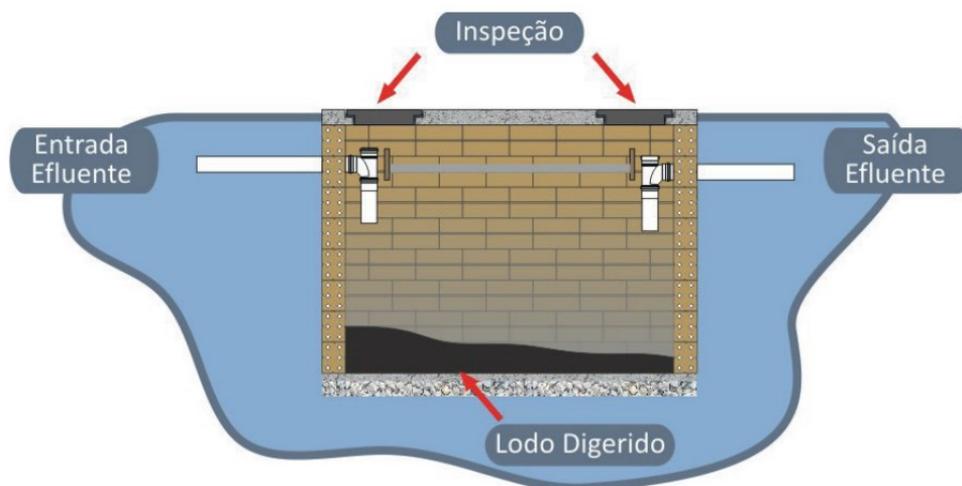
Tais sistemas são apropriados para comunidades com baixa densidade populacional e condições locais variáveis, podendo ser mais econômicos do que os sistemas centralizados. A coleta custa mais de 60% do orçamento total para gestão de águas residuais em um sistema centralizado, particularmente em pequenas comunidades (HOOVER, 1999). Neste sentido, os sistemas descentralizados se destacam, já que a coleta é reduzida e o foco mantém-se no tratamento e disposição final adequados (MASSOUD; TARHINI; NASR, 2009). Outras vantagens ligadas ao uso destes sistemas são o aumento da reutilização final das águas residuárias e seu retorno na bacia de origem.

Existem diversos condicionantes econômicos, sociais, tecnológicos e ambientais na dicotomia centralização ou descentralização, não sendo possível aceitar ou recusar nenhum deles a priori, mas sim proceder caso a caso (LIBRALATO; GHIRARDINI; AVEZZÙ, 2012). Dentre as tecnologias descentralizadas mais utilizadas destacam-se os tanques sépticos e suas variantes, como as fossas rudimentares.

Os tanques sépticos (TS) são unidades de tratamento primário onde ocorre simultaneamente, em câmara única ou em série, a sedimentação e digestão anaeróbia do lodo, que se deposita no fundo do mesmo durante alguns meses, passando por um processo de estabilização. Em sua superfície forma-se uma espuma, composta por óleos, graxas e gorduras. Sua maior aplicação ocorre em habitações unifamiliares, mas também pode atender edificações maiores isoladas (FUNASA, 2015).

A ABNT NBR 7229 (1993) regula o projeto, construção e operação de sistemas de tanque séptico no Brasil, sendo alguns critérios imprescindíveis para a acumulação correta do lodo, como altura mínima de 1,20 m e o correto posicionamento dos septos de entrada e saída, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3 – Esquema de um tanque séptico de câmara única.



Fonte: Funasa (2014).

O lodo acumulado em TS caracteriza-se por possuir uma mistura rica em matéria orgânica, inorgânica, nutrientes (principalmente fósforo), microrganismos e mais de 95% de água. Dentre os agentes patogênicos comumente encontrados, destacam-se cinco grupos: helmintos, protozoários, fungos, vírus e bactérias. Há uma elevada variação na concentração dos diversos parâmetros apresentados, o que revela sua heterogeneidade, proveniente do tempo em que o lodo permaneceu no tanque e da frequência de limpeza do mesmo (FUNASA, 2014).

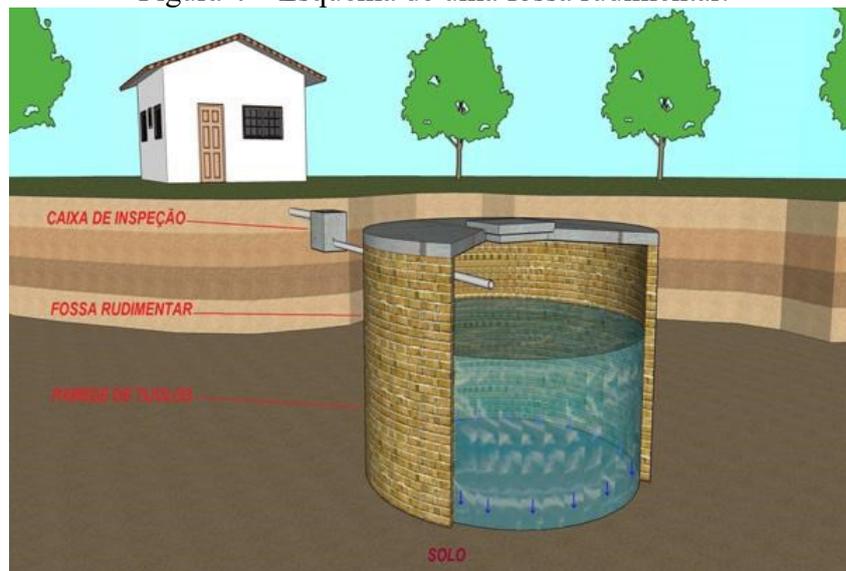
O efluente do TS necessita de uma solução eficiente de disposição, estabelecida pela ABNT NBR 13969 (1997). Recomenda-se o tratamento complementar em filtro anaeróbio, vala de filtração ou filtro de areia e a disposição final em sumidouro ou vala de infiltração. A escolha do processo a ser adotado deve considerar a natureza, permeabilidade, utilização e densidade

de ocupação do solo; a profundidade do lençol freático e a localização da fonte de água de subsolo utilizada para consumo humano.

Normalmente, os moradores são os responsáveis pela implantação, operação e manutenção do tanque séptico, precisando disponibilizar uma área do seu imóvel e arcar com as despesas do sistema, dificilmente subsidiadas pelo poder público (ANDREOLI, 2009). Em Jaraguá do Sul – SC, há um exemplo de programa de instalação de sistemas locais de tratamento por iniciativa do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto. Cerca de mil propriedades rurais receberam caixa de gordura, tanque séptico e filtro anaeróbio para destinação de seus efluentes. A limpeza dos sistemas é realizada uma vez por ano e para prestação do serviço, os moradores pagam mensalmente uma tarifa básica operacional (SAMAEE, 2019).

Segundo a Funasa (2015), as fossas rudimentares, também conhecidas como fossas absorventes, são unidades de tratamento que continuam sendo muito empregadas no meio rural e eventualmente em zonas suburbanas de regiões com solos de características favoráveis. São caracterizadas por poços ou buracos escavados no solo, sem impermeabilização, onde é feita a disposição do esgoto bruto conduzido por veiculação hídrica, respondendo pelas funções desempenhadas pelo TS e sumidouro (Figura 4). Devido à maior quantidade de sólidos em suspensão, matéria orgânica em digestão e ao lodo digerido acumulado em seu interior, a colmatação do solo ocorre mais rapidamente se comparada aos sumidouros construídos pós TS.

Figura 4 – Esquema de uma fossa rudimentar.



Fonte: Sotero (2010).

Verificando-se a perda da capacidade de infiltração no solo, ou o preenchimento da fossa com lodo, normalmente constrói-se um novo sistema para receber o esgoto. As fossas absorventes são tipicamente projetadas e construídas de forma empírica, sem nenhum tipo de projeto ou avaliação das condições locais de instalação. Por ser uma solução simples e econômica, tem sido empregada por várias gerações, já que afasta os dejetos do contato visual, mesmo não afastando todos os seus efeitos deletérios (FIGUEIREDO, 2019). Apesar de sua grande aplicação, tal solução é considerada precária pelo PLANSAB e IBGE.

2.1.3 Indicadores

Com o objetivo de mensurar a eficiência e eficácia de uma entidade gestora em relação a algum aspecto das atividades desenvolvidas no setor de saneamento, utilizam-se indicadores de desempenho (ID). Estes indicadores são normalmente calculados pela razão entre duas variáveis de mesma natureza, ou natureza distinta. Devem representar a realidade de forma clara e concisa, sem ambiguidades, sendo facilmente auditáveis (MATOS, 2004).

No Brasil, a Lei nº 11.445/2007 institucionaliza o uso de indicadores de desempenho e mecanismos de aferição de resultados, tornando obrigatória sua observação durante a prestação de serviços. Além disso, também prevê a criação do SINISA - Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico, a fim de garantir o acesso aos indicadores, estatísticas e demais informações relevantes relacionadas ao saneamento (BRASIL, 2007).

O SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) é a base de dados mais abrangente e relevante do setor de saneamento brasileiro. Sob responsabilidade do governo federal, contempla informações de caráter institucional, administrativo, operacional, gerencial, econômico-financeiro e de qualidade sobre a prestação dos serviços de água, esgoto e manejo de resíduos sólidos (VON SPERLING; VON SPERLING, 2013).

A coleta de dados do SNIS ocorre anualmente, sendo os próprios prestadores de serviços e gestores dos municípios que fornecem as informações. Sua declaração não é compulsória, todavia somente aqueles adimplentes com o SNIS têm acesso a recursos federais destinados aos programas do Ministério das Cidades, atual Ministério do Desenvolvimento Regional (SOARES *et al.*, 2018).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) também faz parte da coleta de dados sobre acesso aos serviços de saneamento, através das maiores pesquisas domiciliares do país: o Censo Demográfico (CD) e a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD).

O Censo é realizado desde 1872 e tem periodicidade decenal, sendo as entrevistas realizadas presencialmente com os moradores dos domicílios. Os dados coletados em relação ao saneamento indicam a existência de banheiro ou sanitário nos domicílios, assim como o tipo de esgotamento sanitário ao qual estão conectados. Já o PNAD é realizado trimestralmente por meio de uma amostragem com seleção probabilística de domicílios, contemplando os mesmos dados do Censo, porém com maior frequência (SOARES *et al.*, 2018).

Outro órgão importante neste contexto é a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), ente regulador federal que tem por objetivo implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos e instituir normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico (BRASIL, 2020). A agência participa da elaboração do Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas, contemplando o diagnóstico do esgotamento sanitário no Brasil, com destaque para suas implicações na qualidade dos corpos d'água receptores, nos investimentos necessários de tratamento e na proposta de diretrizes e estratégias integradas para a realização das ações (ANA, 2017).

Os diferentes indicadores de saneamento possuem, de acordo com os objetivos da instituição interessada, quantidades e características diversas. Infere-se que quanto menor o sistema de indicadores, mais fácil se torna a compreensão de seus resultados (VON SPERLING; VON SPERLING, 2013).

2.2 GESTÃO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Perante as deficiências no setor de saneamento, torna-se necessário intervir em defesa do meio ambiente, saúde pública e melhoria das condições sanitárias. A organização e o planejamento das ações potencializam a gestão dos serviços públicos, propiciando melhorias para a população, ampliando o acesso dos menos favorecidos, corrigindo problemas imediatos com ações de curto prazo, direcionando o futuro do setor a partir de ações de médio e longo prazo, além de reduzir improvisações e decisões emergenciais (LISBOA; HELLER; SILVEIRA, 2013).

2.2.1 Cadeia de serviços de saneamento

O sistema de saneamento refere-se a toda a cadeia de serviços de saneamento, desde o ponto de geração até o ponto de destinação final ou, em outras palavras, do berço ao túmulo

(TILLEY *et al.*, 2008). Existe uma gama de tecnologias disponíveis para gerenciar com segurança os excrementos ao longo desta cadeia. As soluções de saneamento descentralizadas, descritas no Item 2.1.2, vêm ganhando cada vez mais espaço. Estes sistemas geram como subproduto lodo fecal, composto por fezes e urina parcialmente digeridos juntamente com águas residuárias. Os serviços de gerenciamento destes subprodutos são denominados coletivamente de serviços de Gerenciamento de Lodo Fecal (GLF).

A Figura 5 a seguir apresenta a cadeia de serviços de saneamento proposta pelo World Bank Group (2016a). Os próximos tópicos descrevem cada uma destas etapas.

Figura 5 – Cadeia de Serviços de Saneamento.



Fonte: World Bank Group (2016a).

2.2.1.1 Contenção

O sistema de contenção é a primeira etapa da cadeia de saneamento e refere-se ao banheiro e infraestrutura imediatamente após o mesmo. Desta forma, em sistemas centralizados é representado pela conexão das águas servidas à rede de coleta de esgoto ou drenagem, e em sistemas no lote, refere-se à conexão em um sistema de tratamento, como TS ou fossa rudimentar, e seu respectivo tratamento complementar ou disposição final (PEAL *et al.*, 2020).

Além disso, o SFD-PI (2018) classifica as soluções em contidas e não contidas. Sistemas contidos são aqueles que dificilmente resultarão na transmissão de patógenos ao usuário ou ao público em geral, na ausência de qualquer outro comportamento adverso. Por outro lado, os sistemas não contidos resultam em um risco elevado de exposição aos patógenos na população vizinha, independentemente de hábitos domésticos, como lavar as mãos.

2.2.1.2 Esvaziamento e Transporte

O esvaziamento é definido como a remoção manual ou motorizada do lodo fecal de sistemas descentralizados de saneamento. A remoção manual normalmente é realizada de forma informal, sem a utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), e seu transporte pode ser manual (através de baldes e carrinho de mão, por exemplo) ou motorizado. Como há

contato direto com o lodo, os riscos à saúde dos trabalhadores e comunidade próxima são elevados (ANDREOLI, 2009). Já o esvaziamento motorizado, como o nome sugere, faz uso de bombas, sendo os operadores responsáveis por manobrar o equipamento e o mangote, sem contato direto com o lodo. Normalmente é utilizado juntamente com o transporte motorizado, mas não necessariamente (TILLEY *et al.*, 2014).

Segundo Strande, Ronteltap e Brdjanovic (2014), a frequência de esvaziamento dos sistemas varia de semanas a anos, com base no volume e número de usuários que fazem uso do sistema. Quanto maior o período de armazenamento, maior também a estabilização do lodo. Esta operação, embora simples, não pode ser negligente ou descuidada. Se o lodo não for removido no tempo adequado, o espaço destinado à decantação será ocupado por sólidos e o reator não realizará nenhum tratamento, funcionando apenas como caixa de passagem (ANDRADE NETO *et al.*, 1999). Cabe ressaltar ainda, que de acordo com a ABNT NBR 7229 (1993) é recomendado que aproximadamente 10% do lodo digerido seja mantido no interior do TS, pois no caso de sua remoção total, a continuidade do tratamento anaeróbio é prejudicada.

No saneamento centralizado, o transporte dos efluentes é realizado através de redes de coleta, incluindo coletores tronco, interceptores e estações elevatórias. Para saneamento no local, refere-se ao transporte manual ou motorizado de lodo fecal esvaziado das soluções individuais (SFD-PI, 2018). Os caminhões limpa-fossa são a forma mais comum de esvaziamento e transporte motorizado, constituídos de tanque de armazenamento do lodo, mangueiras e sistema de sucção e bombeamento (Figura 6). O mesmo caminhão geralmente realiza a coleta de lodo de mais de uma residência por viagem (ANDREOLI, 2009).

Figura 6 – Caminhão limpa-fossa.



Fonte: Tnsul (2020).

O gerenciamento seguro das práticas de esvaziamento e transporte são avaliados com base no destino dos excrementos. O resíduo entregue ao tratamento é considerado seguro, independentemente de o sistema ser contido; de maneira oposta, o lodo despejado diretamente na rede de drenagem, corpo hídrico ou não entregue ao tratamento, assim como vazamentos na rede, são considerados não seguros (PEAL *et al.*, 2020).

2.2.1.3 *Tratamento*

Durante o processo de tratamento ocorre a alteração física, química e biológica do lodo ou esgoto, convertendo o resíduo em um composto seguro para uso final. No Brasil, as Resoluções CONAMA N° 430/11 (BRASIL, 2011), e 357/05 (BRASIL, 2005), dispõem sobre os padrões e eficiências requeridas para o lançamento de efluentes, a fim de garantir que as características do meio sejam preservadas. Além disso, dependendo da situação das estações de tratamento, deve-se observar a existência de normas estaduais ou municipais mais restritivas. Apesar de ser uma questão antiga, ainda não existe legislação específica para o lodo de TS.

A segurança do tratamento deve ser verificada pelas partes interessadas locais, bem como o atendimento às legislações pertinentes (PEAL *et al.*, 2018). Segundo Andreoli (2009), a maioria dos municípios brasileiros não dispõe de um local específico e adequado para recebimento e tratamento do lodo.

2.2.1.4 *Uso ou Disposição final*

A disposição final refere-se aos métodos pelos quais os produtos resultantes de uma estação de tratamento de esgoto (ETE) são devolvidos ao meio ambiente, com risco reduzido. Onde houver possibilidade de reuso dos subprodutos, este pode ser empregado (TILLEY *et al.*, 2014). Um dos possíveis destinos do lodo é a infraestrutura do sistema público de esgotamento sanitário, todavia, a grande maioria das ETES brasileiras não foi projetada para receber este tipo de resíduo. Outra alternativa, é a incorporação do lodo na solução final do sistema de limpeza pública, o que pode causar impactos, além de dificultar o aproveitamento do lodo em outras atividades (ANDREOLI, 2009). As longas distâncias até locais adequados de disposição final muitas vezes tornam o serviço oneroso.

A Resolução CONAMA N° 498/20 (BRASIL, 2020), define critérios e procedimentos para o uso agrícola do lodo de esgoto gerado em ETES e seus produtos derivados. No entanto,

devido ao caráter extremamente restritivo da resolução, muitas vezes este reaproveitamento torna-se economicamente inviável.

A fiscalização deste serviço é muitas vezes pouco efetiva, assim, é comum o lançamento de lodo diretamente no meio. Desse modo, existe a necessidade de alternativas seguras para que esse resíduo não se transforme em novo problema ambiental, mas traga vantagens econômicas e ambientais, sendo devidamente condicionado ou tratado antes da sua destinação final ou reaproveitamento (ANDREOLI, 2009).

2.2.2 Ferramentas de diagnóstico

Para que as cidades possam melhorar a taxa de gerenciamento seguro do saneamento, elas devem primeiro entender a situação atual, o que é um desafio, já que os serviços geralmente são prestados informalmente, o controle regulatório é baixo e os dados de desempenho pouco disponíveis (PEAL *et al.*, 2020).

Uma das formas de avaliar a prestação de serviços ao longo da cadeia de gerenciamento de lodo fecal é através da utilização de ferramentas de diagnóstico, dentre as quais destaca-se o Diagrama de Fluxo de Esgoto – DFE (do inglês *Shit Flow Diagram*), desenvolvido pelo Banco Mundial.

Para elaboração do diagrama, em cada uma das etapas da cadeia de serviços descrita anteriormente, identifica-se a solução utilizada pelo domicílio e a trajetória dos subprodutos até seu destino final e, de acordo com algumas premissas, classifica-se esta como segura, representada por uma seta verde, ou não segura, representada por uma seta vermelha. A proporção da população contemplada é representada pela espessura das setas, sendo diretamente proporcional (WORLD BANK GROUP, 2016a). Para Peal *et al.* (2020) a segurança é avaliada em termos da probabilidade do risco (patógenos) entrar no ambiente em cada ponto da cadeia de saneamento, e se a exposição humana a esse risco nesse local também pode resultar em risco à saúde pública.

2.2.2.1 Diagrama de Fluxo de Esgoto

O processo de produção do DFE foi codificado em um manual disponível no site do projeto (SFD-PI, 2018). O documento inclui um conjunto de definições padrão, as premissas usadas para modelar os subprodutos e listas de fontes de dados. O DFE é composto por um

relatório, que aborda o contexto da prestação de serviços, e pelo gráfico DFE, que representa o manejo dos resíduos ao longo da cadeia de saneamento.

O diagrama pode ser dividido em três níveis, de acordo com a quantidade de informações confiáveis à disposição. O nível 1 (inicial) é apropriado quando a maioria dos dados disponíveis são de fontes secundárias limitadas, sendo uma boa opção em caso de pouca disponibilidade de tempo e recursos. O nível 2 (intermediário) é utilizado quando dados secundários extensos estão disponíveis e algumas partes interessadas podem ser entrevistadas. Por fim, o nível 3 (integral) requer a mesma quantidade de dados secundários que o nível anterior, porém conta com um envolvimento adicional das partes interessadas e com uma coleta sistemática de dados primários, como entrevistas pessoais, observações e medições em campo, a fim de consolidar os dados obtidos (SFD-PI, 2018).

A ferramenta *SFD Graphic Generator* automatiza a elaboração do gráfico. As informações sobre os sistemas de esgotamento utilizados e a proporção de cada solução são inseridas em uma matriz que retorna os resultados de forma gráfica, como ilustrado na Figura 7 (SFD-PI, 2021).

Figura 7 – DFE de Tarija, Bolívia.



Fonte: SFD-PI (2019).

Percebe-se que neste tipo de diagrama as informações provenientes de diversas fontes são sintetizadas em forma de um gráfico de fácil compreensão, o que otimiza o processo de

análise e tomada de decisão por parte dos gestores. O Relatório DFE de cada cidade destaca onde estão ocorrendo falhas no serviço de saneamento, conforme indicado pelas setas vermelhas, o que pode resultar na concentração da contaminação no nível da comunidade ou em sua disseminação mais ampla, principalmente através dos canais de drenagem, colocando em risco uma população maior (PEAL *et al.*, 2020).

2.2.3 Modelos de negócio para gerenciamento de lodo fecal

A modelagem de negócios é usada como ferramenta para articular diferentes soluções de GLF, tais como custos, potencial de geração de receita e interação entre as diversas partes interessadas. Os modelos de negócios destacam as barreiras comuns a serem superadas pelas partes interessadas e as oportunidades potenciais e escopo para o aumento da participação dos interessados na prestação de serviços de saneamento (RAO *et al.*, 2016).

Com base em 88 estudos de caso de GLF conduzidos em diferentes continentes, Rao *et al.* (2016) propuseram cinco modelos de negócios:

- Modelos para acesso ao banheiro e recuperação de energia *in-situ*;
- Modelos para esvaziamento e transporte de lodo fecal;
- Modelos ligando esvaziamento, transporte e tratamento;
- Modelos que enfatizam a reutilização no final da cadeia de serviço;
- Modelos cobrindo toda a cadeia de serviços de saneamento, desde o acesso ao banheiro até a reutilização.

A escolha do modelo de negócio deve ser feita considerando-se as características intrínsecas da área de estudo e as diferentes partes interessadas. Famílias, empresas e instituições são as principais partes interessadas no acesso a tecnologias de contenção. No componente esvaziamento e transporte, o interesse varia de acordo com a região, população, regulamentos e arranjos institucionais, acessibilidade a banheiros e demanda de mercado, mas em sua maioria, o município é responsável pela prestação dos serviços de saneamento. Às vezes, as empresas privadas são contratadas pelos municípios para atividades de remoção de resíduos, além de operar de forma independente em regiões onde as entidades públicas são incapazes de fornecer os serviços. O componente tratamento é geralmente administrado pelo município ou por um serviço público, não é comum a contratação de empresas privadas para

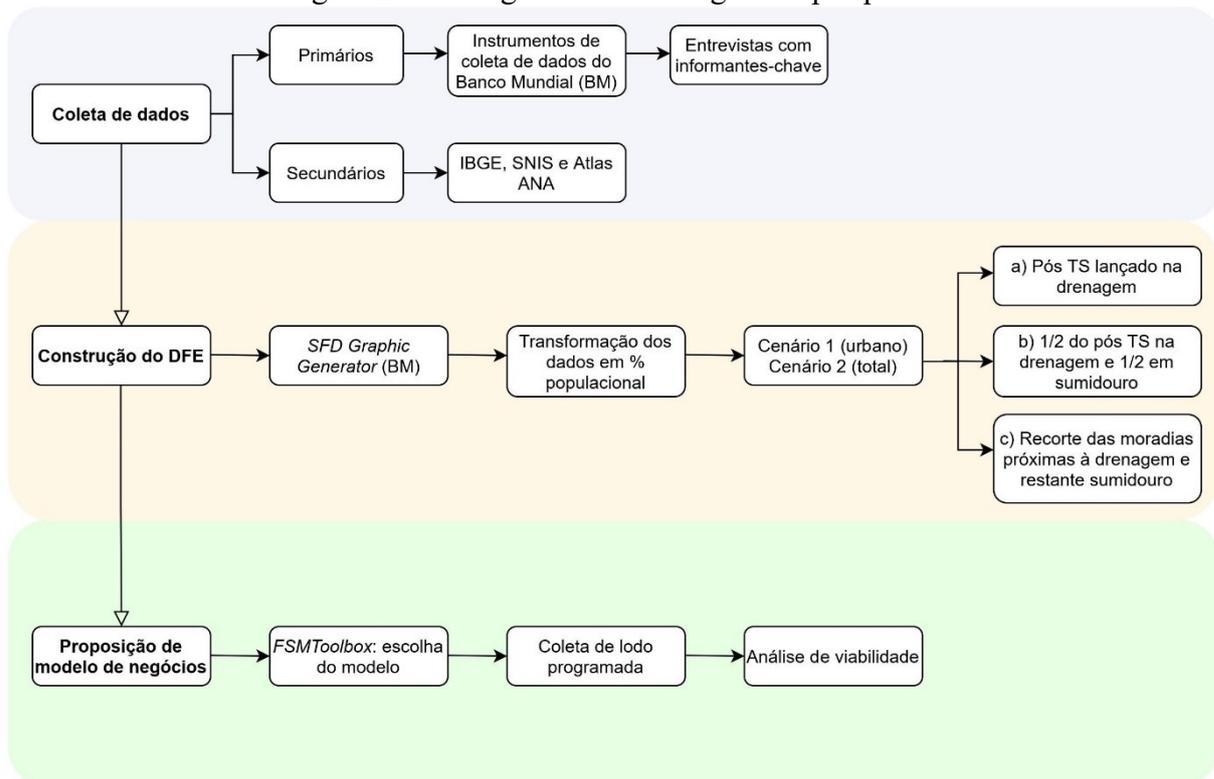
operação. Por fim, na reutilização as partes interessadas envolvidas dependem do tipo de recurso recuperado do lodo – energia ou nutriente (RAO *et al.*, 2016).

