

Polo



ProfÁgua

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – UFRGS
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS – IPH
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E REGULAÇÃO DE
RECURSOS HÍDRICOS – PROFÁGUA

**RESÍDUOS SÓLIDOS GROSSEIROS EM SISTEMAS DE
ESGOTAMENTO SANITÁRIO: ESTUDO DE CASO EM
FLORIANÓPOLIS – SC**

NADINE LORY BORTOLOTTO

Porto Alegre/RS
2022



NADINE LORY BORTOLOTTO

**RESÍDUOS SÓLIDOS GROSSEIROS EM SISTEMAS DE
ESGOTAMENTO SANITÁRIO: ESTUDO DE CASO EM
FLORIANÓPOLIS – SC**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua) Polo IPH/UFRGS como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Poletto

Porto Alegre/RS
2022

Bortolotto, Nadine Lory
Resíduos Sólidos Grosseiros em Sistemas de
Esgotamento Sanitário: Estudo de Caso em Florianópolis
- SC. / Nadine Lory Bortolotto. -- 2022.
87 f.
Orientador: Cristiano Poletto.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Instituto de Pesquisas Hidráulicas,
Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de
Recursos Hídricos, Porto Alegre, BR-RS, 2022.

I. Resíduos Sólidos. 2. Esgotos Sanitários. I.
Poletto, Cristiano, orient. II. Título.

NADINE LORY BORTOLOTTO

**RESÍDUOS SÓLIDOS GROSSEIROS EM SISTEMAS DE
ESGOTAMENTO SANITÁRIO: ESTUDO DE CASO EM
FLORIANÓPOLIS – SC**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua) Polo IPH/UFRGS como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Aprovada em 23 de fevereiro de 2022.

Prof. Dr. Cristiano Poletto - UFRGS
Orientador

Prof. Dr. Armando Borges de Castilhos Junior - UFSC
Examinador

Prof^a. Dra. Maria Cristina de Almeida Silva - UFRGS
Examinadora

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo identificar por meio da análise de composição gravimétrica dos resíduos sólidos retidos nos gradeamentos de algumas unidades operacionais do sistema de esgoto Insular do município de Florianópolis, Estado de Santa Catarina, Brasil. Foram escolhidas duas estações elevatórias de esgoto (Beira-Mar Norte e Hospital Universitário/Trindade). Foram adotadas as seguintes classes de resíduos sólidos: plásticos, resíduos da construção civil, animais mortos, matéria orgânica, trapos e panos, rejeitos e outros. Foram identificados os resíduos sólidos que em maiores quantidades no sistema de esgotamento sanitário podem causar danos às unidades operacionais.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos. Sistema de Esgotamento Sanitário. Elevatórias.

ABSTRACT

This work aims to identify means of analysing the gravimetric composition of solid waste retained in the fences of some operational units of the Insular sewage system in Florianópolis, State of Santa Catarina, Brazil. Two sewage pumping stations (Beira-Mar Norte and Hospital Universitário/Trindade) were chosen. The following classes of solid waste were adopted: plastics, construction waste, dead animals, organic matter, rags and cloths, tailings and others. The solid waste observed in greater quantities in the sanitary sewage system, which may cause damage to the operational units.