Para aplicação do modelo, devem ser observadas as diretrizes do Plano de Saneamento Básico do Município, sempre com foco na proteção ambiental e na segurança da saúde pública. Deve haver, ainda, compatibilidade com as alternativas tecnológicas disponíveis e os recursos humanos, financeiros e materiais existentes em cada local. Para isso, é indispensável conhecer a realidade do esgotamento sanitário no município, pois isso agiliza os procedimentos e facilita a fiscalização e monitoramento das etapas da cadeia de saneamento (ANDREOLI, 2009).

3 METODOLOGIA

A fim de alcançar os objetivos propostos no início deste trabalho foi estabelecida uma metodologia de pesquisa, apresentada no fluxograma da Figura 8.

Figura 8 – Fluxograma metodológico da pesquisa.

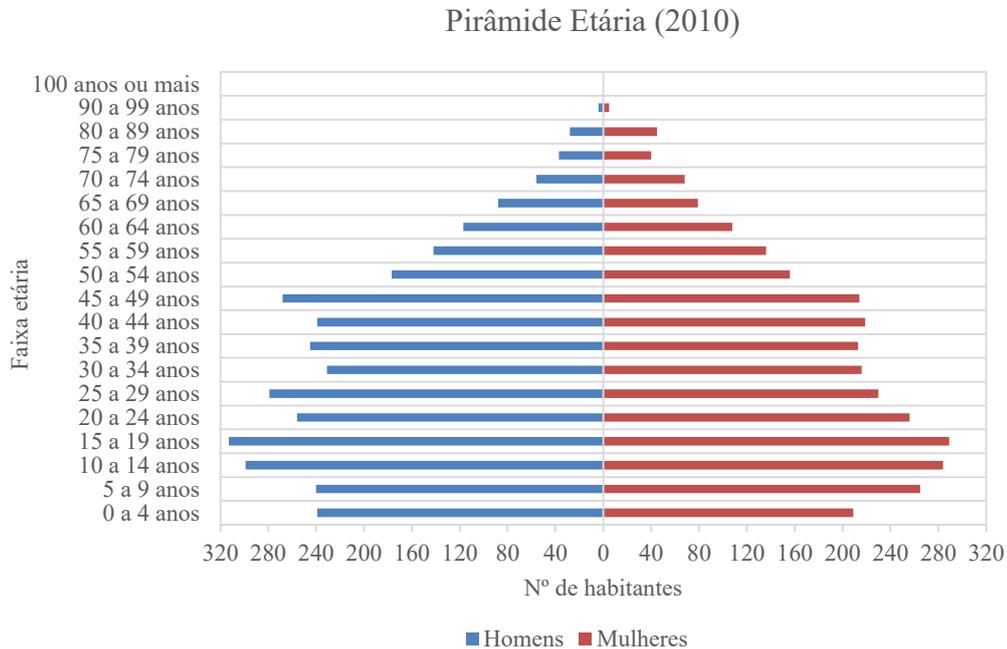


Fonte: Autoria própria.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

Localizado na região sul do Brasil, estado de Santa Catarina, Vidal Ramos está entre 59% dos municípios catarinenses com população inferior a 10.000 habitantes. Segundo projeções do IBGE (2021), o município tem cerca de 6.329 habitantes e densidade demográfica de 18,24 hab/km². A taxa de crescimento populacional (2000-2010) é de -0,39%, sendo a população distribuída na área urbana e rural de 1792 e 4498 habitantes, respectivamente (IBGE, 2010). O território é dividido em 19 setores censitários, classificados entre as categorias 1, 2 e 8, onde 72% da população do município reside na área rural, de acordo com as premissas do IBGE e PNSR. A Figura 9 apresenta a pirâmide etária do município.

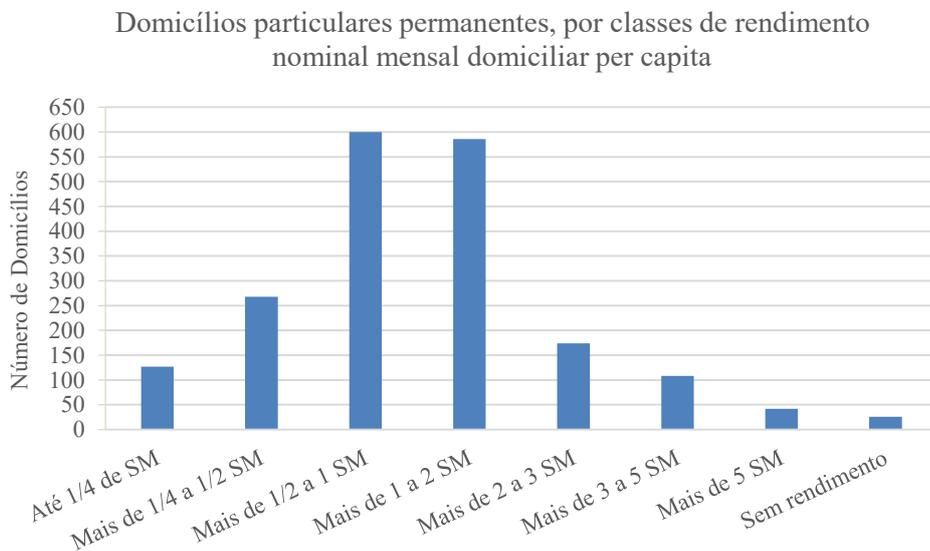
Figura 9 – Pirâmide etária de Vidal Ramos.



Fonte: Autoria própria, dados IBGE (2010).

A economia do município baseia-se principalmente na agropecuária, com cultivo de fumo, cebola, milho, criação de bovinos, suínos e aves. O setor de comércio e serviços também tem papel importante (SDE, 2011). O salário médio mensal dos trabalhadores formais é de 2,6 salários mínimos e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,7 (IBGE, 2010). A Figura 10 apresenta as classes de rendimento nominal mensal per capita.

Figura 10 – Classes de rendimento nominal mensal domiciliar per capita.



Fonte: Autoria própria, dados IBGE (2010).

Nota: SM – Salário Mínimo.

A Região Hidrográfica que abrange o município é a RH7 (Vale do Itajaí), localizada na vertente do Atlântico Sul, caracterizada pela alta densidade de drenagem. Seu rio principal é o Itajaí-Açu, formado pela junção dos rios Itajaí do Sul e Oeste, que possuem como maiores afluentes os rios Itajaí do Norte e Itajaí-Mirim, onde a nascente do último localiza-se em Vidal Ramos (SDE, 2017).

O sistema de abastecimento de água da área urbana do município é operado pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN. A captação é feita no Ribeirão Santa Cruz em uma área preservada, e segue por gravidade até a estação de tratamento de água, sendo posteriormente distribuída através de rede à população. Atualmente, existem 878 ligações e 1055 economias atendidas, que contemplam 39,5% da população total e 100% da população urbana (CASAN, 2021a). Nas comunidades da zona rural o abastecimento é feito através de poços e nascentes (SDE, 2010).

Segundo o Atlas de Santa Catarina (ZOTZ; KAISER, 2008), a geomorfologia do município é caracterizada como patamares do Alto Rio Itajaí e bacias de coberturas sedimentares. Dados do Plano Diretor Municipal (PDM, 2010) relatam que a altitude média varia entre 200 e 300 m, atingindo picos de até 1.018 m. A principal característica do seu relevo é dada pela presença de vales de fundo plano, limitados por encostas íngremes. A hidrogeologia engloba áreas praticamente sem aquíferos e áreas de aquíferos sedimentares e fraturados de menor potencialidade, fazendo parte do sistema cárstico (CPRM, 2012).

A vegetação do município é formada por duas fisionomias vegetais: Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista, ambas composições da Mata Atlântica. O esquema da classificação climática de Köppen define o clima predominante em Vidal Ramos como mesotérmico úmido (cfc), com verões quentes, apresentando uma temperatura média anual de 18,2°C (mínima de 14,8°C e máxima de 23,4°C) e precipitação total aproximada anual de 1.700 mm (SDE, 2010).

3.2 OBTENÇÃO DE DADOS

Para obtenção dos dados utilizados no presente trabalho, foram consultadas diferentes bases de dados nacionais e realizadas entrevistas em campo com informantes-chave do saneamento no município.

3.2.1 Dados secundários

Segundo Peal *et al.* (2014) é importante que as informações utilizadas na confecção do DFE sejam confiáveis. Desta forma, a coleta de dados secundários foi realizada buscando-se o que há de mais recente no setor, contemplando publicações em bancos de dados reconhecidos nacionalmente, dentre eles os portais do IBGE, SNIS e Atlas ANA.

Na plataforma do IBGE (2010), foram selecionadas as opções: moradores em domicílios particulares permanentes (pessoas); situação total (urbana e rural); todos os tipos de domicílio; todos os tipos de ocupação do domicílio e a existência de banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário (todos). As informações são relativas ao ano de 2010, data do último censo demográfico.

No portal do SNIS (2019), na aba água e esgotos, selecionou-se a opção “Agrupamento dinâmico de indicadores e informações desagregadas por ano de referência”, optando pelo ano de referência de 2019 e pelo município de estudo. Em seguida, selecionou-se a opção “Indicadores operacionais – esgotos” e os indicadores IN024 (Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água) e IN056 (Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água). No mesmo sistema, também foram consultadas as informações do SNIS Simplificado, na aba “Prestadores que responderam pesquisas simplificadas”, inserindo os mesmos dados de entrada, verificou-se o indicador PE041 (Porcentagem de pessoas atendidas pelo sistema alternativo principal).

Por fim, no ambiente do Atlas ANA (2017), escolheu-se a opção “Explore aqui os dados por município” e para o local de estudo, foram obtidos os dados referentes ao ano de 2013. Os índices disponíveis referem-se a porcentagem da população total que utiliza as opções: solução individual, coletado e não tratado, coletado e tratado e não coletado e não tratado.

Em geral, os dados não apresentam qual a destinação final do efluente do sistema de tratamento (quando ele existe), nem mesmo seu desempenho e eficiência.

3.2.2 Dados primários

O envolvimento com diferentes setores interessados pelo saneamento no local de estudo é importante para garantir a transparência, a participação na tomada de decisões e a compreensão das perspectivas do fornecimento de serviços associados (SFD-PI, 2018).

Para complementar e consolidar os dados secundários obtidos no item anterior, foram realizadas entrevistas em campo com informantes-chave do município, estruturadas a partir de instrumentos de coleta de dados do World Bank Group (2016b). O Quadro 1 a seguir apresenta os instrumentos disponíveis, com destaque para os utilizados neste trabalho.

Quadro 1 – Métodos de pesquisa e Instrumentos relacionados.

| | Método de pesquisa | Instrumento de coleta de dados | Ferramenta de diagnóstico ou análise |
|---------------------|--|---------------------------------------|--|
| Quantitativo | 1. Pesquisa domiciliar | Questionário domiciliar | DFE e ferramenta de Avaliação de Entrega de Serviço na Cidade; Análise de oferta e demanda; Análise econômica. |
| | 2. Observação de prestadores de serviços | Formulário de observação estruturado | Análise de oferta e demanda |
| | 3. Caminhada transversal | Formulário de caminhada transversal | Análise de risco de saúde pública |
| | 4. Teste das características do lodo | Testes físicos, químicos e biológicos | Análise de reuso do lodo |
| Qualitativo | 5. Discussões em grupos focais | Guia de discussão em grupo | Ferramenta de Prognóstico para Mudança e Análise de oferta e demanda |
| | 6. Entrevistas com informantes-chave | Guia de entrevistas | DFE, AES, Ferramenta de Prognóstico para Mudança e Análise de oferta e demanda |

Fonte: Adaptado de World Bank Group (2016b).

A escolha dos métodos de pesquisa foi realizada de acordo com aqueles que mais se aproximavam da realidade local, dentro dos limites de tempo e recursos disponíveis para sua implementação. Os próximos tópicos detalham os instrumentos utilizados.

É importante destacar que os métodos possuem aplicação em escala mundial, abrangendo as mais diversas condições sanitárias, incluindo situações de extrema carência, como as encontradas em alguns países da África e da Ásia. Entretanto, isto não inviabiliza sua aplicação, apenas mostra situações que não são encontradas no local de estudo.

Cabe ressaltar também que antes da condução das entrevistas, levou-se em consideração as questões éticas pertinentes. Todos os entrevistados foram informados sobre sua

participação voluntária; seu direito de recusar-se a participar ou desistir da pesquisa em qualquer momento; a confidencialidade e privacidade dos dados e a isenção de pagamentos por ambas as partes. Além disso, também foi confeccionado e entregue um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aos envolvidos, disponível no Apêndice A.

3.2.2.1 *Caminhada Transversal*

A caminhada transversal permite uma avaliação subjetiva e qualitativa das condições sanitárias de uma comunidade. Durante o processo, os participantes fazem observações sistemáticas, discussões e registros de suas descobertas. As informações coletadas contemplam os amplos riscos ambientais para a saúde pública, em particular no que diz respeito a presença de excrementos e resíduos sólidos próximos à canais de drenagem e fontes de água (WORLD BANK GROUP, 2016b).

Apesar de não ser uma atividade intrusiva, antes da realização da caminhada as autoridades locais do município foram informadas sobre a pesquisa, realizada no dia 19 de janeiro de 2021. De forma a contemplar diferentes pontos de vista, participaram da caminhada dois membros da comunidade e dois membros externos. Os primeiros foram escolhidos por conhecerem bem o município e suas questões ambientais, sendo previamente informados sobre o que é uma caminhada transversal e quais são seus objetivos, conforme recomendado pelo World Bank Group (2016b). Já os membros externos incluem pesquisadores da área de saneamento, responsáveis por fazer observações e anotações do processo.

Para o planejamento da rota a ser percorrida foram utilizadas ferramentas do *Google Earth*. Apenas a porção urbana do município foi contemplada, visto que seria inviável percorrer sua grande extensão rural. Incluiu-se no percurso áreas residenciais e comerciais, contemplando locais que apresentam possibilidade de contaminação ao meio e riscos à saúde pública, como regiões próximas a rios e córregos, locais de alta densidade populacional e ruas com pontos de alagamento frequentes, de acordo com o Plano Diretor (SDE, 2010).

Para coleta das informações e observações realizadas durante a caminhada utilizou-se o Formulário de Caminhada Transversal adaptado do World Bank Group (2016b), disponível no Apêndice B. Um questionário, dividido em 12 categorias, foi respondido pelos participantes ao final do trajeto, onde as perguntas foram discutidas pelo grupo até se chegar a um consenso.

Dentre os assuntos abordados estão os riscos de contaminação ambiental observados em relação à drenagem urbana, esgotamento sanitário, abastecimento de água, evidências de

resíduos sólidos e lodo fecal, instalações sanitárias públicas, habitações e infraestrutura de estradas. Para cada questão, atribuiu-se um peso variando de 1 a 5, crescente na medida em que o risco aumenta. A Figura 11 exemplifica um item do questionário.

Figura 11 – Exemplo de questão respondida durante a caminhada transversal.

| Categoria | Descrição dos riscos observados | Pontuação | Locais onde é visto alto risco (completar detalhes na Tabela 2) | Com que frequência esse risco ocorre? Anual = 1; Mensal = 2; Semanal = 3; Diário = 4 |
|--|--|------------------|---|---|
| 2. Esgoto (águas negras) Descreva onde você vê, ou identifica, que a água negra está entrando em contato com o meio ambiente. | Infraestrutura de esgoto limitada com águas negras visíveis perto de casas ou pontos de água. | 5 | | |
| | Canos de esgoto quebrados perto de casas ou pontos de água, com sinais de terem transbordado recentemente. | 4 | | |
| | Canos de esgoto quebrados perto de casas ou pontos de água, mas sem sinais de transbordamento. | 3 | | |
| | Canos de esgoto com sinais de algum vazamento ou entupimentos. | 2 | | |
| | Canos de esgoto adequados e bem conservados, sem sinais de vazamentos ou entupimentos. | 1 | | |

Fonte: Autoria própria.

Em situações de alto risco (4 ou 5) de categorias relevantes, deve-se questionar os moradores e anotar o local e frequência com que a situação ocorre, detalhando-a. Após a execução do questionário, também se realizaram perguntas de cunho qualitativo, relacionadas às mudanças recentes na área; extensão da infraestrutura residencial, comercial e pública; tipologias de habitação encontradas na área e os principais tipos de atividades econômicas desenvolvidas. A Figura 12 apresenta um registro fotográfico realizado durante a caminhada.

Figura 12 – Caminhada transversal na Rua Santa Cruz em Vidal Ramos.



Fonte: Acervo pessoal (2021).

3.2.2.2 Entrevistas com informantes-chave

Entrevistas com informantes-chave (do inglês *Key Informant Interviews – KII*) são uma maneira de reunir dados primários sobre a influência do ambiente disponível e operacional nos serviços de GLF. Diferentes partes interessadas com responsabilidade ou interesse nos serviços de GLF do local de estudo devem ser envolvidas. É importante que sejam consultados indivíduos capazes de fornecer informações confiáveis e com perspectivas diversas, contemplando representantes do governo municipal, prestadores de serviços (manuais e motorizados), ONGs, pesquisadores, dentre outros. O número total de entrevistas necessárias, bem como a gama e extensão do questionário, sofre influência da disponibilidade de dados atuais e confiáveis de outras fontes, bem como das restrições de tempo e recursos (WORLD BANK GROUP, 2016b).

Utilizando-se a mesma rota elaborada para a caminhada transversal e contemplando diferentes setores envolvidos na cadeia de serviços de saneamento do município, realizou-se entre os dias 19 e 29 de janeiro de 2021, entrevistas com 22 informantes-chave, apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Informantes-chave entrevistados.

| Categoria | Entrevistado | Nº de entrevistados | Código atribuído |
|----------------------------------|--|----------------------------|-------------------------|
| Prefeitura | Secretaria Municipal de Administração e Finanças | 1 | KII1 |
| | Vigilância Sanitária | 1 | |
| Empresas Privadas | Empresa de limpa-fossa | 1 | KII2 |
| | Loja de material de construção | 1 | KII3 |
| Prestadores de serviço autônomos | Limpeza manual de fossa | 2 | KII4 |
| | Pedreiro | 1 | KII5 |
| Comunidade | Moradores | 15 | KII6 |

Fonte: Autoria própria.

A escolha dos entrevistados foi baseada em um mapeamento inicial das partes que atuam ou se interessam pelo setor no município. Na prefeitura, órgão titular dos serviços de saneamento, identificou-se através de contato telefônico, a participação da Secretaria Municipal de Administração e Finanças e da Vigilância Sanitária.

Como não existem empresas que realizam limpeza de fossa instaladas em Vidal Ramos, identificou-se, a partir de busca na internet e de conversas com moradores da comunidade, a existência de três empresas em municípios da região que prestam o serviço. Após contato telefônico, constatou-se que apenas uma delas atende o município, localizada a 30 km de distância. Além da limpeza mecanizada, identificou-se também a prática de limpeza manual dos sistemas, sendo esta executada por dois prestadores de serviço autônomos.

Para conhecer a infraestrutura dos sistemas de tratamento empregados no município, entrevistaram-se uma loja de materiais de construção (existem duas na cidade, sendo escolhida a maior) e um pedreiro responsável pela execução dos sistemas.

Por fim, é importante ouvir a opinião dos moradores, pois podem existir algumas práticas baseadas no senso comum, não relatadas por outras fontes, que também fazem parte da realidade local. Os entrevistados foram escolhidos aleatoriamente e as entrevistas cessaram quando se percebeu o estabelecimento de um padrão nas respostas obtidas.

Os questionários foram elaborados com base nos Instrumentos de Coleta de Dados do World Bank Group (2016b). Realizaram-se adequações, de acordo com a realidade local, e complementos para entender questões particulares da área. Além do Guia de Entrevistas utilizou-se o Guia de Discussão em Grupo na elaboração das questões. A aplicação foi feita presencialmente pela autora do trabalho, responsável por transcrever as respostas dos entrevistados. Atribuiu-se códigos (última coluna do Quadro 2) para otimizar o processo e garantir a preservação da identidade dos participantes. Os roteiros das entrevistas estão disponíveis no Apêndice C.

Os dados das entrevistas foram sintetizados de forma a representar a opinião da maioria dos entrevistados. Assim como no trabalho de Lisboa, Heller e Silveira (2013), que aplicaram entrevistas qualitativas a gestores de serviços de saneamento em municípios de pequeno porte em Minas Gerais, foram agrupadas partes das diversas falas para formar um discurso único, no qual cada entrevistado se reconhece enquanto constituinte do todo.

O uso de uma metodologia participativa no planejamento possibilita a atuação efetiva da população, estabelecendo-se diálogos e mecanismos de colaboração, aspectos importantes para alcançar um impacto significativo na saúde e qualidade de vida, a partir da adoção de uma solução tecnológica (HELLER; NASCIMENTO, 2005).

3.3 ELABORAÇÃO DO DFE

Inicialmente se realizou a compatibilização das bases de informações convertendo as mesmas para população equivalente, de forma a ajustar os dados a necessidade da ferramenta.

O primeiro passo para a confecção do DFE, através da ferramenta *SFD Graphic Generator* (SFD-PI, 2021) é selecionar a opção “*Start new SFD Graphic*” e inserir informações gerais sobre o município, tais como nome, população, localização e nível. Como as informações utilizadas em sua construção são provenientes de dados primários e secundários, foi escolhido o Nível 2 (intermediário).

Em seguida, a grade de seleção permite definir o conjunto de sistemas de saneamento presentes na área de estudo, através de uma matriz, dividida em duas listas. A “Lista A” mostra os sistemas de contenção de efluentes possíveis, descritos em termos do local onde o efluente dos sanitários é despejado; já a “Lista B” apresenta todos os possíveis locais ou sistemas aos quais a etapa de contenção pode ser conectada, ou seja, onde o efluente é destinado. A Figura 13 a seguir apresenta as alternativas disponíveis para cada lista.

Figura 13 – Seleção dos sistemas de saneamento na matriz DFE.

| 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 | | | | | Not Applicable |
| Septic tank | | | | | 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 | Significant risk of GW pollution | Significant risk of GW pollution | Significant risk of GW pollution | Significant risk of GW pollution | | | | | Significant risk of GW pollution |
| | Low risk of GW pollution | Low risk of GW pollution | Low risk of GW pollution | Low risk of GW pollution | Low 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 |
| Unlined pit | | | | | | | | | | Low risk of GW pollution |
| Pit (all types), never emptied but abandoned when full and covered with soil | | | | | | | | | | Significant risk of GW pollution |
| Pit (all types), never emptied, abandoned when full but NOT adequately covered with soil | | | | | | | | | | 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: SFD-PI (2018).

Alguns sistemas requerem a avaliação do risco de contaminação das águas subterrâneas, representados por uma célula dividida na grade de seleção. A metade superior indica um risco significativo de contaminação e a metade inferior o oposto. O risco pode ser estimado a partir de dados sobre o abastecimento de água por esta fonte, hidrogeologia local e distância entre as fontes subterrâneas e a infraestrutura de esgotamento disponível. Ao selecionar o campo “*Risk of groundwater pollution*” o sistema é redirecionado para uma ferramenta *online* de identificação dos níveis de risco nas áreas do município (SFD-PI, 2018). Para a área de estudo obteve-se um baixo risco de contaminação do lençol freático.

Após a escolha das soluções na grade de seleção, foi inserida a proporção do conteúdo do sistema de contenção que é lodo fecal, igual a 100% para tanque séptico e fossa rudimentar conectados a sumidouros ou corpos d’água, de acordo com recomendações do SFD-PI (2021).

Por fim, foi inserida a proporção de pessoas atendidas por cada solução, assim como a proporção dos efluentes que são esvaziados, transportados e tratados. Para todos os cenários considerou-se que 100% dos efluentes que são removidos e encaminhados à ETE recebem tratamento adequado. Selecionando-se “*Draw SFD Graphic*” é gerado o DFE para o local de estudo.

De modo a verificar e comparar diferentes cenários, elaborou-se o diagnóstico para dois recortes do município: um considerando apenas a área urbana, de aproximadamente 9 km² (cenário 1), e outro considerando a área total, de 346,93 km² (cenário 2). Utilizando-se o *software* Qgis elaborou-se um mapa com os cenários descritos.

Além disso, para cada recorte foram simulados diferentes cenários de gerenciamento dos efluentes, a fim de visualizar a resposta da ferramenta e ajustar um modelo mais próximo da realidade. A primeira situação considera o pior cenário possível, onde todos os efluentes dos sistemas de tratamento são lançados na rede de drenagem. A segunda, considera que metade é lançada na drenagem enquanto o restante infiltra, segundo recomendação da própria ferramenta (SFD-PI, 2018).

Já para a terceira, foi realizada uma simulação no *software* Qgis e *Google Earth*, onde foi traçado um polígono contemplando as casas próximas à rede de drenagem que dispõem de pouco espaço para infiltração dos efluentes no lote, em uma região com elevada densidade populacional, que provavelmente utiliza a rede como destinação final, conforme o PMSB (SDE, 2011). Estas situações serão identificadas pelos índices a, b e c, respectivamente.

Para o cenário 2 levantou-se uma quarta situação (2d), pois como a proporção de TS conectados à drenagem é significativamente menor ao considerar a área total, a destinação final

dos demais sistemas é desconhecida. Seguindo novamente a recomendação do SFD-PI (2018), considerou-se que metade dos sistemas são conectados ao sumidouro enquanto o restante segue para uma destinação desconhecida.

3.4 PROPOSIÇÃO DE UM MODELO DE NEGÓCIOS

Após a confecção do DFE para Vidal Ramos – SC, visando promover melhorias para o setor de esgotamento sanitário, foi proposto um modelo de negócio para gerenciamento de lodo fecal contemplando a área total do município. Com base no estudo de Rao *et al.* (2016), identificaram-se diferentes opções, e após análise foram pré-selecionados três modelos que apresentavam maior compatibilidade com as características do local: modelo de taxa de saneamento para remoção de lodo programada; modelo completamente privado e modelo de parceria agricultor-operador de caminhão.

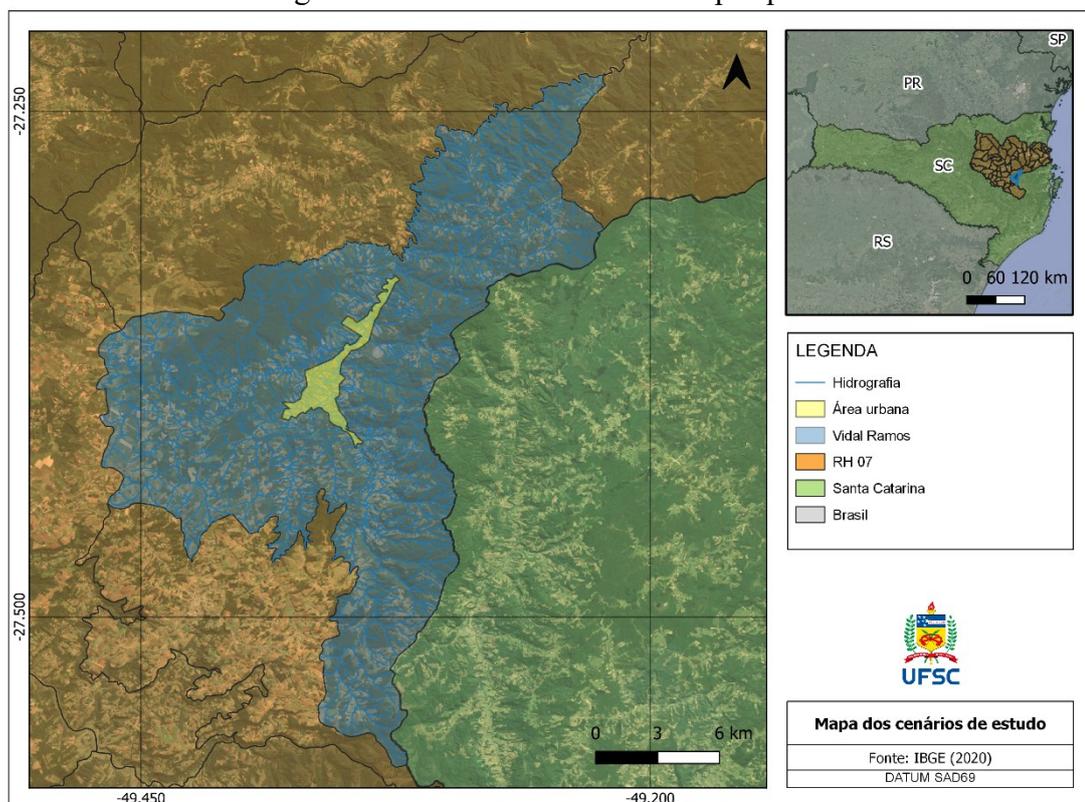
Através da ferramenta *FSM Business Model Tool* (FSMTOOLBOX, 2021), inserindo informações a respeito da estruturação atual dos serviços de esgotamento, analisou-se a viabilidade dos modelos escolhidos, classificada segundo os intervalos pobre (0 – 33%); médio (33 – 66%) e bom (67 – 100%), selecionando o de maior afinidade. Em seguida, verificou-se a infraestrutura necessária para sua implantação. O Apêndice D apresenta as questões respondidas durante a seleção do modelo, disponíveis na guia *Business Model Selection*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ÁREA DE ESTUDO

Como relatado no Item 3.1, realizou-se o diagnóstico do saneamento do município para dois cenários diferentes, um considerando apenas a área urbana, e outro a área total. A Figura 14 a seguir apresenta os cenários de estudo.

Figura 14 – Cenários de estudo da pesquisa.



Fonte: Autoria própria.

4.2 DADOS OBTIDOS

4.2.1 Dados secundários

Segundo informações do IBGE (2010), os sistemas de tratamento de efluentes no lote do município são compostos principalmente de tanques sépticos, fossas rudimentares e valas, tendo como disposição final a rede de drenagem ou a infiltração no solo. A Tabela 1 apresenta

o percentual de cobertura por diferentes soluções, nas áreas total, urbana e rural de Vidal Ramos, informados pela população.

Tabela 1 – Soluções em saneamento informadas pela população de Vidal Ramos.

| Solução empregada | Área total (%) | Área urbana (%) | Área rural (%) |
|--------------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| Tanque séptico | 24 | 40 | 18 |
| Fossa rudimentar | 55 | 48 | 59 |
| Lançamento em valas | 14 | 5 | 17 |
| Lançamento na rede de drenagem | 1 | 2 | 0 |
| Lançamento no rio | 6 | 5 | 6 |

Fonte: IBGE (2010).

Sob a perspectiva do SNIS (2017), considerando-se a população total atendida com esgotamento sanitário, o índice de atendimento do município é de 0%. Isso porque apenas as soluções centralizadas são avaliadas pelo indicador. Em contrapartida, o SNIS Simplificado (2017), revela que a porcentagem de pessoas atendidas pelo sistema alternativo principal de esgoto é de 65%.

De acordo com informações do Atlas ANA (2013), considerando-se apenas a população urbana do município, o índice de atendimento por solução individual (tanque séptico) é de aproximadamente 40%. Já o índice sem atendimento (sem coleta e sem tratamento) é de 57%, incluindo lançamento diretamente na drenagem e corpos hídricos ou tecnologias precárias de tratamento, como fossas rudimentares. Através do índice com coleta e com tratamento (0%), evidencia-se novamente a falta de um sistema de coleta e tratamento centralizado no município. Os 3% restantes compõem o índice com coleta e sem tratamento, possivelmente composto por redes que lançam o efluente na drenagem.

O Atlas ANA (2013) realizou também a concepção de um projeto de tratamento secundário convencional para a cidade tendo como base o ano de 2035, para uma população urbana estimada de 3364 habitantes. Foi adotada uma cobertura de 90% pela ETE e os demais 10% por solução individual. Os cálculos demonstraram a necessidade de investimento de R\$ 9.229.446,64 em coleta e R\$ 1.355.606,45 em tratamento, totalizando R\$ 10.585.053,09, algo como R\$ 3.147,00 por habitante.

Ao comparar os dados do IBGE e Atlas ANA para a área urbana, nota-se que as informações obtidas são semelhantes, visto que a cobertura por TS é a mesma e o somatório

das soluções precárias do IBGE (lançamento na drenagem, rio ou fossa rudimentar) é igual ao percentual considerado sem atendimento pelo Atlas ANA.

Observando as esferas urbana e rural, é possível perceber que com base nos dados do IBGE, a última apresenta maior índice de atendimento por soluções precárias, resultado este esperado, visto que a orientação e fiscalização das condições de saneamento em áreas remotas é normalmente inferior, como observado por Porto, Sales e Rezende (2019).

Atentando-se para o projeto proposto pelo Atlas ANA, evidencia-se o alto custo de um sistema de tratamento de efluentes centralizado, que atenderia apenas a área urbana, não contemplando a maior parte da população, concentrada na zona rural, além de manter as condições sanitárias precárias como mostram os indicadores.

4.2.2 Dados primários

4.2.2.1 Caminhada transversal

A Figura 15 apresenta a rota percorrida pelos participantes da caminhada transversal, conforme descrito no Item 3.2.2.1.

Figura 15 – Rota da caminhada transversal na área urbana de Vidal Ramos.



Fonte: Google Earth (2021).

Levaram-se 03h30min para percorrer o trajeto de 3,5 km e responder ao questionário, tomando-se o cuidado de observar possíveis situações de risco à saúde pública e ao meio ambiente. Dentre as situações observadas, destaca-se na cidade como um todo, a proximidade das edificações e sistemas de tratamento do leito dos rios Santa Cruz e Itajaí-Mirim. A maioria das construções é antiga, e precede as legislações que proíbem a ocupação destas áreas. Além disso, nota-se que cerca de 50% dos moradores realizam a separação das águas negras e cinzas.

Na Rua Santa Cruz, onde a caminhada iniciou, ao longo do trecho junto ao Rio Santa Cruz identificou-se o lançamento de águas cinzas diretamente no corpo hídrico, fossas construídas de forma precária e resíduos sólidos depositados próximos ao leito do rio. Na Rua Nicolau Petry, verificaram-se condições semelhantes próximas ao Rio Itajaí-Mirim, acrescentando o fato de que alguns sistemas são de difícil acesso, com soleira baixa em relação a via de acesso. A Figura 16 a seguir apresenta tubulação que lança as águas cinzas diretamente no Rio Santa Cruz e a tubulação de saída de um tanque séptico aparentemente abandonado.

Figura 16 – Ligações irregulares identificadas.



Fonte: Acervo próprio (2021).

Sobre a ponte do Rio Itajaí-Mirim, na Rua Pedro Weber, observaram-se pontos de lançamento das galerias de drenagem urbana no rio. Os participantes notaram um odor característico de efluente sanitário no local.

Na avenida principal, Jorge Lacerda, onde concentram-se a maioria dos comércios e edificações de porte superior (até três pavimentos), verificou-se que muitas bocas de lobo

apresentavam más condições de manutenção, e em alguns pontos, notou-se novamente odor característico de efluente sanitário.

A Rua João Back apresentou indícios de alagamento, visíveis nas marcas d'água em paredes das residências. Segundo os moradores da comunidade é comum o acúmulo de água no local em situações de chuvas intensas. Nas ruas Leoberto Leal e Constâncio Krudel relatou-se o mesmo problema. Em sua proximidade existe um córrego canalizado, provavelmente subdimensionado, que em situações de vazões elevadas extravasa, alagando a região.

O Quadro 3 apresenta as respostas obtidas para o Formulário de Caminhada Transversal, respondido no final do trajeto pelos participantes. Não foi identificada nenhuma situação de risco elevada, a pontuação máxima para as diferentes categorias foi igual a três.

Quadro 3 – Respostas do Formulário de Caminhada Transversal.

[continua]

| Categoria | Pontuação | Descrição |
|--|------------------|---|
| Drenagem | 2 | Canais de drenagem em más condições, direcionando a água da chuva ou água cinza para longe das casas e pontos de água. |
| Esgoto | 2 | Canos de esgoto com sinais de algum vazamento ou entupimento. |
| Acesso a pontos de água | 1 | Fornecimento contínuo de água encanada a postos públicos, no terreno ou na própria casa. Água de fornecedores também pode estar disponível. |
| Evidência de resíduos sólidos | 2 | Lixeiras ou caixas são fornecidas para a coleta de resíduos sólidos, mas o número de lixeiras é inadequado e o transbordamento é evidente. |
| Evidência de material fecal – defecação a céu aberto | 1 | Nenhuma evidência visível de fezes humanas através da defecação a céu aberto é vista. |
| Evidência de material fecal – lodo fecal despejado | 1 | Nenhuma evidência visível de lodo fecal despejado é vista. |
| Evidência de materiais fecais de animais | 2 | Possíveis evidências de fezes de animais são vistas, misturadas com resíduos sólidos. |
| Cobertura de banheiros | 1 | Mais de 75% das famílias têm acesso a um banheiro doméstico. A maioria (mais de 75%) parece estar limpa e bem mantida. |

Quadro 3 – Respostas do Formulário de Caminhada Transversal.

[continuação]

| Categoria | Pontuação | Descrição |
|---|------------------|--|
| Presença de instalações sanitárias públicas | 3 | Onde há instalações públicas, elas se encontram em diversas condições de manutenção e limpeza. |
| Presença de ETEs dentro da área | 1 | Sem estações de tratamento de águas residuais ou lodo fecal presentes. |
| Habitação e arranjo do espaço público | 1 | Desenvolvimento bem organizado, com imóveis permanentes ou semipermanentes, bons acessos para veículos de serviço público e espaços públicos, incluindo espaços abertos. |
| Caminhos (passagem de pedestres e motocicletas) | 1 | Caminhos de cascalho ou asfaltados, em bom estado, com largura suficiente para motocicletas. |
| Estradas (passagem de veículos) | 1 | Estrada de cascalho ou pavimentada bem conservada, larga o suficiente para a passagem de dois carros. |

Fonte: Autoria própria.

4.2.2.2 Entrevistas com informantes-chave

A gestão do saneamento no município está ligada à Secretaria Municipal de Administração e Finanças e à Vigilância Sanitária, sem participação da secretaria de Meio Ambiente e Turismo. O Conselho de Saneamento não é ativo, e a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico data de 2010, e não recebeu revisões desde então.

A prefeitura orienta e fiscaliza a construção dos sistemas de tratamento de efluentes. Quando os moradores procuram orientação prévia, recebem um modelo padrão para construção, composto por tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro, disponível no Anexo A. Nenhum tipo de subsídio financeiro é proporcionado, apenas em alguns casos é fornecido maquinário para escavar o terreno para instalar o sistema e pedra para preencher o filtro (KIII1, 2021).

Cabe aos moradores o projeto, construção e operação de seus sistemas de tratamento no lote, bem como as despesas relacionadas. Os sistemas de tratamento considerados adequados utilizados são tanque séptico seguido de filtro anaeróbio com lançamento na drenagem na área urbana; e tanque séptico seguido de filtro anaeróbio com infiltração no local na área rural. É comum a separação das águas cinzas e negras na área rural, sendo as últimas lançadas em lagoas, córregos ou diretamente no solo (dependendo da proximidade), muitas vezes sem passar

por uma caixa de gordura. Na área urbana não é comum haver separação, mas quando ela existe as águas cinzas são lançadas diretamente na drenagem ou corpo d'água (KII1, 2021).

A maior parte dos sistemas de tratamento construídos recentemente na área urbana possuem projeto e foram autorizados pela prefeitura. Os mais antigos passaram por uma vistoria, mas não foram exigidas melhorias ou aplicadas sanções, apenas alguns moradores adequaram-se por conta própria. No interior a maioria dos sistemas não possuem projeto nem passam por fiscalização e a utilização e construção de fossas rudimentares é comum (KII1, 2021).

Os órgãos da prefeitura são responsáveis por emitir o *habite-se* dos imóveis, verificando se os sistemas estão de acordo com o padrão estabelecido. Os moradores que possuem imóvel financiado precisam emitir o documento por exigência dos bancos. Nos demais casos, a solicitação fica a cargo do proprietário e poucos procuram fazê-lo (KII1, 2021).

A Vigilância Sanitária recebe denúncias e realiza vistorias e testes *in loco* em casos de despejos irregulares, orientando os moradores a se adequarem. Os principais problemas relatados estão relacionados ao odor e infiltração de sistemas vizinhos, principalmente em épocas de estiagem.

Em função de um Termo de Ajuste de Conduta (TAC), em 2014 foi realizado um levantamento das condições dos sistemas de tratamento do município pela prefeitura, onde constatou-se que: 506 residências possuem sistema de tratamento individual composto por tanque séptico e filtro anaeróbico, mas nem todas possuem a vala de infiltração ou sumidouro; 164 residências possuem somente o tanque séptico; 56 residências possuem fossa rudimentar e 126 residências lançam o esgoto diretamente no rio. Ao todo 852 residências foram vistoriadas, de um total de 1932 (KII1, 2021).

Segundo uma loja de materiais de construção da cidade, a maioria dos clientes que busca insumos para construir seu sistema não possui projeto e dimensionamento. Neste caso, os moradores são orientados a adotar o modelo padrão da prefeitura, composto por quatro anéis de concreto com 1,20 m de diâmetro e 2,0 m de profundidade (dois para o tanque e dois para o filtro) (KII3, 2021).

No centro, visto que há fiscalização, os clientes costumam comprar o padrão indicado, todavia no interior como a fiscalização é menor, é comum comprarem um modelo que não atende as recomendações, com anéis de 0,8 m de diâmetro e 0,9 de profundidade, não respeitando o diâmetro mínimo exigido pela NBR 7229 (1993) de 1,10 m. O último modelo é o mais vendido por ser mais barato. A procura por materiais na área urbana é maior, e as vendas

no geral cresceram nos últimos cinco anos. É comum os moradores comprarem apenas o material do tanque séptico, pois não constroem o filtro (KII3, 2021).

Além dos sistemas pré-fabricados em anéis de concreto, também são construídos sistemas em alvenaria, previamente dimensionados ou calculados pelo próprio pedreiro com base em sua experiência, seguindo o padrão da prefeitura (KII5, 2021). Por fim, existe o sistema de fibra de vidro, de fácil instalação, porém menos vendido por ter um custo superior aos demais (KII3, 2021).

Em relação a limpeza dos sistemas, nota-se que os moradores só procuram fazê-la quando identificam algum problema em seu sistema. Alguns procuram a vigilância para solicitar o contato telefônico das empresas que prestam serviço na região. Além disso, também há contratação de pessoas que prestam serviço de limpeza manual. No interior é comum os próprios moradores esvaziarem seus sistemas com auxílio de bombas hidrovácuo conectadas a tratores, mas não há conhecimento sobre a destinação final (KII1, 2021).

Em levantamento realizado pela empresa que presta serviço de limpeza dos sistemas em Vidal Ramos, verificou-se que em média são realizadas 14 limpezas por ano no município, representando 1% da população total (KII2, 2021). Em entrevista a um pedreiro do município, o mesmo disse que de 70 casas que construiu o sistema de tratamento, tem conhecimento apenas de uma que realizou a limpeza (KII5, 2021).

Segundo a empresa prestadora de serviço, a limpeza é realizada por caminhão apropriado com capacidade de armazenar 10 m³ de resíduo, atendendo em média de 5 a 6 sistemas por dia. Para esvaziar um sistema leva-se de 40min à 01h e 30min, dependendo de suas condições. O material removido é transportado para uma ETE privada de outro município, distante 140 km de Vidal Ramos, pois a empresa não conta com sistema próprio de tratamento e este é o mais próximo.

O valor pago pelo tratamento na ETE varia em função da qualidade do efluente recebido, quanto mais denso e contaminado (gordura, areia, óleo, etc.), maior o custo, aumentando consequentemente o valor cobrado ao cliente. A cobrança ao cliente é função do volume, se baseiam no anel de cimento, considerando que um anel equivale a 1 m³. O volume médio dos sistemas é de aproximadamente 3 m³. Quando a limpeza ocorre em outras cidades é cobrada uma taxa pelo deslocamento. Não existe nenhuma taxa especial para famílias carentes, mas quando os clientes precisam podem parcelar o pagamento (KII2, 2021).

É comum os clientes comentarem que faz muitos anos que não realizam a limpeza de seu sistema. Normalmente além do tanque séptico limpam também o filtro, pois devido ao

enchimento do tanque o filtro passa a exercer a função do mesmo. Alguns tanques não possuem o tubo de inspeção aparente, então a empresa pede com antecedência para o cliente localizá-lo, a fim de facilitar e agilizar o processo de limpeza. Na maioria das vezes os sistemas são de fácil acesso, exceto em locais com relevo muito acidentado (KII2, 2021).

A prestação de serviço no município varia bastante e ocorre mais na área urbana, acontece de serem chamados duas vezes em uma semana e de passar meses sem ir ao local. Alguns clientes reclamam do preço cobrado, sobretudo porque a demanda aparece de forma “repentina” e acaba comprometendo o orçamento do mês (KII2, 2021).

Quando questionada sobre a possibilidade de fornecer um serviço periódico mediante o pagamento de uma taxa pelos moradores, a empresa demonstrou interesse e acredita que a procura seria maior, pois o valor seria diluído ao longo dos meses. A opção de aderir ao modelo caberia ao consumidor (KII2, 2021).

Para melhorar a gestão de seus sistemas de tratamento, a empresa acredita que os moradores deveriam ter uma caixa de gordura adequada; evitar jogar objetos indevidos no sistema de esgoto e contratar o serviço no período correto (máximo 5 anos), pois a limpeza seria menos trabalhosa e conseqüentemente mais barata (KII2, 2021).

Também foram entrevistados dois prestadores de serviço autônomos que realizam a limpeza manual de sistemas com o uso de baldes e carrinhos de mão. Segundo eles, a procura pelo serviço diminuiu bastante nos últimos anos e ocorre mais na área urbana. Dentre os sistemas limpos, muitos não seguem o padrão da prefeitura, contendo apenas a fossa ou sem laje de fundo (fossa rudimentar), apenas os construídos recentemente são adequados. Nas ruas Santa Cruz e Nicolau Petry visualizavam muitos sistemas lançando seus efluentes diretamente no rio, assim como observado na caminhada transversal (KII4, 2021).

Ainda de acordo com os entrevistados, a limpeza manual dos sistemas costuma durar entre um dia e um dia e meio (horário comercial), dependendo do volume e densidade do lodo encontrados. O volume médio removido dos sistemas varia de 2 a 3 m³. O lodo não recebe nenhum tipo de tratamento e sua destinação é realizada conforme orientação do cliente, sendo lançado em algum local próximo ou enterrado. O único EPI utilizado são luvas, mas nem sempre. A contratação do serviço, assim como nas empresas, só ocorre mediante algum problema. Dentre os obstáculos reportados estão a dificuldade de localizar os sistemas devido à ausência de um tubo de inspeção e o peso das tampas (KII4, 2021).

Nas entrevistas com os 15 moradores da comunidade, quando questionados sobre o tipo de sistema de tratamento no lote que possuem, 4 responderam ter somente o tanque séptico

e 11 possuem tanque séptico seguido de filtro anaeróbio. Em relação a limpeza dos sistemas, metade dos entrevistados afirma já ter realizado a limpeza de seus sistemas, sempre mediante a identificação de algum problema (KII6, 2021).

Ao propor uma taxa mensal pela prestação de serviço de limpeza agendada, 80% dos moradores demonstraram interesse pelo modelo, pois não precisariam se preocupar com a limpeza e ao mesmo tempo não comprometeria o orçamento de um único mês, já que o valor estaria distribuído (KII6, 2021). A limpeza dos sistemas foi em sua maioria realizada pela empresa de limpa-fossa que atende o município, apenas uma foi realizada por prestador de serviço autônomo. De acordo com os moradores, o único auxílio recebido para implantação de seus sistemas foi orientação, gostariam de receber mais suporte.

4.3 DIAGRAMA DE FLUXO DE ESGOTO

Para elaboração do DFE inicialmente foram identificadas as soluções de saneamento aplicadas em Vidal Ramos e seus respectivos códigos de identificação disponíveis no SFD Manual (SFD-PI, 2018), ilustradas no Quadro 4.