Keywords: Solid Waste. Sewage System. Pumping.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Área de Estudo: SES Insular e bairros atendidos do município de Florianópolis - SC....	38
Figura 2 – Sub-bacias do SES Insular e unidades operacionais de estudo.	40
Figura 3 – Fluxograma operacional do SES Insular nas sub-bacias de esgotos existentes.	42
Figura 4 – Localização das EEE de estudo no SES Insular e vista aérea das unidades.....	43
Figura 5 – Vista Externa e dos Gradeamentos das Unidades Operacionais de estudo: (A) EEE HU/Trindade – SB6; (B) EEE Beira-mar - A.	44
Figura 6 – Composição de imagens para exemplificação das principais etapas do estudo gravimétrico realizado.	48
Figura 7 – Materiais utilizados no presente estudo. (A) Bombona plástica 40 l; (B) Balde plástico 20 l; (C) Lona plástica comum; (D) Balança UPX, Mod. Wind3 N° 3928/20; (E) EPI's luvas de PVC e máscara PFF2S.....	50
Figura 8 – Coletânea ou exemplificação das amostras de estudo deste trabalho.....	55
Figura 9 – Composição gravimétrica (%) dos totais dos resíduos sólidos observados na EEE HU/Trindade.	55
Figura 10 – Composição gravimétrica (%) dos totais dos resíduos sólidos observados na EEE Beira Mar Norte.....	56
Figura 11 – Exemplificação das gorduras encontradas nas amostras de estudo, considerados na classe de matéria orgânica.	57
Figura 12 – Exemplificação dos plásticos moles e látex (a) e plásticos moldados (b;c).	58
Figura 13 – Gráficos da Composição Gravimétrica por amostragem da EEE HU/Trindade.	59
Figura 14 – Gráficos da Composição Gravimétrica por amostragem da EEE HU/Trindade - Continuação.	60
Figura 15 – Gráficos da Composição Gravimétrica por amostragem da EEE BM.	61
Figura 16 – Gráficos da Composição Gravimétrica por amostragem da EEE BM - Continuação....	62
Figura 17 – Gráficos de Correlação Temporal das massas totais (kg) e da massa (kg) por classe de resíduos, exceto RCC e animais mortos.....	66
Figura 18 – Gráfico de Correlação entre as massas totais (kg) das Unidades de estudos.	67
Figura 19 – Parte do pátio de manutenções e reparos de equipamentos e guarda de carcaças de bombas do SES Insular – Florianópolis (CASAN).	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classes adotadas para os resíduos sólidos grosseiros identificados.....	47
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Resultados da Caracterização em Grades Média e Fina de ETes da SABESP/SP.....	31
Tabela 2 – Quantidades (kg) das amostras realizadas nas EEE de estudo.....	51
Tabela 3 – Quantidades (kg) de cada classe de resíduo sólido das amostras realizadas nas EEE de estudo.	52
Tabela 4 – Percentuais (%) de cada classe de resíduo sólido das amostras realizadas nas EEE de estudo.	53
Tabela 5 – Quantidades (kg) e percentuais totais (%) de cada classe de resíduo sólido – Resultado geral do estudo de composição gravimétrica.	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA – Agência Nacional de Águas
ART – Anotação de Responsabilidade Técnica
CA – Certificação de Aprovação
CAESB - Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
CASAN – Companhia Catarinense de Saneamento
CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem
CIRAM – Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina
CMB - Conjunto moto-bomba
COMCAP – Autarquia de Melhoramentos da Capital
COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento
CONSEMA – Conselho Estadual de Meio Ambiente (SC)
EEE – Estação Elevatória de Esgotos
EPAGRI – Empresa de Pesquisa e Extensão Agropecuária
ETE – Estação de Tratamento de Esgotos
FIRJAN – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
FLORAM – Fundação Municipal de Meio Ambiente de Florianópolis
FUNASA – Fundação Nacional de Saúde
IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal
INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia
HU – Hospital Universitário Polydoro Ernani de São Thiago da UFSC
LABHIDRO – Laboratório de Hidrologia (UFSC)
NBR – Norma Brasileira
PET – Politereftalato de etileno
PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos
PERS – Plano Estadual de Resíduos Sólidos
PGRS – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PGIRS – Plano de gestão integrada de resíduos sólidos
PMISB – Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico
PMGIRS – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos
PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos
PVC – Policloreto de vinila
RCC – Resíduos da Construção Civil
RH – Região Hidrográfica
RMSP – Região Metropolitana de São Paulo
RSS – Resíduos de serviços de saúde
SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgotos
SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SC – Santa Catarina
SDE ou SDS – Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e Sustentável
SES – Sistema de esgotamento sanitário
SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento
SNS – Secretaria Nacional de Saneamento
SNVS – Sistema Nacional de Vigilância Sanitária