Quadro 4 – Soluções de saneamento selecionadas.

| Solução identificada | Código SFD Manual |
|---|--------------------------|
| Sem contenção no local, lançada diretamente na rede de drenagem ou vala aberta | T1A1C6 |
| Sem contenção no local, lançado diretamente em corpo d'água | T1A1C7 |
| Tanque séptico conectado ao sumidouro | T1A2C5 |
| Tanque séptico conectado à rede de drenagem ou dreno aberto | T1A2C6 |
| Tanque com paredes impermeáveis e fundo aberto (fossa rudimentar), conectado ao sumidouro | T1A4C5 |
| Tanque com paredes impermeáveis e fundo aberto (fossa rudimentar), conectado à rede de drenagem ou dreno aberto | T1A4C6 |
| Tanque séptico conectado a “não sei onde” | T1A2C9 |
| Tanque com paredes impermeáveis e fundo aberto (fossa rudimentar), conectado a “não sei onde” | T1A4C9 |

Fonte: Autoria própria.

Em seguida, para cada cenário definido no Item 3.3, foram inseridas na Matriz DFE proporções relativas às características de cada sistema, apresentadas na Tabela 2 a seguir. Os códigos das colunas representam:

- W4c: Proporção de água residual em sistema de esgoto a céu aberto ou drenagem pluvial, que é entregue às estações de tratamento;
- W5c: Proporção de águas residuais entregues às estações de tratamento, que são tratadas;
- F3: Proporção deste tipo de sistema do qual o lodo fecal é esvaziado;
- F4: Proporção de lodo fecal esvaziado, que é entregue às estações de tratamento;
- F5: Proporção de lodo fecal entregue às estações de tratamento, que é tratado;
- S4e: Proporção de sobrenadante em dreno aberto ou sistema de esgoto pluvial, que é entregue às estações de tratamento;
- S5e: Proporção de sobrenadante em dreno aberto ou sistema de esgoto pluvial que é entregue às estações de tratamento, que são tratadas.

Tabela 2 – Proporções utilizadas na Matriz DFE.

| | Código sistema | População (%) | W4c (%) | W5c (%) | F3 (%) | F4 (%) | F5 (%) | S4e (%) | S5e (%) |
|------------------|-----------------------|----------------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| Cenário 1 | T1A1C6 | 7 | 0 | 0 | - | - | - | - | - |
| | T1A1C7 | 5 | - | - | - | - | - | - | - |
| | T1A2C5 | 0; 20; 16 | - | - | 2 | 100 | 100 | - | - |
| | T1A2C6 | 40; 20; 24 | - | - | 2 | 100 | 100 | 0 | 0 |
| | T1A4C5 | 0; 24; 19 | - | - | 2 | 100 | 100 | - | - |
| | T1A4C6 | 48; 24; 29 | - | - | 2 | 100 | 100 | 0 | 0 |
| Cenário 2 | T1A1C6 | 15 | 0 | 0 | - | - | - | - | - |
| | T1A1C7 | 6 | - | - | - | - | - | - | - |
| | T1A2C5 | 0; 12; 20 | - | - | 1 | 100 | 100 | - | - |
| | T1A2C6 | 24; 12; 4 | - | - | 1 | 100 | 100 | 0 | 0 |
| | T1A4C5 | 0; 28; 45 | - | - | 1 | 100 | 100 | - | - |
| | T1A4C6 | 55; 27; 10 | - | - | 1 | 100 | 100 | 0 | 0 |
| | T1A2C9 | 10 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - |
| | T1A4C9 | 23 | - | - | 0 | 0 | 0 | - | - |

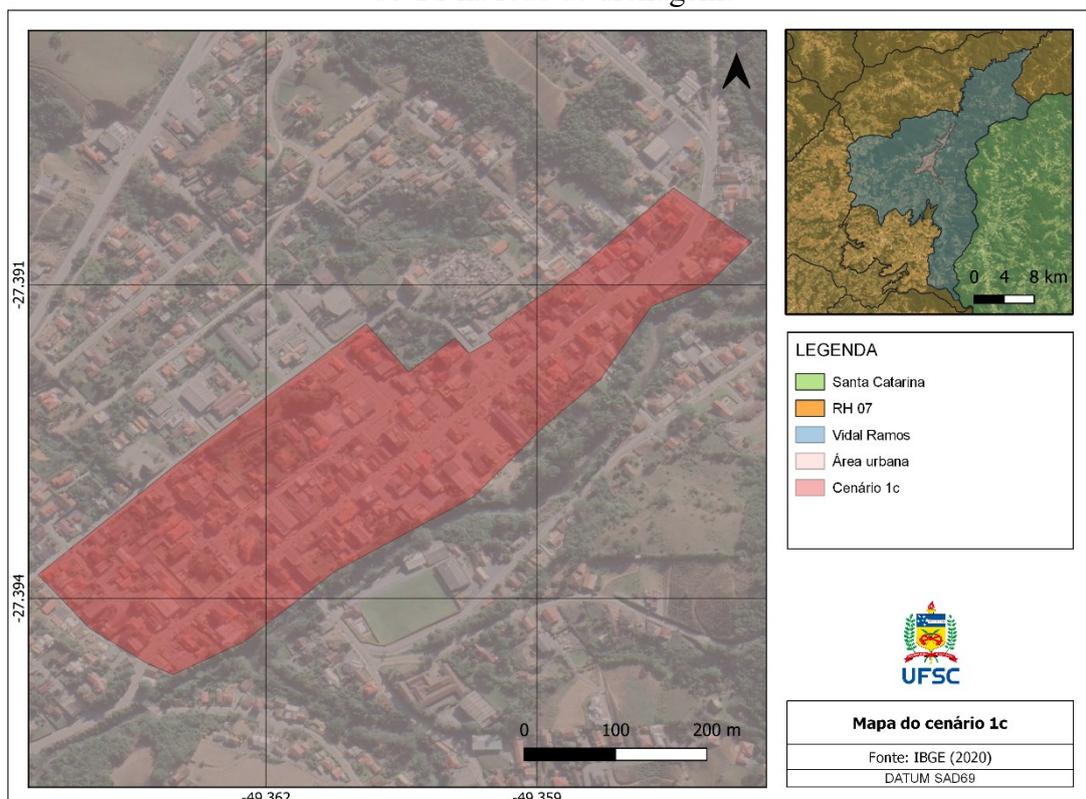
Fonte: Autoria própria.

Esta matriz é importante para a construção do gráfico, pois define a direção e espessura das setas, indicando se a solução é segura ou não. Como pode ser observado na Tabela 2, na coluna da população atendida a proporção varia conforme as simulações de lançamento dos efluentes na drenagem.

Os dados da coluna F3 (proporção de sistemas esvaziados) foram estimados com base na entrevista com a empresa que realiza a limpeza dos sistemas no município, contemplando 2% da população urbana e 1% da população total. Como a limpeza informal por prestadores de serviço autônomos vêm diminuindo e não existem dados a respeito da quantidade de serviços realizada, esta não foi considerada na elaboração do DFE.

Para o cenário 1c, utilizou-se como referência o mapa da Figura 17, que apresenta o recorte das residências que possivelmente lançam seus efluentes na rede de drenagem. Foram contabilizadas 358 moradias, que representam 60% da população urbana e 19% da população total do município.

Figura 17 – Mapa do cenário 1c: recorte das residências que possivelmente lançam o efluente do TS na rede de drenagem.



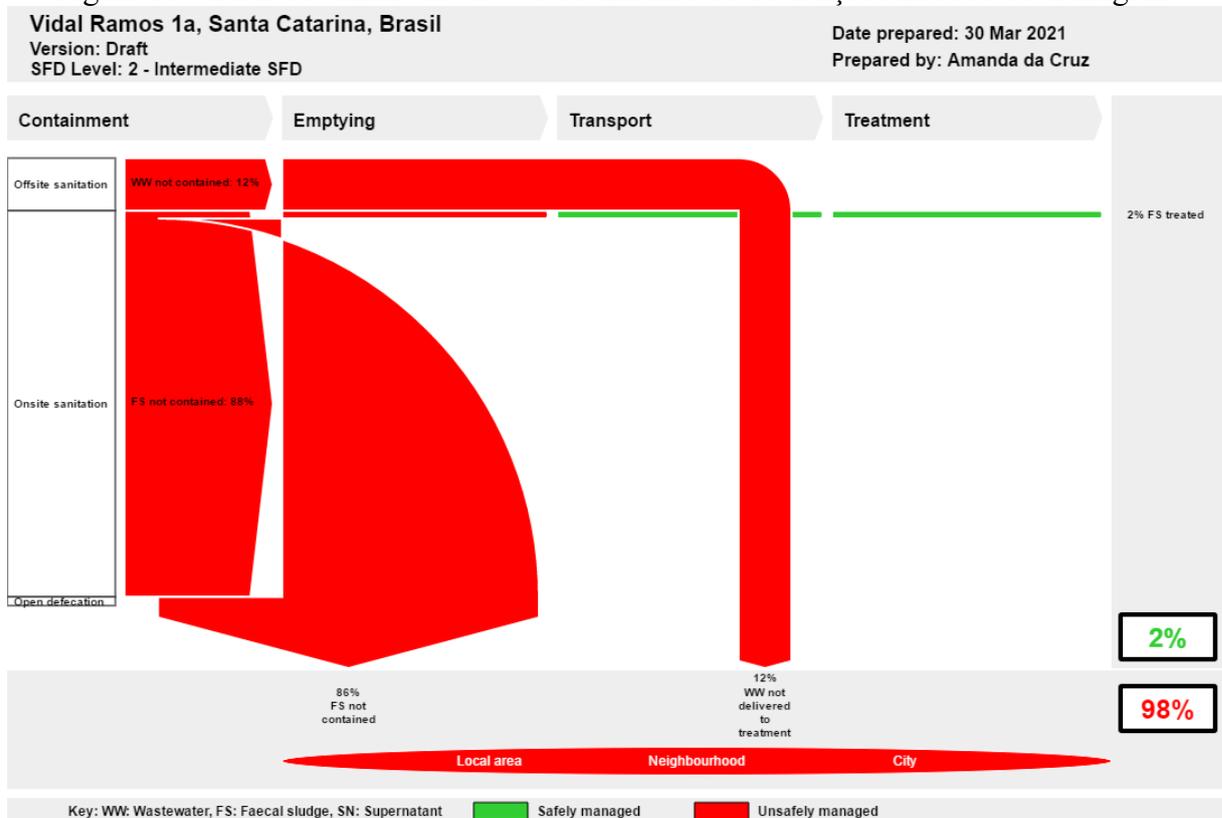
Fonte: Autoria própria.

4.3.1 DFE do Cenário 1

As Figuras 18, 19 e 20 a seguir apresentam o Diagrama de Fluxo de Esgoto do Cenário 1 (população urbana) obtido para as três simulações de destinação do efluente dos sistemas na rede de drenagem: 1a, 1b e 1c, respectivamente.

No cenário 1a é possível observar uma situação preocupante na cidade. Cerca de 12% dos efluentes são transportados e lançados sem tratamento nas redes de drenagem, valas e corpos d'água, causando impactos diretos sobre o meio. Um montante de 86% dos moradores possui seu TS ou fossa rudimentar ligados à rede de drenagem. No entanto, a ausência de limpeza destes sistemas faz com que a tecnologia perca sua eficiência, funcionando apenas como uma caixa de passagem, permitindo que o lodo seja lançado no sistema de drenagem e posteriormente em corpos hídricos, tornando-se um possível ponto de contaminação e colocando em risco a saúde da população. Assim, a solução é considerada como não contida pela ferramenta. Apenas os sistemas que possuem contenção e são esvaziados de forma adequada por empresas que prestam o serviço (2%) são considerados seguros.

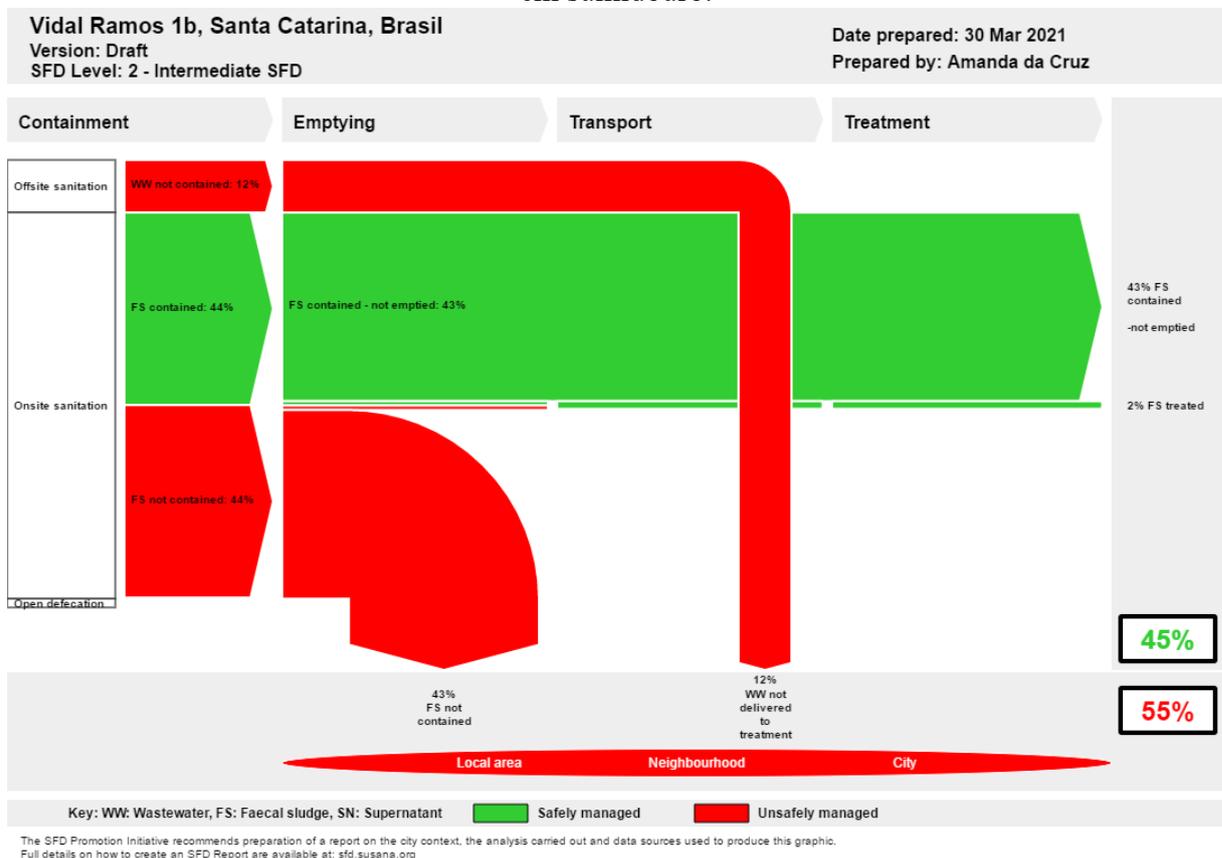
Figura 18 – DFE do cenário 1a: 100% do efluente do TS lançado na rede de drenagem.



Fonte: Autoria própria.

Uma melhora significativa acontece no cenário 1b, onde metade do efluente dos sistemas de contenção é direcionado aos sumidouros, que realizam a depuração e disposição final do mesmo. Neste caso, a população não tem contato direto com esta fração e a tecnologia é considerada segura pela ferramenta. Este método de disposição está previsto na ABNT NBR 13969 (1997), sendo seu uso favorável onde a capacidade de percolação do solo é elevada e o lençol freático profundo, visto ter construção verticalizada e ainda exigir a distância mínima de 1,5 m do fundo do poço até o aquífero. Desta forma, 45% dos efluentes são gerenciados de forma segura ao longo de toda a cadeia.

Figura 19 – DFE do cenário 1b: 50% do efluente do TS lançado na rede de drenagem e 50% em sumidouro.

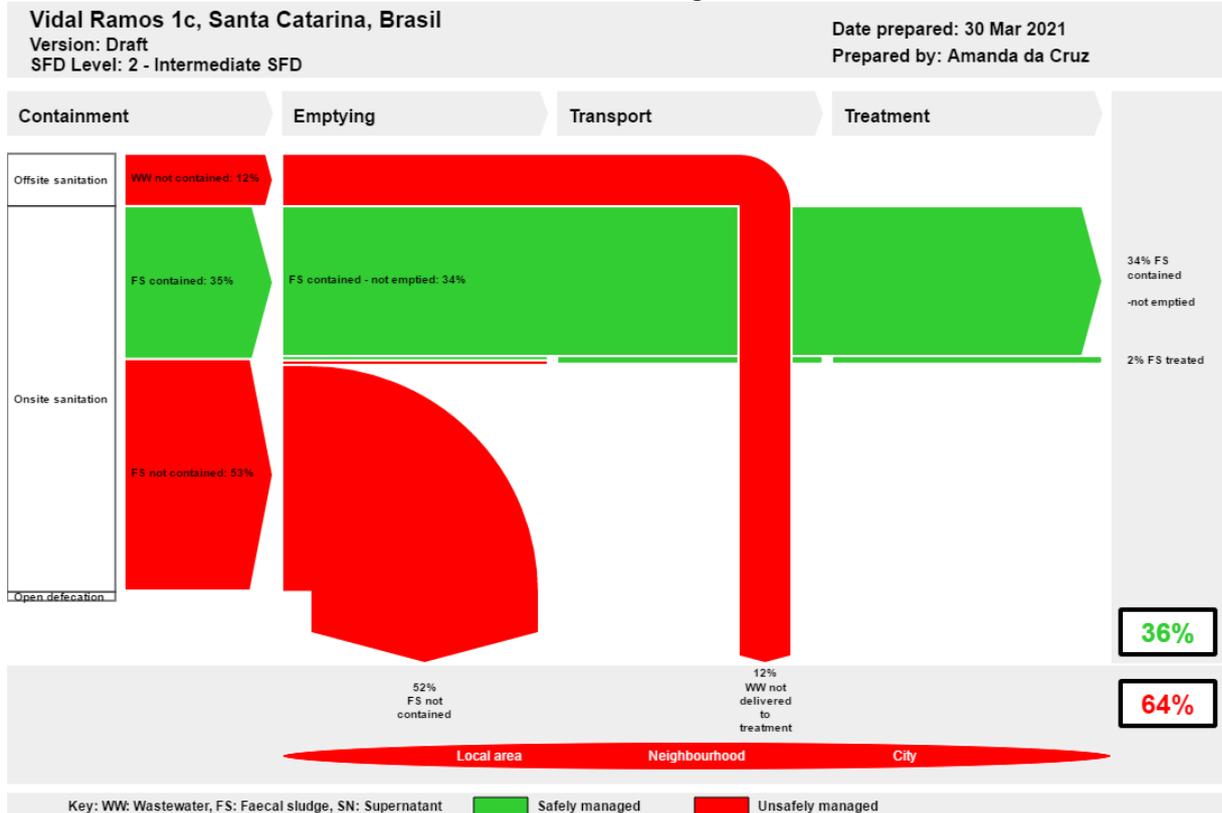


Fonte: Autoria própria.

Já no cenário 1c, que busca representar uma situação mais próxima da realidade local, observa-se uma piora na conjuntura global da cadeia, em que 64% dos sistemas são gerenciados de forma insegura. Esta piora está diretamente associada ao aumento de sistemas lançando seus efluentes na rede de drenagem, situação comum nas principais ruas da área urbana, onde a rede encontra-se próxima para o lançamento e há pouco espaço para construção de sistemas de infiltração e elevada densidade populacional. Além disso, para os moradores há vantagens do

ponto de vista construtivo e econômico em lançar os efluentes na rede de drenagem, evitando a construção de um sistema de disposição final do efluente.

Figura 20 – DFE do cenário 1c: recorte dos sistemas que possivelmente lançam os efluentes na rede de drenagem.



Fonte: Autoria própria.

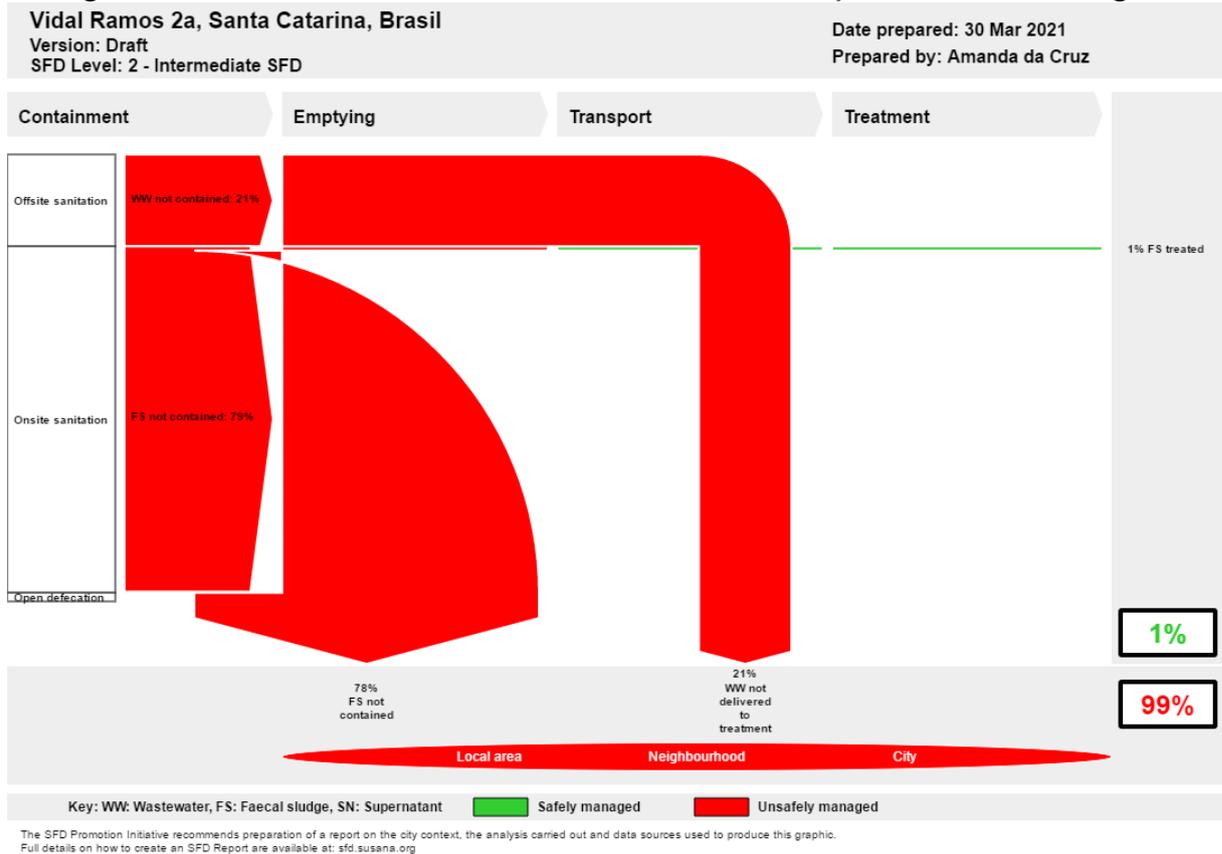
Cada um dos cenários obtidos representa uma situação diferente, mas o último (1c), por simular uma situação de lançamento de efluentes na drenagem de acordo com a localização dos sistemas, mostra-se mais próximo à realidade visualizada durante a caminhada transversal e realização das entrevistas.

4.3.2 DFE do Cenário 2

De forma análoga ao Item 4.3.1, as Figuras 21, 22 e 23 a seguir apresentam o DFE para o Cenário 2, que contempla a área total de Vidal Ramos, para as simulações de lançamento na drenagem 2a, 2b e 2c.

Se comparado ao cenário 1a, o cenário 2a apresenta uma situação global semelhante. Neste caso, a proporção de efluentes lançados diretamente na drenagem e corpos d'água é ainda maior (21%), e a porcentagem de sistemas que possuem tecnologia de contenção conectada à rede de drenagem cai para 79%.

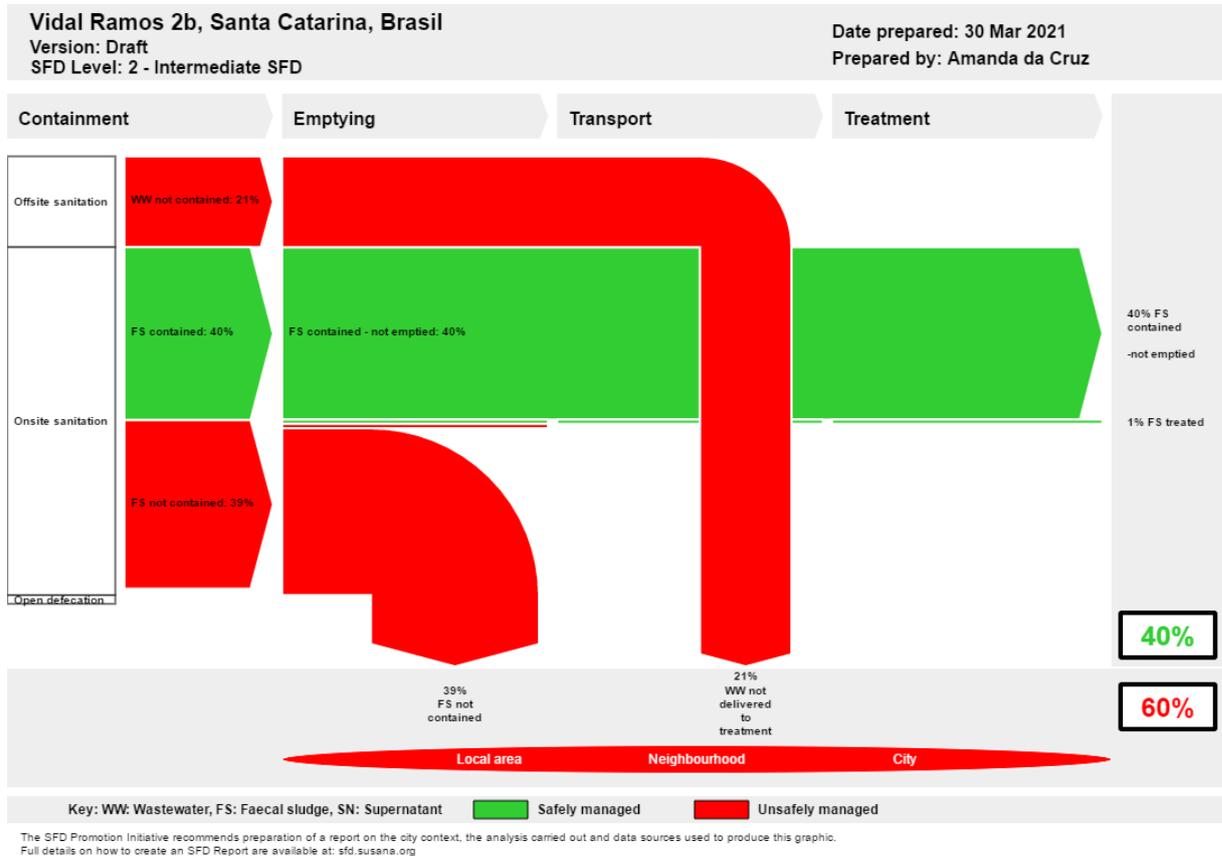
Figura 21 – DFE do cenário 2a: 100% do efluente do TS lançado na rede de drenagem.



Fonte: Autoria própria.

Para o cenário 2b, assim como no cenário 1b, percebe-se uma melhoria da situação global, onde 40% dos sistemas são contidos e destinados ao sumidouro. Neste caso a melhora é menos significativa (-5%) porque considerando também a área rural, o número de moradias sem sistema de contenção é maior.

Figura 22 – DFE do cenário 2b: 50% do efluente do TS lançado na rede de drenagem e 50% em sumidouro.

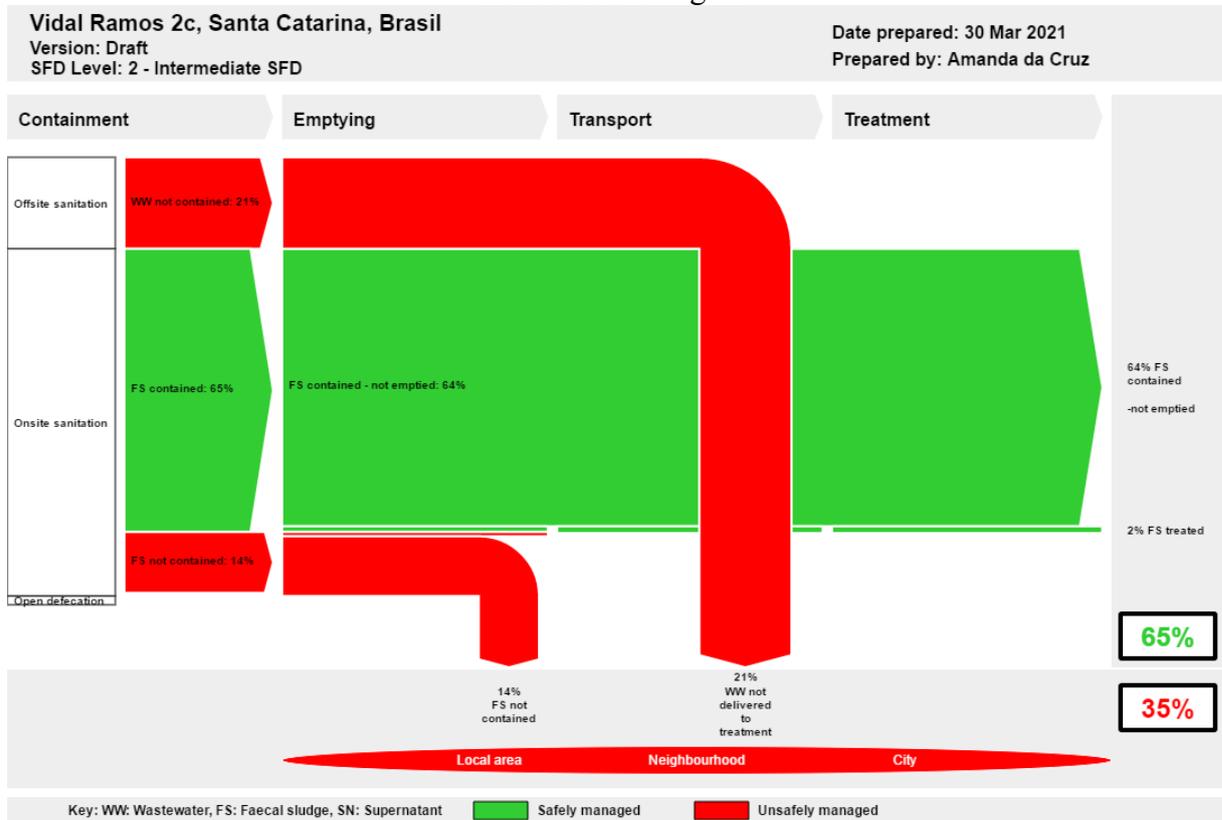


Fonte: Autoria própria.

No cenário 2c, considerando a população total do município, a proporção de residências que lançam seus efluentes na drenagem diminuiu, visto que a área rural que possui uma quantidade superior de moradores (72%) não é contemplada por rede de drenagem. No entanto, cabe ressaltar que desta forma assume-se que todas as residências que fazem uso de TS e fossa rudimentar que não estão conectadas à drenagem possuem sumidouro, o que não é a realidade.

Durante as entrevistas notou-se que muitas residências possuíam apenas o tanque séptico, sem filtro e sumidouro, lançando o efluente tratado diretamente no solo ou em rios. Além disso, como a fiscalização dos sistemas na área rural é inferior, a quantidade de sistemas inadequados é superior em relação à área urbana.

Figura 23 – DFE do cenários 2c: recorte dos sistemas que possivelmente lançam os efluentes na rede de drenagem.

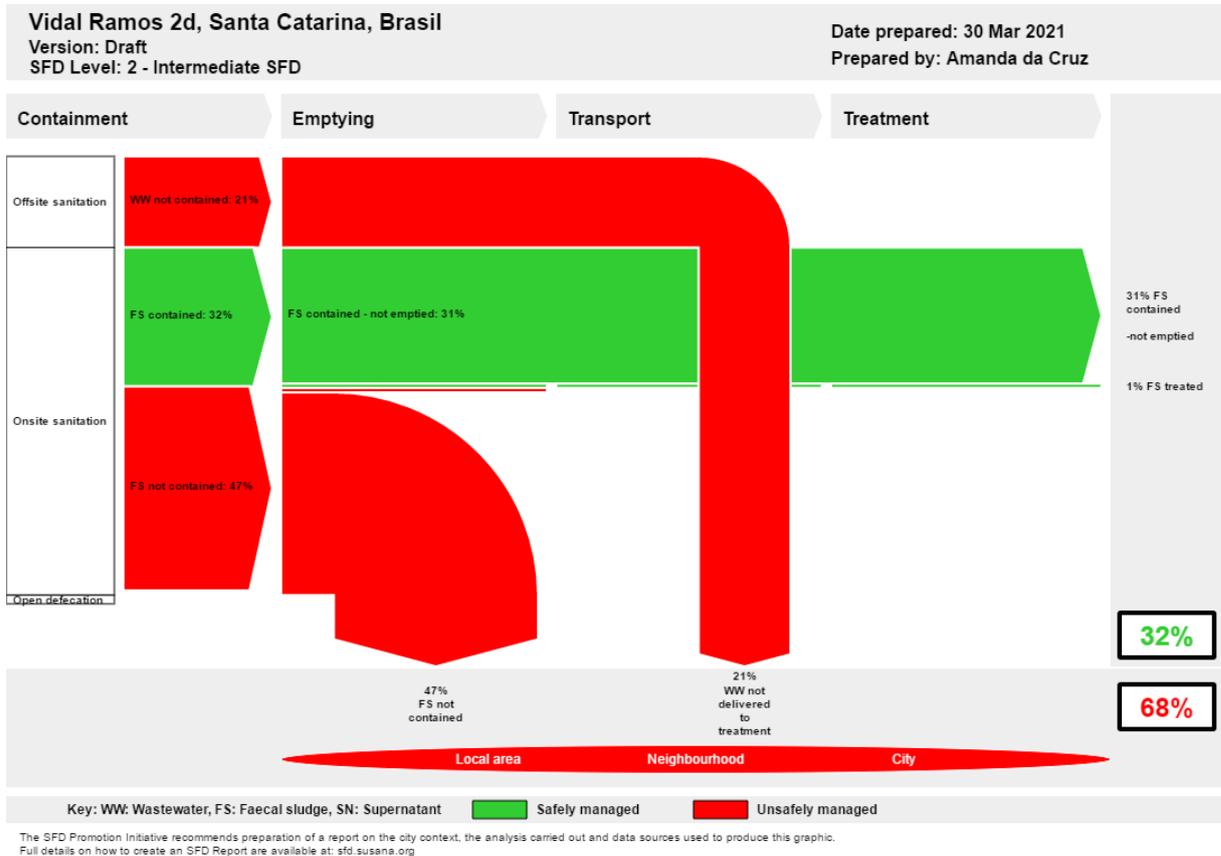


Fonte: Autoria própria.

Neste sentido, elaborou-se um quarto cenário para o município (2d), onde é desconhecida metade da destinação final dos TS e fossas rudimentares, enquanto a outra metade continua direcionada ao sumidouro, seguindo as recomendações do SFD-PI (2021) quando os números absolutos não estão disponíveis. O resultado obtido é apresentado na Figura 24 e semelhante ao cenário 1c, em que 68% dos efluentes são gerenciados de forma insegura.

Dentre os cenários apresentados para a área total do município, verifica-se que o último (1d) é o que melhor se aproxima do contexto real. No entanto, para um cenário ainda mais preciso, seria necessária uma quantidade superior de informações quanto à destinação final do efluente tratado.

Figura 24 – DFE para o cenário 2d: 50% da destinação dos sistemas de contenção segue para sumidouro e o restante é desconhecida.



Fonte: Autoria própria.

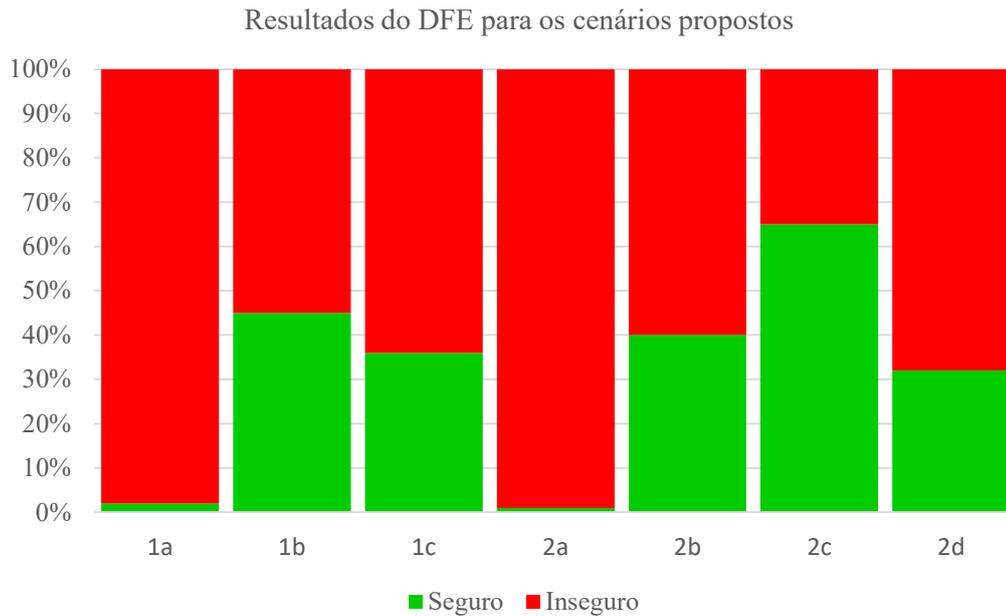
4.3.3 Análise dos cenários e da ferramenta

A Figura 25 a seguir mostra a proporção de lodo fecal gerenciada de forma segura para os diferentes cenários apresentados. Nota-se que os resultados obtidos para a área urbana e total são semelhantes para o mesmo cenário nos casos a e b, apresentando maior diferença no cenário c, em que a proporção de sistemas conectados à drenagem varia de forma significativa, já que somente a área urbana é contemplada. Além disso, percebe-se que nem mesmo nas situações mais otimistas (maior proporção de sistemas conectados aos sumidouros) a situação do município pode ser considerada segura.

Analisando os diferentes cenários, é possível notar algo em comum: a maior falha na cadeia de serviços em saneamento está logo na fase de contenção. Grande parte dos moradores possui sistema de tratamento no lote, no entanto, a destinação do efluente destes sistemas não é considerada segura, visto que segue em sua maioria para a rede de drenagem ou rio, principalmente na área urbana. Tal situação é agravada pela falta de limpeza dos sistemas, onde

apenas 1% da população total realiza a mesma de forma adequada, contratando uma empresa formal. Além disso, uma quantidade significativa de fossas rudimentares ainda opera no município, e deve dar espaço para soluções consideradas adequadas de acordo com o PLANSAB e PNSR.

Figura 25 – Porcentagens do DFE para os cenários propostos.



Fonte: Autoria própria.

Para melhorar esta situação é necessário atuar nos pontos de falha indicados pelo diagrama. Inicialmente, é preciso investir na melhoria dos sistemas de contenção, adequando aqueles que não atendem às recomendações da prefeitura e da ABNT NBR 7229 (1993) e NBR 13969 (1997). Após a adequação dos sistemas, é necessário gerenciar os subprodutos do tratamento de forma adequada, garantindo uma destinação ambientalmente segura para os mesmos.

Cabe ressaltar também a facilidade de compreensão proporcionada pela ferramenta, que não necessita da avaliação de vários gráficos e tabelas por parte dos planejadores como de costume, também observada no estudo de Moura (2019). Além disso, podem ser realizadas simulações dos resultados obtidos após a adoção de medidas para sanar os problemas identificados, a fim de verificar o impacto das mudanças a longo prazo. No entanto, é preciso ter cuidado ao inserir os dados na ferramenta, pois devem ser de fontes confiáveis e atualizadas para conduzir a um resultado procedente (PEAL *et al.*, 2014).

4.4 MODELO DE TAXA DE SANEAMENTO PARA REMOÇÃO DE LODO PROGRAMADA

Utilizando a ferramenta *FSM Business Model Tool*, obteve-se uma compatibilidade de 29% para o modelo de taxa de saneamento para remoção de lodo programada; 20% para o modelo completamente privado e 19% para o modelo de parceria agricultor-operador de caminhão. Todas as alternativas mostraram viabilidade baixa, entretanto a primeira apresentou maior viabilidade inicial, sendo então adotada neste estudo. É importante salientar que para aumentar a aplicabilidade deste modelo serão propostas adequações na cadeia de serviços de esgotamento local.

A prática comum para limpeza de tanques sépticos é a remoção de lodo com base na demanda, em vez de um serviço regular. Essas práticas têm impactos sociais e ambientais adversos. A remoção de lodo programada tem por objetivo superar essas deficiências (MEHTA; MEHTA; YADAV, 2019).

Este modelo é caracterizado por uma taxa de saneamento cobrada dos proprietários de sistemas de tratamento no lote pela remoção de lodo de sua tecnologia de contenção, tornando os serviços públicos de manejo de lodo sustentáveis financeiramente. O custo de limpeza e transporte do lodo coletado, que comumente se mostra oneroso para os usuários quando acionados conforme necessidade, passam a ser diluídos por tarifas mensais. Além disso, é possível reduzir o custo do serviço pela economia de escala que é viabilizada quando se garante aos prestadores uma regularidade na demanda (SuSanA, 2020).

Para implementação do modelo, inicialmente é preciso definir quem será responsável pela instalação e operação do mesmo. Nesta proposta, a prefeitura municipal assumiria o compromisso, com direito de atender também demandas de municípios vizinhos através de convênios, caso haja interesse, sem, contudo, comprometer seu funcionamento. A cobrança seria realizada pelas autoridades locais através de uma tarifa mensal, onde o cliente poderia também optar por uma parcela única anual. A participação dos moradores seria obrigatória e a prefeitura subsidiaria aqueles que mediante comprovação demonstrarem não ter condições de arcar com os custos do serviço.

Inicialmente, estimou-se com base no DFE para a população total do município, a quantidade de moradias que necessitam de adequação ou instalação de um sistema de contenção normatizado. Foram considerados os casos de fossa rudimentar e lançamento de efluente na drenagem ou corpos d'água, obtendo-se um total de 1477 sistemas. O dimensionamento dos

sistemas, deve seguir a ABNT NBR 7229 (1993), onde o volume do TS é calculado através da Equação 1.

$$V_{TS} = 1000 + N(CT + KL_f) \quad (1)$$

Em que,

V_{TS} = volume útil do TS, em litros;

N = número de pessoas;

C = contribuição de despejos, em litros/pessoa.dia;

T = período de detenção, em dias;

K = taxa de acumulação de lodo digerido em dias;

L_f = contribuição de lodo fresco, em litros/pessoa.dia.

A partir desta estimativa, devem ser realizadas vistorias *in loco* pela prefeitura para verificar as condições de acesso e construção dos sistemas e obter a quantidade exata que necessita de melhoria ou construção, assim como o número total de clientes. Em seguida, os usuários em situação irregular serão notificados e devem providenciar a adequação dos sistemas junto à prefeitura em um prazo de 120 dias. Sugere-se que o órgão forneça os materiais necessários para adequação e que o custo seja pago pelos moradores juntamente à tarifa de remoção de lodo, para não os sobrecarregar e tornar o processo mais acessível.

Ainda que as soluções individuais sejam responsabilidade dos proprietários dos imóveis, segundo a Lei Nº 11445/07 (BRASIL, 2007), recomenda-se a constituição de um Fundo Municipal de Esgotamento Sanitário, que poderá subsidiar ações de melhoria na cadeia de serviços, inclusive na instalação de sistemas de solução individual para aqueles que não possuem condições financeiras de fazê-lo. Parte do valor arrecadado pelo município deverá ser destinado ao fundo, contribuindo para a universalização do saneamento. Um modelo semelhante foi proposto para municípios do Rio Grande do Sul no estudo de SuSanA (2020).

O planejamento da remoção de lodo deve ser elaborado em conjunto com as autoridades locais e famílias que utilizam sistema no lote. A limpeza dos sistemas seria realizada por iniciativa da prefeitura, o usuário não precisaria solicitar o serviço. Desta forma, há maior garantia de que a remoção será realizada no período correto. Além disso, o usuário não paga pelo serviço de limpeza no dia da remoção, a menos que requeira um serviço não programado. A receita gerada com o serviço destina-se a cobrir o custo de operação e manutenção da coleta, transporte e tratamento do lodo.

O intervalo de limpeza previsto para os sistemas de tratamento residenciais será de dois anos, valor mínimo recomendado por Funasa (2014). Preferiu-se adotar um valor fixo para

facilitar o controle, garantir que o lodo seja de fácil remoção e que nenhum sistema ultrapasse a máxima proporção de lodo acumulada em seu interior. Para os demais sistemas, classificados como especiais (comercial e industrial), a identificação do intervalo de limpeza necessário será realizada durante o período das vistorias *in loco*, em que os moradores devem informar à prefeitura o volume de seus tanques, a renda média mensal e o número de contribuintes, parâmetros de projeto para seu dimensionamento, conforme ilustrado na Equação 1. Nestes casos, após a implementação do modelo, o volume do tanque deve ser confirmado durante a realização da primeira limpeza para maior precisão. A tarifa dos sistemas residenciais e especiais será diferente, visto que o volume de lodo removido dos últimos é superior.

É recomendável que um sistema de informações seja desenvolvido para garantir a implementação bem-sucedida do modelo, considerando as diferenças nos tamanhos das famílias e dos tanques (RAO *et al.*, 2016). Neste sistema, devem ser definidos o intervalo de limpeza de cada tanque séptico; as rotas percorridas pelos caminhões para otimizar recursos; a quantidade e localização dos sistemas atendidos durante o dia; a quantidade de lodo removida; a distância percorrida e como estava a situação do TS no momento em que foi realizada a limpeza, como forma de verificar se o intervalo aplicado é suficiente.

Um aspecto crítico deste modelo de negócios está no fornecimento de informações às famílias e empresas sobre a data e hora programadas para a remoção de lodo e rastreamento dos tanques sépticos que foram esvaziados. Para tanto, as famílias devem ser contatadas com antecedência por telefone, *e-mail* ou *WhatsApp*.

Para se ter uma noção do volume total de lodo a ser removido, realizou-se uma estimativa considerando um intervalo de limpeza de dois anos para todos os sistemas, onde haveria maior demanda pelo serviço. Com base no volume médio dos sistemas de contenção (2,26 m³), levando em conta que todos os domicílios possuem ao menos um TS, seu preenchimento total e a permanência de 10% do volume, conforme recomendação da ABNT NBR7229 (1993), estimou-se a quantidade de lodo através da Equação 2.

$$V_{removido} = 0,9. (N. V_{TS}) \quad (2)$$

Onde,

$V_{removido}$ = volume total de lodo produzido, em m³;

N = número de domicílios;

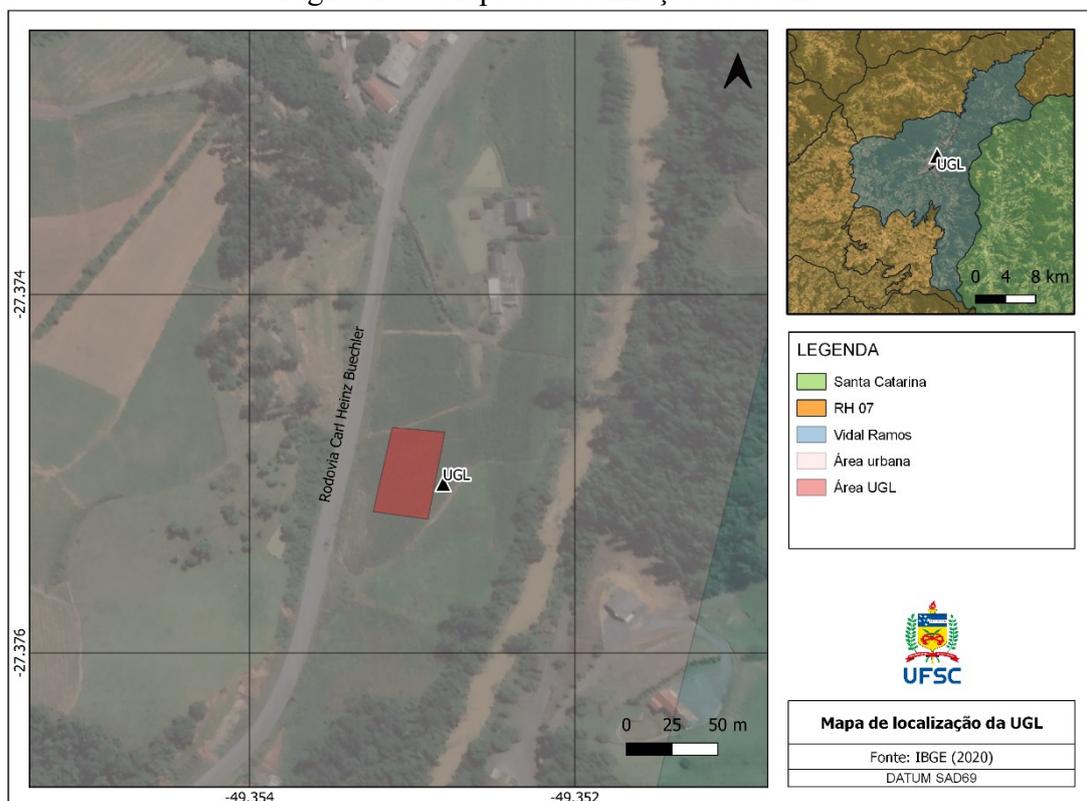
V_{TS} = volume útil do TS, em m³.