SUASA – Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

WEF – *Water Environmental Federation*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	OBJETIVO GERAL	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3	JUSTIFICATIVA	16
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
4.1	RESÍDUOS SÓLIDOS	18
4.2	SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	20
4.3	UNIDADES DE RETENÇÃO DE SÓLIDOS GROSSEIROS	21
4.4	ESTUDOS DE COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA	23
4.5	RESÍDUOS SÓLIDOS PRESENTES NOS ESGOTOS SANITÁRIOS.....	24
4.5.1	<i>Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS</i>	32
4.5.2	<i>Programa Floripa Se Liga na Rede</i>	33
5	MATERIAL E MÉTODOS	36
5.1	ÁREA DE ESTUDO	36
5.2	UNIDADES OPERACIONAIS DE ESTUDO.....	42
5.3	DESENVOLVIMENTO	45
5.3.1	<i>Tratamento dos Dados</i>	49
5.3.2	<i>Equipamentos e Materiais</i>	49
6	RESULTADOS	51
6.1	COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS DOS GRADEAMENTOS	51
6.1.1	<i>Outras Análises dos Dados das Pesagens</i>	64
6.2	RESÍDUOS ENCONTRADOS E A OCORRÊNCIA DE EVENTOS DE CHUVA.....	67
6.3	AÇÕES PARA O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS NAS UNIDADES DE SES	69
7	CONCLUSÕES	75

1 INTRODUÇÃO

O alcance de qualidade ambiental e sanitária no meio urbano depende do funcionamento de uma série de infraestruturas e serviços, entre eles os serviços públicos de saneamento básico. Os sistemas de esgotamento sanitário e os serviços de manejo de resíduos sólidos urbanos são aqueles que gerenciam os efluentes e resíduos gerados diretamente pela população e pelos setores econômicos e seu funcionamento adequado é essencial para garantir a preservação ambiental, bem como mitigar ou prevenir, por exemplo, a poluição dos recursos hídricos.

Há grande relação e interferências entre todos os sistemas e serviços de saneamento básico no ambiente urbano, tais como entre os de esgotamento sanitário e de resíduos sólidos, nos quais a presença excessiva de resíduos pode gerar problemas nas instalações e unidades operacionais de esgotos. Não apenas por eventuais danos que possam ocasionar em bombas, tubulações, equipamentos ou unidades de tratamento, como também gerando uma demanda operacional importante no que se refere às limpezas, manutenções e no adequado gerenciamento e destinação desses resíduos que podem ser considerados segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305/2010, como resíduos de serviços públicos de saneamento básico.

A eficiente gestão dos serviços públicos de saneamento básico interfere positivamente na condução da gestão de recursos hídricos. Isto porque atendendo às cidades sem eventuais paradas ou colapsos nos equipamentos e unidades, os usuários de recursos hídricos ligados aos serviços de saneamento básico estarão contribuindo para a mitigação de impactos danosos ao meio ambiente e aos corpos receptores.

A educação ambiental e sanitária da população também pode estar ligada ao aparecimento indevido de resíduos sólidos nos sistemas de esgotamento sanitário, uma vez que, muitos materiais são lançados às instalações hidrossanitárias ou tubulações sem que seja a destinação mais adequada, muitas vezes não propositalmente, mas por desconhecimento.

A ausência ou precariedade de serviços de limpeza urbana e de coleta de resíduos nas cidades e o envio de águas pluviais urbanas indevidamente às unidades dos sistemas de esgotos sanitários também contribuem para a observação de resíduos nas instalações de esgotos.

O presente trabalho buscou identificar quais são os principais resíduos encontrados em algumas unidades operacionais de esgotamento sanitário do sistema Insular do município de

Florianópolis – SC, os quais ficaram retidos nos gradeamentos. A partir dessa informação indicaram-se ações de gestão, tais como educativas e de políticas públicas, as quais podem ser auxiliares na mitigação dos problemas ocasionados pela presença desses materiais nessas instalações.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Identificar os principais tipos de resíduos sólidos grosseiros que chegam às unidades operacionais do sistema de esgotamento sanitário Insular em Florianópolis – SC.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar estudos de composição gravimétrica dos resíduos grosseiros retidos em gradeamentos de duas unidades operacionais do sistema de esgotamento sanitário Insular em Florianópolis - SC;
- Relacionar as características dos resíduos sólidos grosseiros encontrados com a ocorrência de eventos de chuva;
- Propor ações a serem adotadas pelos gestores do sistema junto à população para coibir ou mitigar o envio inadequado de resíduos sólidos aos sistemas de esgotamento sanitário.