Verificou-se a necessidade de remoção de aproximadamente 1.976 m³ de lodo/ano, resultando em 247 transportes em um caminhão limpa-fossa de 8 m³. Apenas um caminhão consegue atender à demanda, suportando em média o conteúdo de quatro sistemas. Nas áreas rurais onde os moradores possuem trator, é interessante verificar a viabilidade de os mesmos levarem seus efluentes até a UGL recebendo descontos em suas tarifas, mediante aprovação da prefeitura.

Após o transporte, as principais etapas do gerenciamento de lodo de tanque séptico são o desaguamento e disposição final, visto que a matéria orgânica já é estabilizada no próprio tanque. Em relação a etapa de tratamento do lodo, visto que não existem ETEs no município e em sua proximidade capazes de receber o resíduo, seria necessária a implantação de uma Unidade de Gerenciamento de Lodo (UGL) no local.

A escolha do terreno para implantação da unidade foi realizada com auxílio do *software* Qgis e do *Google Earth*, buscando-se otimizar a distância percorrida e ser de fácil acesso para clientes e fornecedores. A unidade foi proposta nas margens da Rodovia Carl Heinz Buechler, conforme Figura 26.

Figura 26 – Mapa de localização da UGL.



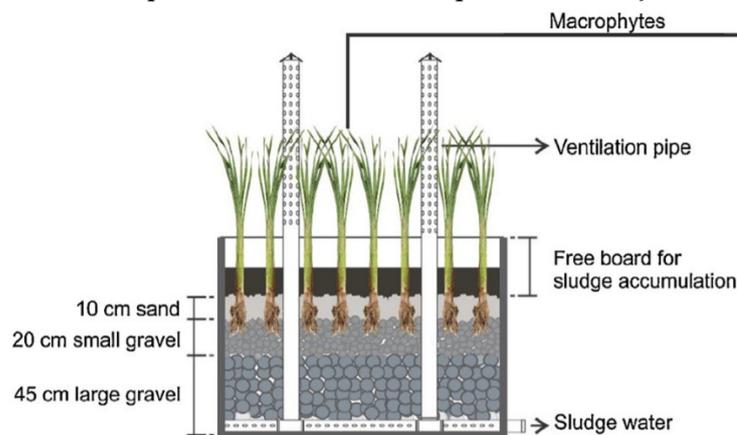
Fonte: Autoria própria.

O modelo de negócio deve ser planejado de modo a otimizar o esvaziamento (por meio da remoção de lodo zoneada), reduzindo assim os custos de transporte. Ao chegar no local, os caminhões devem prestar conta dos domicílios atendidos para atualização do banco de dados. Em seguida, o conteúdo removido é encaminhado para desaguamento e estabilização complementar, onde indica-se a utilização da ecotecnologia de *Wetlands* Construídos (WC).

O funcionamento do WC consiste, basicamente, da aplicação do lodo na superfície do leito, que passa por um processo de separação da fase sólida e líquida por gravidade, e gera um subproduto seco (lodo acumulado) e outro líquido, denominado de líquido percolado ou lixiviado (METCALF; EDDY, 2004; STRANDE *et al.*, 2014).

Sugere-se a aplicação de um sistema semelhante ao do estudo de Magri *et al.* (2016), utilizando WC de fluxo vertical para desidratação de lodo de tanque séptico, com períodos de alimentação e descanso. A Figura 27 ilustra o esquema do sistema estudado.

Figura 27 – Esquema do WC estudado para desidratação do lodo.



Fonte: Magri *et al.* (2016).

Foram estudados três WCs com 0,8 m² de área de superfície cada, plantados com *Zizaniopsis bonariensis*, *Cyperus Papyrus* e *Thypha domingensis*, respectivamente. A profundidade média do meio suporte foi de 0,75 m, consistindo em 0,10 m de camada de areia grossa, 0,20 m de cascalho pequeno e 0,45 m de cascalho grande. Foi projetada uma borda livre de 0,50 m para permitir o acúmulo de lodo desidratado. Os WCs possuíam tubos de ventilação colocados verticalmente nos tubos de drenagem, estendendo-se 1,0 m acima das superfícies dos filtros. As tubulações de drenagem possuíam válvulas para controlar a saída e conseqüentemente o tempo de retenção hidráulica. Os sistemas eram independentes e cada saída era conectada a um recipiente fechado de 500 L para coletar o lixiviado (água do lodo).

Os WCs foram alimentados semanalmente, alternando o lodo e a água do lodo. Para atingir a carga de sólidos totais, o volume de lodo aplicado foi fixado em 430 L. O volume de água de lodo recirculada variou em função da quantidade produzida. O tempo de retenção hidráulica foi estabelecido em seis dias para ambas as etapas.

Com a recirculação, foi possível reduzir a quantidade de efluente final produzido por evapotranspiração e promover um tratamento extra da água do lodo, que alcançou características de disposição segura no meio ambiente, tais como: concentração média de DQO 137 mg/L; nitrogênio amoniacal 5 mg/L; e fósforo 2 mg/L. As três macrófitas aplicadas mostraram-se compatíveis.

Esta solução de saneamento, além de compacta, é considerada de baixo custo e sustentável a longo prazo, segundo Rulkens (2004). Além disso, as plantas cultivadas na unidade podem ser reaproveitadas para outras finalidades, como paisagismo, artesanato e alimentação animal. O lodo acumulado no leito não precisa ser removido a cada aplicação (SONKO *et al.*, 2014) e o intervalo de remoção da camada de lodo do sistema pode variar entre 10 e 20 anos (VON SPERLING; SEZERINO, 2018).

A expectativa é de que o lodo saia mineralizado, com baixo teor de umidade e com possibilidades de utilização como condicionador de solo (MOLLE *et al.*, 2005), o que beneficiaria a agricultura local. Cabe ressaltar a necessidade de observar as exigências da Resolução CONAMA Nº 498/20 (BRASIL, 2020), que pode exigir processos de higienização complementares, como a calagem, para que sua utilização não apresente riscos.

Antes da instalação do modelo, recomenda-se a realização de uma audiência pública com os moradores da comunidade para apresentação de seu funcionamento, bem como para verificação de sua aceitação. É importante que a comunidade tome conhecimento do diagnóstico do saneamento do município e das falhas identificadas para demonstrar a importância deste serviço, assim como as melhorias alcançadas a longo prazo. Campanhas de conscientização ambiental também devem ser incentivadas.

4.4.1 Estimativa de custos para implementação do modelo

Os indicadores econômicos são frequentemente decisivos na escolha de um sistema em uma situação prática (BALKEMA *et al.*, 2002). Neste sentido, realizou-se uma estimativa do custo de implementação do modelo e da tarifa mensal a ser paga pelos moradores para remoção de lodo programada. Foram selecionados para representar a dimensão econômica os

critérios custo de construção (CAPEX, do inglês *capital expenditure*) e custo de operação (OPEX, do inglês *operational expenditure*). Os insumos necessários foram levantados a partir do dimensionamento do modelo. Cabe salientar que uma análise detalhada para definição mais precisa seria necessária para aplicação em uma situação real, pois foram desconsiderados custos de manutenção, depreciação e de itens de baixo valor.

Para quantificar os custos despendidos com a implementação e operação do modelo, utilizou-se o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI, 2021), com valores de insumo referentes ao mês de março de 2021. Quando os itens não constavam nesse documento foram realizados orçamentos com empresas próximas à região de interesse. A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 3 – Estimativa de custo do modelo.

| Fase | Descrição | Quant. | Unid. | Custo unit. | Custo total | Fonte |
|---------------------------------------|---|--------|----------------|----------------|-----------------------|------------------------|
| Implantação | TS + Filtro anaeróbio | 1477 | unid. | R\$ 1.450,00 | - | KII3 |
| | Caminhão 0 km | 1 | unid. | R\$ 285.000,00 | R\$ 285.000,00 | FIPE |
| | Equipto. combinado limpa fossa | 1 | unid. | R\$ 180.000,00 | R\$ 180.000,00 | Empresa fornecedora |
| | Engenheiro sanitarista | 160 | h | R\$ 94,90 | R\$ 15.184,00 | SINAPI |
| | Terreno | 1000 | m ² | R\$ 200,00 | R\$ 200.000,00 | Estimativa |
| | WCV | 5 | unid. | R\$ 40.481,91 | R\$ 202.409,55 | CASAN |
| | Custos adicionais não previstos | - | - | R\$ 20.000,00 | R\$ 20.000,00 | Estimativa |
| | Auxiliar de pedreiro | 160 | h | R\$ 13,85 | R\$ 2.216,00 | SINAPI |
| | Pedreiro | 160 | h | R\$ 20,91 | R\$ 3.345,60 | SINAPI |
| Custo total de implantação | | | | | R\$ 908.155,15 | |
| Operação | Motorista de caminhão (mensalista) | 1 | unid. | R\$ 3.273,00 | R\$ 3.273,00 | SINAPI |
| | Técnico de engenharia | 160 | h | R\$ 31,74 | R\$ 5.078,40 | SINAPI |
| | Auxiliar de serviços gerais (mensalista) | 1 | unid. | R\$ 2.805,75 | R\$ 2.805,75 | SINAPI |
| | Energia elétrica | 60 | KWh | 0,61 | 36,60 | Eletrobras |
| | Óleo diesel | 1000 | L | R\$ 4,10 | R\$ 4.100,00 | SINAPI |
| Custo total de operação mensal | | | | | R\$ 15.293,75 | |

Fonte: KII3 (2021); FIPE (2021); SINAPI (2021); CASAN (2021b); Eletrobras (2021).

O custo do sistema de contenção foi baseado no modelo padrão da prefeitura e obtido junto ao KII 3. O valor do tanque combinado foi obtido mediante orçamento com uma empresa do ramo. Já o custo dos sistemas WCs foi obtido a partir de um sistema semelhante em estudo pela CASAN (2021b).

O valor do terreno com área de aproximadamente 1.000 m² foi estimado a partir de outros próximos ao local de instalação da UGL, e pode sofrer variação. Para operação da UGL será necessário um motorista e auxiliar para remoção do lodo dos sistemas de contenção e um técnico de engenharia para operação da unidade. O consumo de óleo diesel foi estimado considerando a realização de uma viagem por dia e a maior distância entre os sistemas e a UGL. O consumo de energia elétrica baseou-se no consumo médio mensal de uma bomba de 1 cv.

A partir dos valores obtidos, considerando um parcelamento em 36 vezes e um total de 1943 moradias, os investimentos para implantação do sistema custariam a princípio R\$ 12,98 por mês para cada residência. O custo de operação mensal seria de R\$ 7,87. Assim, para os moradores que já possuem TS de acordo com a legislação, a tarifa mensal seria de R\$ 20,85. Já para aqueles que precisam adequar seu sistema, considerando também um período de 36 meses para pagamento, a tarifa seria de R\$ 61,13. Este investimento inicial para implantação do sistema, após quitação deve ser aplicado na manutenção do mesmo e em melhorias na estrutura. Além disso, a tarifa deve passar por uma reavaliação após este período.

O PMSB (2010) estimou um investimento de R\$ 21.272.859,17 (valor presente) para implantação de rede coletora e tratamento em sistema centralizado complementado por sistemas alternativos, valor 23 vezes superior ao previsto para implantação deste modelo. Se comparado ao sistema convencional proposto pelo Atlas ANA (2013) no Item 4.2.1, o custo de implantação é 12 vezes menor, demonstrando sua viabilidade. Ao mesmo tempo, se comparada às tarifas convencionais de esgoto baseadas no consumo de água, a tarifa do modelo apresenta-se significativamente menos onerosa.

5 CONCLUSÃO

Conhecer a situação do esgotamento sanitário de determinado local é a chave para direcionar o planejamento das ações e investimentos necessários para alcançar a universalização do saneamento. Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo elaborar o diagnóstico da prestação de serviços relacionados ao gerenciamento dos sistemas locais de tratamento de esgotos sanitários do município de Vidal Ramos – SC.

O primeiro passo para a elaboração do diagnóstico foi a busca por informações relacionadas à cadeia de serviços de saneamento do município, que abrange as etapas de contenção, esvaziamento, transporte, tratamento e disposição final. Para tanto, foram coletados dados secundários, e de forma a complementar as informações, realizaram-se entrevistas em campo com 22 informantes-chave do saneamento local, estruturadas a partir dos instrumentos de coleta de dados do World Bank Group (2016b).

A partir das entrevistas identificaram-se situações não encontradas na literatura, importantes para a construção de um diagnóstico que represente de fato a situação do saneamento de Vidal Ramos – SC. Dentre elas, destacam-se a ausência de limpeza dos sistemas, as dificuldades para sua construção e operação, a destinação final dos efluentes tratados, a prática de limpeza manual e a percepção dos moradores em relação à situação sanitária do município. Uma das reclamações que chamou a atenção foi em relação ao odor próximo às bocas de lobo da cidade, relacionado aos sistemas que lançam seus efluentes na rede de drenagem sem tratamento adequado, em muitos casos ligados à falta de manutenção dos tanques, que funcionam apenas como caixa de passagem dos efluentes.

Em seguida, a partir dos dados coletados, utilizando-se da ferramenta *SFD Graphic Generator* (SFD-PI, 2021) foi possível elaborar Diagramas de Fluxo de Esgoto para o município, considerando a área urbana e total separadamente, assim como diferentes formas de disposição final do efluente, tratado ou não. A ferramenta mostrou-se capaz de sintetizar as informações coletadas através de um gráfico de simples compreensão, que pode ser utilizado pelos gestores como base para tomada de decisões.

A maior dificuldade encontrada durante a construção do DFE esteve relacionada à ausência de dados relativos à disposição final dos efluentes e a existência e frequência de limpeza dos sistemas de contenção. Como mencionado, realizaram-se entrevistas e estimativas para superar esta lacuna, no entanto, um detalhamento contemplando toda a população seria capaz de fornecer uma aproximação mais precisa. Em uma análise da aplicação do DFE em 39

idades, Peal *et al.* (2014), relataram o mesmo problema de acesso a dados confiáveis, relacionados a três fatores principais: capacidade técnica da equipe local para identificar os sistemas de contenção limitada; diferentes compreensões da terminologia para descrever elementos do sistema de saneamento e falta generalizada de dados de desempenho dos sistemas.

Após a análise dos diagramas, foram identificadas as principais falhas na cadeia de serviços de saneamento e verificado o impacto que a destinação final do efluente produzia sobre o gerenciamento dos resíduos, tornando-o seguro ou não. Identificou-se a necessidade de uma estrutura de governança clara e com atribuições bem definidas para gerenciar estes serviços.

Para a área urbana, recomenda-se a adequação dos sistemas de tratamento no lote e a instalação de dispositivos de desinfecção na saída dos sistemas conectados à drenagem, visando reduzir a probabilidade de contato com os patógenos e tornar o gerenciamento seguro. Já na área rural, como não há rede de drenagem, a maior preocupação está voltada à adequação dos sistemas de tratamento, que apresentam maior proporção de uso de soluções consideradas inadequadas, principalmente de fossa rudimentar. Para ambas as áreas, é indicado que os sistemas sejam esvaziados periodicamente, garantindo o desempenho previsto na remoção de poluentes e minimizando potenciais impactos.

Nesta perspectiva, visando assegurar que os tanques sépticos sejam construídos e operados de acordo com as normas vigentes, propôs-se um modelo de taxa de saneamento para remoção de lodo programada, com base nos estudos de RAO *et al.* (2016). Desta forma, o intervalo de limpeza previsto no dimensionamento do TS seria respeitado e o lodo removido encaminhado às UGLs compostas de *Wetlands* Construídos para tratamento e posterior reuso como fertilizante, mediante o pagamento de uma tarifa mensal. Este modelo dilui os custos, tornando o serviço de limpeza mais acessível à população ao mesmo tempo em que cria uma demanda contínua para a prestadora do serviço.

Municípios de pequeno porte como Vidal Ramos – SC, apesar das adversidades, podem sim ter uma gestão adequada de seus efluentes, mas para isso, o uso de modais de saneamento condizentes com suas características e particularidades é essencial, e deve ser realizado mediante uma análise dos aspectos físicos, econômicos e ambientais relacionados.

Espera-se que o diagnóstico e modelo de negócios para gerenciamento de lodo fecal apresentados neste estudo possam contribuir na prática para o planejamento e gestão da cadeia de serviços em saneamento do município, promovendo saúde e qualidade de vida à população, através de uma solução sustentável.

6 RECOMENDAÇÕES

- Realizar um número maior de entrevistas em campo com moradores da comunidade para obter informações mais consistentes a respeito dos sistemas de contenção utilizados, da disposição final dos efluentes e da frequência de remoção de lodo das unidades, contemplando também a área rural do município.
- Aplicar outros instrumentos de coleta de dados disponíveis para ampliar o escopo de informações e sua confiabilidade.
- Utilizar a ferramenta Diagrama de Fluxo de Esgoto considerando cenários a longo prazo, após a implementação gradativa do modelo de negócio proposto, a fim de visualizar os resultados obtidos.
- Elaborar um estudo mais aprofundado do modelo de taxa de remoção de lodo programada, incluindo orçamentos detalhados e o projeto e dimensionamento da Unidade de Gerenciamento de Lodo para facilitar ainda mais sua aplicação.
- Propor indicadores de desempenho adequados para acompanhar a evolução dos índices de esgotamento sanitário do município após a implementação do modelo de gerenciamento dos sistemas de tratamento no lote.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Atlas Esgotos**: Despoluição de Bacias Hidrográficas. Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASESGOTOSDespoluicaoodeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo_livro.pdf. Acesso em: 22 fev. 2021.
- ANDRADE NETO, Cícero Onofre *et al.* **Decanto-digestores**: Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo. Rio de Janeiro: ABES, 1999.
- ANDRADE, Cynthia Franco. **Avaliação do tratamento do lodo de caminhões limpa-fossa e do percolado em sistemas alagados construídos de escoamento vertical**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2015.
- ANDREOLI, Cleverson Vitorio (coordenador). **Lodo de fossa e tanque séptico**: caracterização, tecnologias de tratamento, gerenciamento e destino final. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: Editora ABES, 388p., 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 60p., 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 15p., 1993.
- BALKEMA, Annelies J. *et al.* Indicators for the sustainability assessment of wastewater treatment systems. **Urban Water**, v. 4, n. 2, p. 153-161, 2002.
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 292 p., 1988,
- BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 2007. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2007/lei-11445-5-janeiro-2007-549031-norma-atualizada-pl.html>. Acesso em: 10 fev. 2021.
- BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/14026.htm. Acesso em: 25 fev. 2021.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA N° 357**, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF, 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA N° 430**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n° 357, de 17 de março de 2005. Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA N° 498**, de 19 de agosto de 2020. Define critérios e procedimentos para produção e aplicação de biossólido em solos, e dá outras providências. Brasília, DF, 2020.

BRASIL. **Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB)**. Brasília: MDR/SNS, 2013. Disponível em: http://www.cecol.fsp.usp.br/dcms/uploads/arquivos/1446465969_Brasil-PlanoNacionalDeSaneamentoB%C3%A1sico-2013.pdf. Acesso em: 10 fev. 2021.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). Orçamento de sistema *Wetland* piloto. SRM/DIOPE, Florianópolis, 2021b.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). **Relatório Operacional Mensal de Água**. Sistema BADOP, Vidal Ramos, 2021a.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Mapa Hidrogeológico do Estado de Santa Catarina**, 2012. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Mapa-Hidrogeologico---Estado-de-Santa-Catarina-3096.html>. Acesso em: 02 mar. 2021.

CRITES, Ron; TCHOBANOGLIOUS, George. **Small and Decentralized Wastewater Management Systems**. Boston: McGraw-Hill, 1998.

DANTAS, Felipe von Atzingen *et al.* Uma análise da situação do saneamento no Brasil. **FACEF Pesquisa: Desenvolvimento e Gestão**, v. 15, n.3, p.272-284, 2012.

CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. (ELETROBRAS). **Consumo de energia dos aparelhos elétricos**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <http://www.eletrobras.gov.br/>. Acesso em: 25 abr. 2021.

FIGUEIREDO, Isabel Campos Salles *et al.* Fossa absorvente ou rudimentar aplicada ao saneamento rural: solução adequada ou alternativa precária?. **Revista DAE**, São Paulo, v. 67, n. 220, p. 87-99, 2019.

FSMTOOLBOX. **FSM Business Model Tool**, 2021. Disponível em: <https://www.fsmttoolbox.com/bussiness>. Acesso em: 20 abr. 2021.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS (FIPE). Tabela FIPE. Disponível em: <https://www.tabelafipebrasil.com/FIPE/509281-7>. Acesso em: 21 abr. 2021.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Manual de Saneamento**. Ministério da Saúde. Brasília, DF, 4ed, 648 p., 2015.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Operação e manutenção de tanques sépticos-lodo**: manual de boas práticas e disposição do lodo acumulado em filtros plantados

com macrófitas e desinfecção por processo térmico. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Brasília, 32 p., 2014.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Programa Nacional de Saneamento Rural**. Brasília, DF, 260 p., 2019.

GIKAS, Petros; TCHOBANOGLIOUS, George. The role of satellite and decentralized strategies in water resources management. **Journal of Environmental Management**, [S.L.], v. 90, n. 1, p. 144-152, 2009.

HELLER, Léo; NASCIMENTO, Nilo de Oliveira. Pesquisa e Desenvolvimento na Área de Saneamento no Brasil: necessidades e tendências. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 24-35, 2005.

HOOVER, Mike. NC State University, 1999. Disponível em: <http://www.ces.ncsu.edu>. Acesso em: 15 mar. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2010/inicial>. Acesso em: 20 mar. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE Cidades**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/vidal-ramos/panorama>. Acesso em: 19 mar. 2021.

KII1, 2021. Entrevista anônima com representantes da Prefeitura Municipal. 19 de janeiro de 2021.

KII2, 2021. Entrevista anônima com empresa limpa-fossa. 21 de janeiro de 2021.

KII3, 2021. Entrevista anônima com loja de materiais de construção. 22 de janeiro de 2021.

KII4, 2021. Entrevista anônima com prestadores de serviço autônomos (limpeza manual). 25 de janeiro de 2021.

KII5, 2021. Entrevista anônima com pedreiros. 25 de janeiro de 2021.

KII6, 2021. Entrevista anônima com moradores da comunidade nos dias 26, 27, 28 e 29 de janeiro de 2021.

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

LISBOA, Severina Sarah; HELLER, Léo; SILVEIRA, Rogério Braga. Desafios do planejamento municipal de saneamento básico em municípios de pequeno porte: a percepção dos gestores. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [S. L.], v. 18, n. 4, p. 341-348, 2013.

MASSOUD, May A.; TARHINI, Akram; NASR, Joumana A. Decentralized approaches to wastewater treatment and management: applicability in developing countries. **Journal of Environmental Management**, [S.L.], v. 90, n. 1, p. 652-659, 2009.

MATOS, Rafaela *et al.* **Indicadores de desempenho para serviços de águas residuais**. Lisboa: Instituto Regulador de Águas e Resíduos: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2004, 283 p. Série guias técnicos. Tít. orig.: Performance indicators for wastewater services. Disponível em: <http://id.bnportugal.gov.pt/bib/bibnacional/1333441>. Acesso em: 24 fev. 2021.

MEHTA, Meera; MEHTA, Dinesh; YADAV, Upasana. Citywide Inclusive Sanitation Through Scheduled Desludging Services: Emerging Experience From India. **Frontiers in Environmental Science**, vol. 7, n. 188, 2019.

METCALF; EDDY. **Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse**. 4 ed. Singapore: McGraw-Hill Book Co, 1819 p., 2004.

MOLLE, Pascal *et al.* How to treat raw sewage with constructed wetlands: an overview of the French systems. **Water Science & Technology**, v. 51, n. 9, p. 11-21, 2005.

MOURA, Any Eli de. **Avaliação do diagrama de fluxo de esgoto baseado em um estudo de caso realizado na Zona Leste do município de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade). Faculdade de Saúde Pública, Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, 2019.

NHAPI, Innocent. A framework for the decentralised management of wastewater in Zimbabwe. **Physics And Chemistry of the Earth** [S.L.], v. 29, n. 15-18, p. 1265-1273, 2004.

OLIVEIRA JÚNIOR, José Lima de. **Tratamento descentralizado de águas residuárias domésticas: uma estratégia de inclusão social**. Campina Grande: EDUEPB, p. 213-232, 2013.

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, 2020.

PLANO DIRETOR MUNICIPAL (PDM). Município de Vidal Ramos, 2010. Disponível em: <https://www.prefeituravidalramos.com.br/conteudo/?item=16311&fa=3&cd=23161>. Acesso em: 02 mar. 2021.

PORTO, Bárbara Batista; SALES, Bárbara Marques; REZENDE, Sonaly. Saneamento básico em contextos de agricultura familiar. **Revista DAE**, São Paulo, v. 67, n. 220, p. 52-68, 2019.