3 JUSTIFICATIVA

A remoção de resíduos sólidos grosseiros de sistemas de esgotamento sanitário faz parte da rotina diária de manutenções das operadoras, bem como dar destinação ambientalmente adequada a esses resíduos. Paradas eventuais para manutenções e colapsos de equipamentos, instalações e unidades operacionais dos sistemas de esgotamento sanitário podem contribuir para a contaminação de recursos hídricos, tais como com a ocorrência de vazamentos de esgotos às redes de drenagem pluvial ou corpos receptores locais, bem como impactar negativamente na própria operação do sistema que resulte em prejuízos à eficiência dos tratamentos, contribuindo com essa degradação. Para fomentar ações e políticas neste sentido é preciso inicialmente conhecer que tipos de resíduos sólidos são comumente encontrados nos sistemas de retenção de sólidos grosseiros dos sistemas de esgotos, visando estabelecer melhorias operacionais e o adequado manejo desses resíduos pelas operadoras contribuindo com a gestão dos serviços de saneamento básico que podem afetar os recursos hídricos.

Polo



Prof **Água**

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

A Lei nº 12.305/2020, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) define os resíduos sólidos como:

“material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível”.

Esta Lei classifica os resíduos sólidos quanto à origem e quanto à periculosidade. O CEMPRE (2018) menciona que há várias formas possíveis de se classificar os resíduos, ou seja: por sua natureza física (seco e molhado), por sua composição química (matéria orgânica e inorgânica), pelos riscos potenciais ao meio ambiente (perigosos, não perigosos, inertes, não-inertes).

Nesse trabalho serão tratados os resíduos sólidos de serviços públicos de saneamento básico que são aqueles gerados nas atividades operacionais dos sistemas de abastecimento público de água, nos sistemas de esgotamento sanitário e de drenagem pluvial urbana.

No caso da presente pesquisa, dar-se-á foco aos resíduos sólidos que chegam à unidades de retenção de resíduos grosseiros do sistema de esgotamento sanitário podendo ser classificados como resíduos sólidos de serviços de saneamento. Não são, contudo, considerados resíduos perigosos, apesar de terem origem ou contato com o esgoto sanitário, pois a PNRS considera os resíduos perigosos como:

“aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e

mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica”.

A NBR 10.004 (ABNT, 2004), a qual dispõe sobre a classificação dos resíduos sólidos quanto ao risco à saúde pública e ao meio ambiente, agrupa-os em perigosos (Classe I) e não perigosos (Classe II), sendo ainda Classe II A - não inertes ou Classe II B – inertes. Essa Norma deixa claro que os resíduos gerados em estações de tratamento de esgotos domésticos não são classificados segundo o critério de patogenicidade e, portanto, não estão entre os resíduos considerados perigosos.

A PNRS estabelece uma prioridade quanto ao gerenciamento dos resíduos sólidos, sendo: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Também prevê a utilização de técnicas ou tecnologias que possibilitem a recuperação energética quando disponíveis e viáveis técnica e economicamente.

É importante citar ainda que esses resíduos requerem manejo específico a ser estabelecido nos planos de gerenciamento de resíduos sólidos – PGRS, conforme discorre a própria PNRS aos geradores.

Desta forma, todos os resíduos sólidos, incluídos aqueles gerados nos serviços de saneamento básico, como no caso dos sistemas de esgotamento sanitário, deveriam ser gerenciados de tal forma que os resíduos recicláveis secos não deveriam estar sendo dispostos em aterros sanitários. Entretanto, esta não é a realidade atual.

Borges et. al. (2017) mencionaram que a questão dos resíduos sólidos removidos das unidades de tratamento preliminar de sistemas de esgotamento sanitário ainda carece de estudos e pesquisas tanto para a formulação de projetos de novas unidades operacionais tanto para a utilização de subprodutos ou destinação desses materiais. Indicaram que a maior parte dos materiais retidos nas unidades de tratamento preliminares são material sedimentável (areia), material flutuante (gordura) e resíduos sólidos grosseiros e, que o descarte mais comum empregado no Brasil é a disposição em aterros sanitários.