RAO, Krishna C. *et al.* **Business models for fecal sludge management**. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI). CGIAR Research Program on Water, Land and Ecosystems, 80p., 2016.

ROLAND, Nathalia *et al.* A ruralidade como condicionante da adoção de soluções de saneamento básico. **Revista DAE**, São Paulo, v. 67, n. 220, p. 15-35, 2019.

RULKENS, Win. Sustainable sludge management - what are the challenges for the future? **Water Science and Technology**, [S.L.], v. 49, n. 10, p. 11-19, 2004.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL (SDE). **Plano Municipal de Saneamento Básico de Vidal Ramos**. Serviços Técnicos de Engenharia (STE), 2011.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL (SDE). **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina**. Caracterização geral das Regiões Hidrográficas de Santa Catarina. RH7 – Vale do Itajaí, 2017. Disponível em: http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Plano%20Estadual/etapa_a/PERH_SC_RH7_CERTI-CEV_2017_final.pdf. Acesso em: 01 mar. 2021.

SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO (SAMAÉ). **Programa de Saneamento Rural**. Jaraguá do Sul – SC, 2019. Disponível em: <https://www.samaejs.com.br/Ambiente/Saneamento-Rural>. Acesso em: 28 abr. 2021.

SFD PROMOTION INIATIVE (SFD-PI). **Graphic Generator**, 2021. Disponível em: <https://sfd.susana.org/data-to-graphic>. Acesso em: 06 mar. 2021.

SFD PROMOTION INIATIVE (SFD-PI). **SFD Manual**. Volume 1 e 2. Versão 2.0, 2018. Disponível em: https://www.susana.org/_resources/documents/default/3-3926-7-1601995569.pdf. Acesso em: 27 fev. 2021.

SFD PROMOTION INIATIVE (SFD-PI). **Tarija, Bolívia**. Reporte final. GIZ Periagua, 19 p., 2019. Disponível em: <https://www.susana.org/en/knowledge-hub/resources-and-publications/library/details/3581?directdownload=1>. Acesso em 06 mar. 2021.

SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL (SINAPI). Referências de preços e custos. Santa Catarina, 2021. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/referencias-precos-insumos/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 20 mar. 2021.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Série Histórica**. Ministério do Desenvolvimento Regional, Brasília, DF, 2019. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>. Aceso em: 07 mar. 2021.

SILVEIRA, Rogério Braga; HELLER, Léo; REZENDE, Sonaly. Identificando correntes teóricas de planejamento: uma avaliação do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab). **Revista Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 47, n. 3, p. 601-622, 2013.

SOARES, Raquel *et al.* **Medindo o Saneamento**: potencialidades e limitações dos bancos de dados brasileiros. Fundação Getúlio Vargas. Centro de Estudos em Regulação e Infraestrutura, 2018.

SONKO, El hadji Mamadou *et al.* Effect of hydraulic loading frequency on performance of planted drying beds for the treatment of faecal sludge. **Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development**, v.4, p. 633-641, 2014.

SOTERO, Aglene de Arruda Moreira. O esgotamento sanitário e o uso do território em Natal/RN (1969-2009). Mestrado em Geografia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 190p., 2010.

STRANDE, Linda; RONTELTAP, Mariska; BRDJANOVIC, Damir. Faecal Sludge Management: Systems Approach for Implementation and Operation. London, **IWA Publishing**, 2014.

SURIYACHAN, Chamawong; NITIVATTANANON, Vilas; AMIN, A.T.M. Nurul. Potential of decentralized wastewater management for urban development: Case of Bangkok. **Habitat International**, [S.L.], v. 36, n. 1, p. 85-92, 2012.

SUSTAINABLE SANITATION ALLIANCE (SuSanA). **Estudo de caso de projetos de saneamento sustentável**: Prestação do serviço de esgoto da Corsan por meio da coleta programada de lodo fecal Rio Grande do Sul, Brasil. Rio Grande do Sul, 2020. Disponível em: https://www.susana.org/_resources/documents/default/3-3924-7-1605530416.pdf. Acesso em: 10 abr. 2021.

TILLEY, Elisabeth *et al.* Compendium of Sanitation Systems and Technologies. **Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology** (Eawag), Dübendorf, Switzerland, 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/241276067>. Acesso em: 27 fev. 2021.

TNSUL. Araranguá: Caminhão limpa fossa já à disposição do Samae. Disponível em: <https://tnsul.com/2020/geral/ararangua-caminhao-limpa-fossa-ja-disposicao-do-samae/>. Acesso em: 02 mar. 2021.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA. **Primer for municipal wastewater treatment systems**. EPA/832-B-04-001. 30 p., 2004.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 472 p., 2014.

VON SPERLING, Marcos; SEZERINO, Pablo Heleno. Dimensionamento de wetlands construídos no Brasil. Boletim Wetlands Brasil, Edição Especial, dezembro/2018. 65 p. ISSN 2359- 0548. Disponível em: <https://gesad.ufsc.br/boletins/>. Acesso em: 20 abr. 2021.

VON SPERLING, Tiago Lages; VON SPERLING, Marcos. Proposição de um sistema de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 4, p.313-322, out. 2013.

WHO/UNICEF. **Post-2015 WASH targets and indicators**. WASH targets and indicators post-2015: outcomes of an expert consultation, 2015.

WORLD BANK GROUP. **Fecal Sludge Management Tools**: Data Collection Instruments. Water and Sanitation Program, 2016b. Disponível em: <https://documents.worldbank.org/curated/en/2016/07/26565076/>. Acesso em: 15 mar. 2021.

WORLD BANK GROUP. **Fecal Sludge Management**: Diagnostics for Service Delivery in Urban Areas. Summary Report. Water and Sanitation Program, 2016a. Disponível em: <https://documents.worldbank.org/curated/en/2016/07/26565071/>. Acesso em: 20 fev. 2021.

ZOTZ, Werner; KAISER, Jaksam. **Atlas de Santa Catarina**. 1ª ed. Florianópolis: Letras Brasileiras, 2008.

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)



Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado para participar de uma pesquisa sobre o diagnóstico da prestação de serviços relacionados ao gerenciamento dos subprodutos dos sistemas locais de tratamento de esgotos sanitários do município de Vidal Ramos a fim de estabelecer procedimentos para seu desenvolvimento. Esta pesquisa está associada ao Trabalho de Conclusão de Curso de Amanda da Cruz, graduanda do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. O presente questionário tem como principal objetivo coletar a opinião das partes interessadas relacionadas a cadeia de serviços em saneamento, de forma que os dados utilizados na pesquisa representem de fato a realidade local. Esta pesquisa será aplicada em diferentes grupos, visando uma visão holística da situação. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com a pesquisadora ou a instituição. Durante a pesquisa você irá responder a um questionário composto por questões abertas. Os riscos relacionados com sua participação são de grau mínimo, pois se trata apenas da aplicação de um questionário simples. Os benefícios relacionados com sua participação vão ao encontro da contribuição do conhecimento sobre as formas de gestão do saneamento no município, contribuindo para um diagnóstico próximo da realidade que possa ser utilizado pelos gestores públicos na tomada de decisão para melhorias na saúde e qualidade de vida da população local por meio de um saneamento adequado. A sua identidade será guardada. A pesquisadora será a única a ter acesso aos dados, sendo que esta tomará todas as providências necessárias para manter o sigilo das informações. As informações obtidas por meio desta pesquisa poderão ser apresentadas em encontros ou revistas científicas, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação. Os dados divulgados mostrarão apenas os resultados obtidos como um todo, sem revelar seu nome, instituição ou qualquer informação relacionada à sua privacidade. A qualquer momento, durante a pesquisa, ou posteriormente, você poderá solicitar do pesquisador informações sobre sua participação e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de contato explicitados neste Termo. Duas vias deste documento estão sendo rubricadas e assinadas por você e pela pesquisadora responsável. Guarde cuidadosamente a sua via, pois é um documento que traz importantes informações de contato e garante os seus direitos como participante da pesquisa. A legislação brasileira não permite que você tenha qualquer compensação financeira pela participação em pesquisas. Você não terá nenhuma despesa advinda da sua participação na pesquisa. Você poderá entrar em contato com a pesquisadora pelo telefone (47) 997200360, e-mail: amandadacruz2009@hotmail.com ou endereço residencial: Rua Douglas Seabra Levier, 100, Apto. 202. Trindade, Florianópolis – SC.

Amanda da Cruz
Pesquisadora responsável

Eu, _____, RG _____, li este documento (ou tive este documento lido para mim por uma pessoa de confiança) e obtive da pesquisadora todas as informações que julguei necessárias para me sentir esclarecido e optar por livre e espontânea vontade participar da pesquisa. E por estar de acordo, assino o presente termo.

Assinatura do Participante

APÊNDICE B – Formulário de caminhada transversal

Na Tabela 1, a pontuação final para cada uma das categorias será a média das condições gerais encontradas na comunidade. Conforme você anda, assinale as descrições que melhor descrevem exemplos do que você vê. No final da caminhada transversal, decida qual deve ser a média de todos os itens assinalados para cada uma das categorias e marque isso claramente com uma pontuação de 1 a 5.

Quando uma situação de risco particularmente alto (condições 4 ou 5) for observada, anote isso na Tabela 1 (coluna à direita) para as categorias relevantes (1, 4, 5a, 5b e 8). Em cada caso, pergunte aos moradores locais com que frequência essa situação ocorre. Anote a frequência na Tabela 1 (coluna da extrema direita) e complete os detalhes na Tabela 2 para os locais e riscos mais significativos.

Inicialmente, responder às seguintes questões:

- Situação econômica da área:

1 () Renda alta 2 () Renda média 3 () Renda baixa

- A área corre risco de inundação?

- Condições meteorológicas no dia.

- Breve descrição da comunidade (em menos de 100 palavras, resuma).

- Mudanças relativamente recentes (nos últimos 10 anos) no desenvolvimento da área.

- A extensão da infraestrutura residencial, comercial/privada e pública (ou seja, residências, lojas, empresas, escolas, mesquitas, mercados, etc.).

- Os principais tipos de habitação encontrados na área.

- Os principais tipos de atividade econômica que se desenvolvem na área e os principais empregos das pessoas que nela vivem.

Tabela 1 – Condições gerais da área de estudo.

| Categoria | Descrição dos riscos observados | Pontuação | Locais onde é visto alto risco (completar detalhes na Tabela 2) | Com que frequência esse risco ocorre? Anual = 1; Mensal = 2 Semanal = 3; Diário = 4 |
|--|---|-----------|--|---|
| 1. Drenagem (águas pluviais e águas cinzas). Descreva a condição da estrutura de drenagem | Infraestrutura de drenagem limitada. Água da chuva parada e/ou água cinza é visível no solo, perto de casas ou pontos de água. | 5 | | |
| | Infraestrutura de drenagem limitada, com sinais de água da chuva e/ou água cinza que transbordou recentemente perto de casas ou pontos de água. | 4 | | |
| | Infraestrutura de drenagem limitada, mas sem sinais de transbordamento perto de casas ou pontos de água. | 3 | | |
| | Canais de drenagem em más condições, direcionando a água da chuva e/ou água cinza para longe das casas e pontos de água. | 2 | | |
| | Canais de drenagem bem conservados e adequados para receber fluxos. | 1 | | |
| 2. Esgoto (águas negras) Descreva onde você vê, ou identifica, que a água negra está entrando no meio ambiente | Infraestrutura de esgoto limitada com águas negras visíveis perto de casas ou pontos de água. | 5 | | |
| | Canos de esgoto quebrados perto de casas ou pontos de água, com sinais de terem transbordado recentemente. | 4 | | |
| | Canos de esgoto quebrados perto de casas ou pontos de água, mas sem sinais de transbordamento. | 3 | | |
| | Canos de esgoto com sinais de algum vazamento ou entupimentos. | 2 | | |

| | | | | |
|---|---|---|--|--|
| | Canos de esgoto adequados e bem conservados, sem sinais de vazamentos ou entupimentos. | 1 | | |
| 3. Acesso a pontos de água | Nenhum abastecimento de água encanada para residências ou pontos de água públicos são identificados. | 5 | | |
| | Não há abastecimento de água encanada para as residências, mas a água está disponível em postos públicos, vendedores, poços privados ou perfurações. | 4 | | |
| | Parte do abastecimento de água encanada para residências ou poços. O restante da água está disponível em postos públicos ou fornecedores. | 3 | | |
| | Abastecimento intermitente de água canalizada para todos ou para a maioria das famílias. Água de fornecedores também pode estar disponível. | 2 | | |
| | Fornecimento contínuo de água encanada a postos públicos, no terreno ou na própria casa. Água de fornecedores também pode estar disponível. | 1 | | |
| 4. Evidência de resíduos sólidos | Pilhas de resíduos sólidos estão se acumulando em muitos locais, perto de onde as pessoas vivem e trabalham, e às vezes obstruem os canais de drenagem/irrigação. | 5 | | |
| | Pilhas de resíduos sólidos estão se acumulando em 3 ou mais locais, perto de onde as pessoas vivem e trabalham, mas não estão obstruindo a drenagem/irrigação. | 4 | | |
| | Pilhas de resíduos sólidos estão se acumulando em um ou dois locais, mas longe de onde as pessoas vivem e trabalham. | 3 | | |
| | Lixeiras ou caixas são fornecidas para a coleta de resíduos sólidos, mas o nº de lixeiras é inadequado e o transbordamento é evidente. | 2 | | |
| | Um nº adequado de lixeiras ou caixas é fornecido, sem transbordamento evidente. | 1 | | |

| | | | | |
|--|--|---|--|---|
| 5.a) Evidência de materiais fecais humanos – através de defecação a céu aberto | Evidência frequente visível e generalizada de fezes humanas é vista. | 5 | | Se as pessoas ficarem ofendidas com esta pergunta, não pergunte |
| | Evidência visível de fezes humanas é vista, mas limitada a alguns locais. | 4 | | Se as pessoas ficarem ofendidas com esta pergunta, não pergunte |
| | Fezes humanas são vistas uma ou 2 vezes, mas em locais distantes da população. | 3 | | |
| | Possíveis evidências de fezes humanas são vistas, misturadas com resíduos. | 2 | | |
| | Nenhuma evidência de fezes humanas através da defecação a céu aberto é vista. | 1 | | |
| 5.b) Evidência de materiais fecais humanos - através de lodo fecal despejado* | Evidência frequente visível e generalizada de lodo fecal despejado é vista. | 5 | | |
| | Evidência visível de lodo fecal despejado é vista, mas limitada a alguns locais. | 4 | | |
| | O lodo fecal despejado é visto uma ou duas vezes, mas em locais afastados da população. | 3 | | |
| | Possíveis evidências de lodo fecal são vistos, misturados com resíduos sólidos. | 2 | | |
| | Nenhuma evidência visível de lodo fecal despejado é vista. | 1 | | |
| *O lodo fecal pode ser despejado no meio ambiente quando o conteúdo da fossa/tanque séptico é esvaziado manualmente. | | | | |
| 6. Evidência de materiais fecais de animais | Evidência frequente visível e generalizada de fezes de animais é vista. | 5 | | |
| | Evidência visível de fezes de animais é vista, limitada a alguns locais. | 4 | | |
| | As fezes dos animais são vistas uma ou duas vezes, mas em locais distantes da população. | 3 | | |
| | Possíveis evidências de fezes de animais são vistas, misturadas com resíduos. | 2 | | |
| | Nenhuma evidência visível de fezes de animais é vista. | 1 | | |

| | | | | |
|---|---|---|--|--|
| 7. Cobertura de banheiros domésticos (individuais ou compartilhados com famílias conhecidas) (pedir informações às pessoas para poder completar a resposta correta) | Menos de 25% das famílias têm acesso a um banheiro doméstico. A maioria (mais de 75%) parece estar mal conservada. | 5 | | |
| | Entre 25% a 75% das famílias têm acesso a um banheiro doméstico. A maioria (mais de 50%) parece estar mal conservada. | 4 | | |
| | Entre 25% a 75% das famílias têm acesso a um banheiro doméstico. A maioria (mais de 50%) parece estar bem mantida. | 3 | | |
| | Mais de 75% das famílias têm acesso a um banheiro doméstico. Encontram-se em diversas condições de manutenção e limpeza. | 2 | | |
| | Mais de 75% das famílias têm acesso a um banheiro doméstico. A maioria (mais de 75%) parece estar limpa e bem mantida. | 1 | | |
| | | | | |
| 8. Presença de instalações sanitárias públicas (Esta categoria inclui instalações de “pagamento por uso” (incluindo em mercados, estações de ônibus, etc.), mas não inclui instalações institucionais em escolas, escritórios...) | Onde há instalações públicas, todas são mal conservadas, com evidências de contaminação fecal no ambiente local. | 5 | | |
| | Onde há instalações públicas, a maioria (mais de 50%) é mal conservada, com alguma evidência de contaminação fecal no ambiente local. | 4 | | |
| | Onde há instalações públicas, elas se encontram em diversas condições de manutenção e limpeza. | 3 | | |
| | Onde há instalações públicas, a maioria (mais de 50%) é geralmente limpa e bem mantida. | 2 | | |
| | Onde há instalações públicas, elas são frequentemente utilizadas, limpas e bem conservadas OU não há instalações públicas presentes. | 1 | | |
| Nota: pode ser necessário pedir informações às pessoas para poder completar a resposta correta. | | | | |
| 9. Presença de estações de tratamento de | Estações de tratamento de águas residuais e/ou lamas fecais (ex.: compostagem de resíduos) estão presentes, mal mantidas e inseguras. | 5 | | |

| | | | | |
|--|---|---|--|--|
| efluentes e/ou lodo fecal dentro da área | Estações de tratamento de águas residuais e/ou lamas fecais estão presentes, mal-mantidas, seguras, mas com possíveis riscos diretos - como transbordamento. | 4 | | |
| | Estações de tratamento de águas residuais e/ou de lodo fecal estão presentes e são bem mantidas, mas com alguns possíveis riscos indiretos - como animais necrófagos ou catadores de lixo | 3 | | |
| | Estações de tratamento de águas residuais e/ou de lodo fecal estão presentes e são bem mantidas, sem riscos evidentes. | 2 | | |
| | Sem estações de tratamento de águas residuais e/ou lodo fecal presentes. | 1 | | |
| | | | | |
| 10. Habitação e arranjo do espaço público | Desenvolvimento mediano ou mal organizado, com acesso altamente restrito para veículos de serviço público e sem espaços públicos claramente definidos. | 5 | | |
| | Desenvolvimento mediano organizado, principalmente com habitação temporária, acesso limitado para veículos de serviço público e muito poucos espaços públicos claramente definidos. | 4 | | |
| | Desenvolvimento bem organizado, com propriedades semipermanentes e/ou temporárias, acesso limitado para veículos de serviço público e poucos espaços públicos claramente definidos. | 3 | | |
| | Desenvolvimento bem organizado, com propriedades permanentes e/ou semi-permanentes, mas acesso restrito para veículos de serviço público e espaços públicos, incluindo alguns espaços abertos | 2 | | |
| | Desenvolvimento bem organizado, com imóveis permanentes e/ou semipermanentes, bons acessos para veículos de serviço público e espaços públicos, incluindo espaços abertos. | 1 | | |
| | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|--|--|
| 11. Caminhos (<i>paths</i>) Rotas largas o suficiente para pedestres e possivelmente motocicletas | Caminhos muito estreitos que podem ser usados apenas por pedestres (muito estreitos para motocicletas). | 5 | | |
| | Caminhos de terra (<i>dirt</i>) mal conservados, largos o suficiente para motocicletas. | 4 | | |
| | Caminhos de terra bem conservados, largos o suficiente para motocicletas. | 3 | | |
| | Caminhos de cascalho ou pavimentados, em mau estado, com largura suficiente para motocicletas. | 2 | | |
| | Caminhos de cascalho ou asfaltados, em bom estado, com largura suficiente para motocicletas. | 1 | | |
| | | | | |
| 12. Estradas (<i>roads</i>) Rotas largas o suficiente para veículos (carros, veículos de 3 rodas, carroças, etc.) | Estradas não pavimentadas, largas o suficiente para pequenas carroças ou veículos de 3 rodas, mas não para acesso de carros. | 5 | | |
| | Estradas não pavimentadas largas o suficiente para os carros passarem. | 4 | | |
| | Estradas de cascalho ou pavimentadas, largas o suficiente para carrinhos pequenos ou veículos de 3 rodas, mas não para acesso de carros | 3 | | |
| | Estradas de cascalho ou pavimentadas, largas o suficiente para permitir a passagem de dois carros. | 2 | | |
| | Estrada de cascalho ou pavimentada bem conservada, larga o suficiente para a passagem de dois carros. | 1 | | |
| | | | | |

Tabela 2 – Altos riscos observados para as categorias 1, 4, 5a, 5b e 8 da Tabela 1.

| Categoria (tipo de contaminação visto) | Fonte de risco Descreva resumidamente o problema que você viu. Preencher para cada categoria (1, 4, 5a, 5b e 8) marcando 4 ou 5 na Tabela 1 | Interação humana Descreva como os humanos estão interagindo (entrando em contato) com a contaminação (ex.: se lavando, brincando, caminhando, limpando) | Rota de contaminação Indique as principais rotas de contaminação (ex.: mãos, pés, moscas, alimentos, campos/ colheitas, solo) | Quem está exposto? Comente sobre quem está exposto à contaminação (ex.: todas as pessoas, apenas adultos, apenas crianças ou grupos vulneráveis identificados) | Coordenadas GPS |
|--|--|---|---|--|------------------------|
| 1. Drenagem (águas pluviais e/ou cinzas) | | | | | |
| 4. Pilha de resíduo sólido | | | | | |
| 5a. Defecação a céu aberto | | | | | |
| 5b. Lodo fecal descartado | | | | | |
| 8. Latrinas públicas | | | | | |

APÊNDICE C – Roteiro de entrevistas com informantes-chave

KII 1 – Roteiro entrevista com a prefeitura municipal

- 1) Como funciona a gestão do saneamento no município? Quais são os órgãos responsáveis e a hierarquia? (Secretarias, fiscalização, fluxograma)
- 2) Que tipos de sistema de tratamento no lote as pessoas têm que são formalmente fornecidas nesta área?
- 3) Existe separação de águas cinzas (pia, tanques, chuveiro) e negras (fezes, urina)? Se sim, qual as destinações utilizadas para cada?
- 4) Quem fornece esses sistemas de tratamento?
- 5) Em que proporção os sistemas de tratamento no lote da região foram instalados de forma legalizada?
- 6) Quais são os tipos de sistemas de tratamento no lote que as pessoas têm que são construídos por elas mesmas (informal) nesta área?
- 7) Em que proporção os sistemas de tratamento no lote construídos pelos próprios moradores são usados nesta área?
- 8) Existe algum auxílio (técnico/financeiro) destinado às famílias para construir os seus próprios sistemas de tratamento no lote?
- 9) O que é considerado um sistema de tratamento “adequado” pelo órgão fiscalizador da prefeitura?
- 10) Vocês realizam algum tipo de orientação aos usuários em relação ao dimensionamento do sistema de tratamento no lote?

- 11) Como funciona o processo de vistoria das unidades para obtenção do habite-se?
- 12) Sistemas de tratamento mais antigos passaram por algum tipo de vistoria/processo para readequação? Se sim, foi realizado algum acompanhamento para verificação?
- 13) O que você considera ser uma forma 'apropriada' de ajudar as famílias a terem bons sistemas de tratamento em casa?
- 14) A prefeitura fornece algum tipo de auxílio para que os moradores tenham um sistema de tratamento adequado?
- 15) Se fosse fornecido mais auxílio, você acha que as pessoas iriam querer investir mais em seus próprios sistemas de tratamento? Por favor, explique.
- 16) Se fosse fornecido um serviço de esvaziamento periódico, você acha que os moradores estariam dispostos a pagar por ele? (Fazer analogia com rede)
- 17) As famílias nesta área da cidade (urbana) podem encontrar serviços adequados de esvaziamento de fossas, quando querem que as suas sejam esvaziadas? Isso também vale para a área rural do município?
- 18) Esses serviços de esvaziamento apresentam algum risco? (Contato com a pessoa, despejo/tratamento inadequado, etc.)
- 19) Se sim, quais são esses riscos, quando e onde ocorrem?
- 20) Quais são os serviços de transporte de lodo fecal disponíveis nesta área da cidade?
- 21) É empregado algum tipo de tratamento ao lodo fecal removido?
- 22) Você sabe qual a destinação/uso final do lodo fecal removido?
- 23) Você sabe quais as principais destinações dos efluentes após o tratamento no TS?