Entretanto, mencionaram que o manejo desses resíduos nas unidades operacionais de esgotos sanitários passaram a ser considerados questões importantes para o gerenciamento do sistema principalmente devido aos gastos operacionais com transporte e destinação, bem como

quanto às questões de monitoramento e fiscalização dos órgãos ambientais, por exemplo (BORGES et. al., 2017).

4.2 SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

A água utilizada nas atividades humanas possui características, segundo Pereira & Silva (2010), que a tornam imprópria para consumo e retorno ao meio ambiente requisitando antes condicionamento ou tratamento. Como exemplos citam os esgotos domésticos, os efluentes de processos industriais, as águas residuárias, as águas de infiltração, entre outros. Na norma técnica NBR 9648 (ABNT, 1986), os esgotos sanitários são definidos como os despejos líquidos de esgotos domésticos, industrial, água de infiltração e contribuição parasitária.

No geral os maiores volumes de esgotos sanitários são constituídos de material fecal, águas servidas provenientes de cozinhas, banheiros, outras instalações hidráulico-sanitárias das residências, comércios, edifícios, repartições públicas, estabelecimentos de saúde, entre outros (PEREIRA & SILVA, 2010).

Segundo Pereira & Silva (2010), como o lançamento de esgotos sanitários no meio ambiente pode estar relacionado à degradação ambiental, tais como de corpos hídricos e, com o desenvolvimento de problemas de saúde pública, é primordial que haja coleta, transporte e o tratamento adequado das águas residuárias advindas do uso humano. Isto é possível, por exemplo, através da disponibilização de sistemas de esgotamento sanitário tidos como infraestrutura urbana atualmente indispensável para as áreas urbanas.

No Brasil, a carência de estruturas de saneamento básico é uma problemática das cidades que acaba por transformar os córregos urbanos em condutores de esgotos e produzindo um ciclo de contaminações (CANHOLI, 2014; TUCCI, 2008) e, também de degradação ambiental. A gestão de recursos hídricos depende, portanto, do adequado funcionamento dos serviços de saneamento básico, tais como os de esgotamento sanitário, contribuindo com a manutenção dos padrões de qualidade dos corpos hídricos receptores para os múltiplos usos e para a integração entre a gestão ambiental e de recursos hídricos na bacia hidrográfica local.

Azevedo Netto et. al., (1971) discorrem que a utilização de sistemas de esgotos sanitários procura atingir objetivos sanitários e econômicos, tais como: a coleta e remoção rápida e segura de águas residuárias; a eliminação de focos de poluição do solo e água; melhoria

da condição sanitária e de saúde da população nas cidades; conservação dos recursos naturais; possibilidade de desenvolvimento das atividades produtivas, comerciais e industriais, entre outros.

No Brasil, a Política Federal de Saneamento Básico, instituída pela Lei nº 11.445/2007, considera os sistemas de esgotamento sanitário como um dos serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de saneamento. São as atividades ou disponibilização e manutenção das infraestruturas e instalações operacionais necessárias à etapas de coleta, tratamento e à disposição final adequada dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até a sua utilização como água de reúso ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente.

Os sistemas de esgotamento sanitário podem ser isolados ou coletivos (PEREIRA & SILVA, 2010). Os sistemas isolados são aqueles capazes de coletar e tratar pequenas contribuições de esgotos sanitários provenientes de imóveis domiciliares, comércios e outras edificações, normalmente em áreas desprovidas de rede coletora de esgotos. Os sistemas coletivos são as soluções técnicas para as áreas urbanas adensadas e, constituem-se de unidades operacionais de coleta, transporta, bombeamentos, tratamento e destinação final.

Azevedo Netto et. al. (1971) mencionam que os sistemas de esgotos sanitários coletivos são constituídos pelas seguintes partes principais: coletores, interceptores, emissários, estações elevatórias, sifões, órgãos acessórios, estações de tratamento, dispositivos de lançamento final.

Apesar dos esgotos sanitários serem em sua maior parte constituídos por água (AZEVEDO NETTO et. al., 1971; AISSE, 2000), há uma parcela de impurezas que confere a esses efluentes características específicas as quais sofrem variações em relação à origem e alterações da passagem do tempo (decomposição). Nos esgotos, portanto, há impurezas sólidas que podem ser transportadas intactas denominados como resíduos sólidos ou resíduos grosseiros gerados pela população e que acabam por ser lançados nas redes coletoras de esgotos sanitários.