- 24) Quando o domicílio não possui sistema de tratamento, qual a destinação do efluente?
- 25) Quais subsídios estão disponíveis se uma família precisar de ajuda para melhorar suas instalações de saneamento (por exemplo, para construir, consertar ou esvaziar uma fossa?)
- 26) Quem tem acesso a esses subsídios?
- 27) Quem decide quem pode ou não receber subsídios?
- 28) Existe algum sistema comunitário de tratamento de efluentes? Caso sim, como ele foi construído e onde se localiza?
- 29) Quais são os benefícios, se houverem, de se obter esse apoio? Quais são as desvantagens, se existirem, desse suporte?
- 30) As famílias nessa área possuem apoio para o esvaziamento de fossas?
- 31) Como este apoio é fornecido e para quem?
- 32) Quais são os benefícios, se houverem, de se obter esse apoio? Quais são as desvantagens, se existirem, desse suporte?
- 33) Tem conhecimento de alguma melhoria recente nos serviços de esvaziamento de fossas rudimentares / fossas sépticas nesta área da cidade?
- 34) Se sim, o que foi feito? Que diferença isso fez para os serviços prestados?
- 35) Se não, há alguma melhoria sendo planejada?
- 36) Quais ações anteriores para melhorar a gestão do lodo fecal funcionaram bem nessa área?
- 37) Quem foi responsável por essas ações?

38) Os moradores da região foram envolvidos? Se sim, quais?

39) Quais ações anteriores para melhorar a gestão do lodo fecal **não** funcionaram bem nessa área?

40) Como os moradores da região foram envolvidos?

41) O que você acha que as famílias podem fazer para melhorar a gestão do lodo fecal na sua região?

42) O que você acha que as autoridades municipais poderiam fazer para melhorar a gestão do lodo fecal em sua área?

KII 2 – Roteiro Entrevista com empresas privadas: limpa-fossa

1) Se fosse possível, a empresa teria interesse em fornecer um serviço periódico, em que a limpeza dos sistemas de tratamento no lote seria programada e o pagamento pelo serviço mensal?

2) Se fosse fornecido um serviço de esvaziamento periódico, você acha que os moradores estariam dispostos a pagar por ele?

3) Como é feito o serviço de transporte de lodo fecal nesta área da cidade (Vidal)?

4) Ele apresenta algum risco?

5) Se sim, quais são esses riscos, quando e onde eles ocorrem?

6) Para onde o lodo fecal removido dos sistemas é encaminhado? Ele passa por algum tipo de tratamento? Caso sim, qual?

- 7) É feito algum tipo de monitoramento do efluente tratado para verificar a eficiência do tratamento empregado?
- 8) Qual a destinação final do lodo tratado? É feito algum tipo de reuso?
- 9) A cobrança pelo esvaziamento varia em função de que?
- 10) Vocês oferecem algum tipo de parcelamento ou condições especiais de pagamento para famílias carentes?
- 11) As pessoas costumam reclamar sobre o preço cobrado?
- 12) Houve alguma melhoria recente nos serviços de esvaziamento de fossas rudimentares / fossas sépticas na cidade?
- 13) Se sim, o que foi feito? Que diferença isso fez para os serviços prestados?
- 14) Se não, há alguma melhoria sendo planejada?
- 15) Houveram ações anteriores para melhorar a gestão do lodo fecal que não funcionaram bem nessa área?
- 16) Qual a situação dos sistemas de tratamento no lote que vocês atendem? São adequados ou precários em sua maioria (apresentam fissuras, transbordamento, etc)?
- 17) Os sistemas de tratamento são de fácil acesso (caminhos, passagem por terrenos vizinhos, etc.)?
- 18) Os clientes costumam comentar sobre a periodicidade com que fazem a limpeza de seus sistemas de tratamento? Caso sim, qual o valor médio?
- 19) Com qual periodicidade vocês costumam ser chamados para prestar serviço na cidade (1x semana, mês, etc)?

20) Os clientes costumam contratar o serviço de limpeza com antecedência (respeitando o tempo de limpeza do sistema) ou apenas quando surge algum problema (odor, transbordamento, entupimento, etc.)?

21) Qual a produtividade da empresa? Quantos serviços por dia conseguem prestar? Quanto tempo demora para esvaziar um sistema em média?

22) O que você acha que as famílias podem fazer para melhorar a gestão do lodo fecal na sua região?

23) Vocês recebem algum auxílio/incentivo da prefeitura municipal de Vidal Ramos para prestar o serviço no município?

24) A prestação de serviços inclui órgãos públicos e privados no município? Em qual proporção?

25) Outros atores poderiam estar envolvidos na melhoria da gestão de lodo fecal na sua região?

26) Quem você sugere e o que poderia ser feito?

27) Qual a principal dificuldade encontrada por vocês na prestação de serviços no município?

28) Existe alguma vantagem em relação aos demais municípios da região que também são atendidos pela empresa?

KII 2 – Roteiro entrevista com empresas privadas: material de construção

1) Quando um cliente procura a loja buscando materiais para construir seu sistema de tratamento ele já possui um projeto?

2) Em qual proporção os clientes que procuram a loja possuem esse projeto?

- 3) Caso não haja projeto, vocês indicam qual sistema de tratamento deve ser adquirido? Essa indicação é baseada em que?
- 4) Caso ele não possua projeto, vocês auxiliam no dimensionamento? De que forma?
- 5) Qual o volume médio dos sistemas projetados por vocês? (caso ocorra)
- 6) Qual a principal dificuldade, se houver, encontrada por vocês para indicar/dimensionar um sistema de tratamento?
- 7) Vocês receberam alguma orientação da prefeitura para realizar esse dimensionamento ou para indicar qual o melhor sistema para cada caso?
- 8) Caso tenham recebido, qual órgão da prefeitura que realizou a orientação?
- 9) Qual material é adquirido pelos clientes para construírem seus sistemas de tratamento?
- 10) Os sistemas são em sua maioria construídos em alvenaria ou são utilizados anéis de cimento pré-fabricados?
- 11) Na sua percepção as pessoas se preocupam em construir seus sistemas de forma adequada, de maneira que sejam estanques?
- 12) Vocês costumam orientar os clientes em relação a construção do sistema?
- 13) Na sua visão, a maioria dos sistemas de tratamento do município são seguros/adequados ou ainda existem muitas fossas rudimentares?
- 14) Em média, quantos sistemas são vendidos por semana (materiais para fazê-los)?
- 15) Nos últimos anos, houve alguma melhoria em relação aos sistemas fornecidos?
- 16) Os clientes são exigentes em relação a qualidade dos sistemas adquiridos?

17) Vocês oferecem algum tipo de condição especial de pagamento caso o cliente seja de baixa renda?

18) Na sua opinião, o que as famílias poderiam fazer para melhorar o serviço de gerenciamento de lodo fecal do município?

19) Outros atores poderiam estar envolvidos na melhoria da gestão de lodo fecal na sua região?

20) Na sua perspectiva, existem mais sistemas de tratamento adequados ou precários no município?

21) As vendas ocorrem mais para clientes da área urbana ou rural do município?

KII 4 – Roteiro entrevista com prestadores de serviço informais (limpeza manual)

1) Qual tipo de sistema de tratamento no lote é mais utilizado pelas pessoas que você presta serviço?

2) É comum ter apenas fossa e não ter filtro/sumidouro/vala?

3) Estes sistemas são estanques (livres de rachaduras e vazamentos)?

4) Com qual frequência você é contratado pela maioria das famílias para realizar a limpeza de seus sistemas de tratamento?

5) Quanto tempo você leva em média para esvaziar o sistema de tratamento?

6) Quantos sistemas você consegue limpar em um dia?

7) Os sistemas são de fácil acesso?

8) Quantas limpezas faz em média por semana/mês?

- 9) Existe alguma sazonalidade na contratação dos serviços?
- 10) Você possui alguma ideia do volume de lodo fecal removido dos sistemas?
- 11) Como a limpeza é feita?
- 12) Quais equipamentos são utilizados para realizar o serviço?
- 13) Você acha que o serviço de esvaziamento apresenta algum tipo de risco? Se sim, qual?
- 14) Você utiliza algum tipo de Equipamento de Proteção Individual (EPI) durante a limpeza?
- 15) Já sofreu com diarreias após limpar um sistema de tratamento? Isso acontece frequentemente?
- 16) Como é realizado o transporte do lodo fecal removido dos sistemas de tratamento?
- 17) Para onde o lodo removido dos sistemas é destinado (área urbana e rural)?
- 18) Você quem faz a destinação do lodo ou a família que contratou seu serviço?
- 19) Qual a principal dificuldade encontrada por você quando vai realizar a limpeza?
- 20) O lodo removido recebe algum tipo de tratamento?
- 21) É feito algum tipo de reuso, na agricultura por exemplo?
- 22) Você faz limpezas na área urbana e rural do município? Em qual proporção?
- 23) Na sua percepção, a maioria das famílias possuem sistemas de tratamento adequados (que não prejudicam a saúde das pessoas e o meio ambiente)?

- 24) Os sistemas que você limpa costumam seguir o padrão indicado pela prefeitura? (fossa-filtro-sumidouro/vala de infiltração)?
- 25) O diâmetro e profundidade das fossas costumam medir quanto?
- 26) As fossas possuem paredes e fundo impermeabilizados?
- 27) Os sistemas costumam ter sistema de inspeção de fácil acesso?
- 28) Os moradores costumam contratar seu serviço quando?
- 29) Você já foi contratado para prestar um serviço sem que um problema aparente tenha surgido (transbordamento, entupimento, etc.)?
- 30) Você é contratado para prestar serviço apenas para pessoas físicas, ou atende órgãos públicos e empresas também?
- 31) Como funciona a cobrança para realizar a limpeza de um sistema de tratamento?
- 32) Os moradores costumam reclamar da quantia cobrada?
- 33) Você recebe algum apoio/suporte/orientação da prefeitura em relação a prestação de serviços de esvaziamento?
- 34) Já precisou limpar um sistema por algum problema causado por inundação/enchente?
- 35) O que você acha que as famílias podem fazer para melhorar a gestão do lodo fecal na sua região?
- 36) Outros atores poderiam estar envolvidos na melhoria da gestão de lodo fecal na sua região?
- 37) É comum encontrar sistemas de abastecimento de água (poços) próximos dos sistemas de tratamento?

KII 5 – Roteiro Entrevista com pedreiros

- 1) Quando você é contratado por um cliente, o mesmo tem uma planta do sistema de tratamento para ser seguida?
- 2) Caso ele não tenha planta, como o dimensionamento é realizado? Ele segue o padrão da prefeitura?
- 3) Qual tipo de sistema de tratamento você mais constrói?
- 4) Você auxilia as famílias a dimensionarem seus sistemas?
- 5) Quando você constrói um sistema de tratamento, é comum haver a separação das águas cinzas e águas negras? Se sim, como é feita e qual a destinação de ambas?
- 6) A saída do sistema de tratamento costuma ser lançada onde (urbano e rural)?
- 7) Ainda são construídas fossas negras?
- 8) Os sistemas construídos são estanques? É feito algum teste?
- 9) Em que proporção os sistemas de tratamento no lote da região foram instalados de forma legalizada?
- 10) A maioria dos sistemas são de fácil acesso com sistema de inspeção fácil de ser encontrado?
- 11) Você costuma construir mais sistemas com anéis de concreto (padrão) ou em alvenaria (in loco)?
- 12) Você recebeu algum tipo de orientação de algum órgão da prefeitura quanto a construção dos sistemas? Se sim, qual?

- 13) O que você considera ser uma forma 'apropriada' de ajudar as famílias a terem bons sistemas de tratamento em casa?
- 14) Você recebe algum tipo de auxílio da prefeitura durante a construção dos sistemas?
- 15) Os clientes costumam reclamar da quantia cobrada para construir o sistema de tratamento?
- 16) Você é contratado para fazer reformas (expansão/adequação) dos sistemas ou apenas constrói novos?
- 17) O sistema que você constrói passa por algum tipo de vistoria/fiscalização antes de ser fechado?
- 18) Como é o solo dos locais que você constrói os sistemas? A infiltração ocorre?
- 19) Os sistemas possuem paredes e fundo?
- 20) Na sua opinião, se fosse fornecido mais auxílio as pessoas investiriam mais em seu sistema de tratamento? Por favor, explique.
- 21) Houve alguma melhoria recente nos processos de orientação/auxílio na construção dos sistemas por parte da prefeitura?
- 22) Na sua visão, qual o maior problema de esgotamento sanitário da cidade?
- 23) As pessoas costumam abandonar um sistema quando cheio e solicitar a construção de um novo ou realizam a limpeza do antigo?

KII 5 – Roteiro entrevista com moradores da comunidade

- 1) Que tipo de sistema de tratamento no lote você possui? Há separação de águas cinzas e negras? Ele foi construído em alvenaria ou anéis?

- 2) Você recebeu auxílio para saber qual sistema de tratamento implementar? Se sim, você o seguiu? Quem custeou e executou?
- 3) Ele passou por algum tipo de aprovação da prefeitura/outra órgão?
- 4) Qual a destinação final do efluente tratado?
- 5) Você recebeu algum auxílio da prefeitura durante a construção do sistema de tratamento?
- 6) O que você considera ser uma forma 'apropriada' de receber ajuda para ter um bom sistema de tratamento em casa?
- 7) Quem você acha que deve ser responsável por fornecer tal auxílio?
- 8) Se fosse fornecido mais auxílio, você iria querer investir mais em seu sistema de tratamento? Por favor, explique.
- 9) O que você consideraria como serviços “apropriados” que poderiam ajudar as famílias a gerenciar a remoção de lodo fecal de sua casa?
- 10) Quem você acha que deve ser responsável por fornecer auxílio?
- 11) Você já realizou a limpeza de sua fossa? Se sim, com qual frequência ela é realizada?
- 12) Quando você costuma contratar o serviço de limpeza?
- 13) Você contrata empresas de limpa-fossa ou prestadores de serviço autônomos?
- 14) Se os serviços de esvaziamento (ex: limpa fossa) melhorassem, você acha que as pessoas estariam preparadas para pagar mais por eles? Por favor explique.
- 15) Quando você precisa esvaziar sua fossa encontra empresas adequadas para fazer o serviço? De onde elas são?

- 16) Esses serviços de esvaziamento apresentam algum risco?
- 17) Se sim, quais são esses riscos, quando e onde ocorrem?
- 18) Como é realizado o transporte do lodo fecal removido de seu sistema de tratamento?
- 19) O lodo removido recebe algum tipo de tratamento?
- 20) Qual a destinação final do lodo removido do seu sistema de tratamento?
- 21) O que motiva você a exigir e usar serviços apropriados de esvaziamento de fossas?
- 22) Qual seria o principal motivo de você optar por um serviço de esvaziamento adequado se tivesse condições de acessá-lo?
- 23) Como o pagamento por serviços de esvaziamento afeta outras necessidades financeiras em sua casa?
- 24) Algumas necessidades financeiras são mais afetadas do que outras?
- 25) Se sim, quais?
- 26) Você possui alguma reserva financeira direcionada aos custos de limpeza do seu TS?
- 27) Você teria preferência por pagar uma taxa mensal por este serviço ao invés de pagar uma única vez?
- 28) Qual valor você considera justo a pagar por este serviço mensalmente?
- 29) Existem subsídios disponíveis se você precisar de ajuda para melhorar suas instalações de saneamento (por exemplo, para construir, consertar ou esvaziar uma fossa?)

- 30) Se sim, você teve acesso?
- 31) Tem conhecimento de alguma melhoria recente nos serviços de esvaziamento de fossas sépticas nesta área da cidade?
- 32) Se sim, o que foi feito? Que diferença isso fez para os serviços prestados?
- 33) Você participou de alguma ação para melhorar a gestão do lodo fecal em sua casa? Se sim, como?
- 34) O que você acha que as famílias podem fazer para melhorar a gestão do lodo fecal na sua região?
- 35) Outros atores poderiam estar envolvidos na melhoria da gestão de lodo fecal na sua região?
- 36) Quem você sugere e o que poderia ser feito?
- 37) Possui poço (ou similar) para abastecimento de água próximo da fossa?
- 38) Qual a distância da fossa ao rio?
- 39) O solo é de fácil infiltração?
- 40) Candidatos a políticos mencionam questões sobre saneamento/manejo do lodo durante suas campanhas?
- 41) Por que você acha que eles fazem ou deixam de fazer isso?
- 42) Isso afetou sua decisão de voto (ou se não afetarem atualmente, afetaria em eleições futuras)?

APÊNDICE D – Questionário *FSM Business Model Tool*

Teste 1: Modelo completamente privado

Contenção

1A. Existem regulamentos (regras/diretrizes) para frequência de remoção de lodo?

- Em caso afirmativo, o regulamento é aplicado na cidade?

1B. Existe uma instituição com mandato para fazer cumprir a frequência de remoção de lodo?

2A. Existe um regulamento para o licenciamento de operadores e trabalhadores de remoção de lodo?

- Em caso afirmativo, o regulamento é aplicado na cidade?

2B. Existe uma instituição com mandato para licenciar operadores e trabalhadores de remoção de lodo?

- Em caso afirmativo, possui os recursos (financeiros e humanos) necessários para licenciar os operadores de remoção de lodo e aplicá-lo no local?

3A. Existem procedimentos operacionais padrão (zona/horário das operações, acidentes, derramamentos, descarte adequado, manutenção de registros, planejamento de rotas) para remoção de lodo ou transporte?

3B. Existe uma instituição com mandato para monitorar a conformidade do operador de lodo com os procedimentos operacionais padrão?

4A. Existem padrões de projeto para projeto, operação e manutenção de instalações de tratamento?

- Em caso afirmativo, esses padrões são seguidos e aplicados na cidade?

4B. Existe uma instituição com mandato para monitorar o projeto, operação e manutenção das instalações de tratamento?

- Em caso afirmativo, existem recursos (financeiros e humanos) para monitorar o projeto, operação e manutenção das instalações de tratamento?

5A. Existem padrões para a disposição de efluentes?

5B. Esses padrões são aplicados na cidade?

5C. Existe uma instituição com mandato para monitorar o cumprimento dos padrões de disposição de efluentes?

6A. Existem padrões para disposição do lodo tratado (biossólido)?

- Em caso afirmativo, esses padrões são seguidos e aplicados na cidade?

6B. Existe uma instituição com mandato para monitorar o cumprimento dos padrões de disposição de sólidos?

Esvaziamento

1A. Existem padrões para a construção de um tipo particular de saneamento no local (OSS)?

2A. Existem regulamentações para melhorar o OSS construídos incorretamente?

2B. Existe uma instituição com mandato para melhorar o OSS?

3A. Existem regulamentos (regras / diretrizes) para a emissão de licenças para construção OSS?

3B. Existe uma instituição com mandato para a emissão de licenças para construção OSS?

3C. Existem recursos suficientes (financeiros e humanos) para verificar e emitir licenças para construção de OSS?

4A. Existem padrões de veículos para determinar as condições de circulação (se o veículo pode acessar as estradas em termos de elevação - subida íngreme, largura da estrada, etc.) dos veículos de remoção de lodo?

4B. Existe uma instituição com mandato para monitorar se os veículos de remoção de lodo atendem aos padrões de operação?

Sim.

Transporte

5A. Existem procedimentos operacionais padrão para a estação de tratamento?

5B. Existe uma instituição com mandato para monitorar a conformidade da estação de tratamento com os procedimentos operacionais padrão?

6A. Existem disposições regulamentares para legalizar a reutilização de produtos finais tratados

6B. Existe uma instituição com mandato para legalizar a reutilização de produtos finais tratados?

Reuso

7A. Existe uma instituição com mandato para coordenação relacionada a FSM entre instituições e partes interessadas?

Teste 2: Farmer-Truck Operator Partnership Model

Esvaziamento

1A. Existem regulamentos (regras/diretrizes) para frequência de remoção do lodo?

- Em caso afirmativo, o regulamento é aplicado na cidade?

1B. Existe uma instituição com mandato para fazer cumprir a frequência de remoção de lodo?

2A. Existe um regulamento para o licenciamento de operadores e trabalhadores de remoção de lodo?

- Em caso afirmativo, o regulamento é aplicado na cidade?

2B. Existe uma instituição com mandato para licenciar operadores e trabalhadores de remoção de lodo?

- Em caso afirmativo, possui os recursos (financeiros e humanos) necessários para licenciar os operadores de remoção de lodo e aplicá-lo no local?

Tratamento

3A. Existem disposições regulamentares para legalizar a reutilização de produtos finais tratados?

- Em caso afirmativo, essas disposições são aplicadas na cidade?

3B. Existe uma instituição com mandato para legalizar a reutilização de produtos finais tratados?

Contenção

1A. Existem padrões para a construção de um tipo particular de saneamento no local (OSS)?

2A. Existem regulamentações para melhorar o OSS construídos incorretamente?

2B. Existe uma instituição com mandato para melhorar o OSS?

3A. Existem regulamentos (regras / diretrizes) para a emissão de licenças para construção OSS?

3B. Existe uma instituição com mandato para a emissão de licenças para construção OSS?

3C. Existem recursos suficientes (financeiros e humanos) para verificar e emitir licenças para construção de OSS?

Tratamento

4A. Existem padrões que prescrevem a qualidade dos subprodutos de reutilização para um uso específico?

4B. Existe uma instituição com mandato para fiscalizar a qualidade dos subprodutos gerados para reutilização?

Teste 3: Modelo de taxa de saneamento para remoção de lodo programada

Contenção

1A. Existem padrões para a construção de um tipo específico de Sistema de Saneamento Local (OSS)?

- Em caso afirmativo, esses padrões são seguidos ou aplicados na cidade?

2A. Existem regulamentos (regras / diretrizes) para a emissão de licenças para construção OSS?

2B. Existe uma instituição com mandato para a emissão de licenças para construção OSS?

2C. Existem recursos suficientes (financeiros e humanos) para verificar e emitir licenças para construção de OSS?

Esvaziamento

3A. Existem regulamentos (regras / diretrizes) para frequência de remoção de lodo?

- Em caso afirmativo, o regulamento é aplicado na cidade?

3B. Existe uma instituição com mandato para fazer cumprir a frequência de remoção de lodo?

4A. Existe um regulamento para o licenciamento de operadores e trabalhadores que removem lodo?

- Em caso afirmativo, o regulamento é aplicado na cidade?

4B. Existe uma instituição com mandato para licenciar operadores e trabalhadores de remoção de lodo?

- Em caso afirmativo, possui os recursos (financeiros e humanos) necessários para licenciar os operadores de remoção de lodo e aplicá-lo no local?

5A. Existem procedimentos operacionais padrão (zona/horário das operações, acidentes, derramamentos, descarte adequado, manutenção de registros, planejamento de rotas) para remoção de lodo ou transporte?

5B. Existe uma instituição com mandato para monitorar a conformidade do operador de lodo com os procedimentos operacionais padrão?

- Se sim, há recursos suficientes (financeiros e humanos) para monitorar a conformidade do operador de lodo com os procedimentos operacionais padrão?

6A. Existe uma disposição regulamentar para definir a tarifa de remoção de lodo?

- Em caso afirmativo, o regulamento é aplicado na cidade?

6B. Existe uma instituição com mandato para definir a tarifa de lodo?

Transporte

7A. Existem padrões de projeto para projeto, operação e manutenção de instalações de tratamento?

- Em caso afirmativo, esses padrões são seguidos e aplicados na cidade?

7B. Existe uma instituição com mandato para monitorar o projeto, operação e manutenção das instalações de tratamento?

- Em caso afirmativo, existem recursos (financeiros e humanos) para monitorar o projeto, operação e manutenção das instalações de tratamento?

8A. Existem padrões para a disposição de efluentes?

8B. Esses padrões são aplicados na cidade?

8C. Existe uma instituição com mandato para monitorar o cumprimento dos padrões de disposição de efluentes?

9A. Existem padrões para o descarte de lodo seco (biossólido)?

- Em caso afirmativo, esses padrões são seguidos e aplicados na cidade?

9B. Existe uma instituição com mandato para monitorar o cumprimento dos padrões de disposição de sólidos?

10A. Existem procedimentos operacionais padrão para a estação de tratamento?

- Em caso afirmativo, esses padrões são seguidos e aplicados na cidade?

10B. Existe uma instituição com mandato para monitorar a conformidade da estação de tratamento com os procedimentos operacionais padrão?

Variáveis opcionais

1A. Existem regulamentações para melhorar o OSS construídos incorretamente?

1B. Existe uma instituição com mandato para melhorar o OSS?

2A. Existem padrões de veículos para determinar as condições de circulação (roadworthiness) (se o veículo pode acessar as estradas em termos de elevação - subida íngreme, largura da estrada, etc.) dos veículos de remoção de lodo?

2B. Existe uma instituição com mandato para monitorar se os veículos de remoção de lodo atendem aos padrões de operação?

3A. Existem disposições regulamentares para legalizar a reutilização de produtos finais tratados

3B. Existe uma instituição com mandato para legalizar a reutilização de produtos finais tratados?

4A. Existem padrões que prescrevem a qualidade dos subprodutos de reutilização para um uso específico?

4B. Existe uma instituição com mandato para fiscalizar a qualidade dos subprodutos gerados para reutilização?

5A. Existe uma instituição com mandato para coordenação relacionada a FSM entre instituições e partes interessadas?