4.3 UNIDADES DE RETENÇÃO DE SÓLIDOS GROSSEIROS

As unidades de retenção de sólidos grosseiros ou de resíduos sólidos são consideradas nas estações de tratamento de esgotos sanitários como unidades de tratamento preliminar (AISSE, 2000) assim como os desarenadores e medidores de vazão. Essas unidades também

são empregadas nas estações elevatórias de esgotos (EEE), que são as unidades de bombeamento dos esgotos eventualmente necessárias nos sistemas de esgotamento sanitário.

Os gradeamentos nas estações de tratamento e nas elevatórias visam proteger os equipamentos e instalações localizados nos sistemas à jusante por meio da retenção de materiais de grandes dimensões, grosseiros, resíduos sólidos, detritos, gorduras, entre outros. Esses podem causar danos às unidades, entupimentos, obstruções, corrosões, incrustações, por isso a importância de sua remoção prévia. Além disso, as unidades de gradeamento e outras da etapa de tratamento preliminar, têm a capacidade de diminuir parcialmente a carga orgânica dos efluentes, contribuindo para a melhoria do desempenho operacional das unidades de tratamento posteriores (AISSE, 2000).

No caso de projetos de estações elevatórias de esgotos sanitários (EEE) são admitidas as seguintes unidades para retenção de resíduos sólidos grosseiros: grade de barras, cestos, trituradores, peneiras (ABNT, 1992). Jordão & Pessoa (2005) mencionam que as principais características das unidades de retenção de sólidos grosseiros são: o espaçamento entre as barras (grosseiras, médias ou finas); as dimensões entre as barras (espaçamento) e, a inclinação das barras, permitindo que a retenção seja vertical ou inclinada no sentido do escoamento do esgoto.

Segundo Pereira & Silva (2010) as diferentes inclinações são adotadas em razão de desempenhos hidráulicos requeridos para perda de carga nos projetos e também para facilitar as atividades operacionais de limpeza; Os formatos das barras de retenção também variam em razão das necessidades de projeto quanto às perdas de cargas e; o tipo de remoção e limpeza que pode ser manual ou mecanizada. No geral as limpezas são manuais em sistemas ou unidades de pequeno e médio portes e mecanizados em sistemas de maior porte.

Jordão & Pessoa (2005) discorrem que a quantidade e a qualidade do material retido nas unidades de retenção de resíduos grosseiros depende da educação sanitária da população atendida pelo sistema de esgotamento sanitário, que no geral destina às instalações hidráulico-sanitárias materiais os quais não deveriam ser lançados. Outro fator que interfere na presença de resíduos sólidos grosseiros é a presença de águas pluviais na rede de esgotos sanitários, o que no geral aumenta a presença desses materiais típicos nas unidades operacionais.

Os principais fatores que interferem na quantidade e qualidade do material retido nessas unidades operacionais são (WEF, 1994):

- Espaçamento entre as barras dos gradeamentos: maior quantidade de material e de resíduos grosseiros ficam retidos quando as aberturas são menores;

- Forma das aberturas: grades projetadas com malha tendem a reter mais resíduos sólidos que grades concebidas com barras lineares, pois materiais longos, estreitos ou finos tendem a passar pelas barras;
- Tipo de limpeza das unidades de retenção: sistemas com limpeza mecanizada tendem a resultar em maiores quantidades de materiais retidos e removidos, pois diminuem as falhas operacionais e de manutenção quanto à realização de limpezas manuais (fator humano).
- Taxas de vazão: maiores vazões ou picos de vazões, tais como após a ocorrência de chuvas, no geral, tendem a resultar em maiores quantidades de materiais grosseiros retidos, principalmente devido às contribuições de águas pluviais urbanas.

Von Sperling (1996) define os resíduos sólidos grosseiros como aqueles com dimensões maiores de 1 cm. WEF (1994) caracteriza os materiais retidos nessas unidades operacionais como constituído de 60 a 90% de umidade e que a composição dos materiais depende especialmente da abertura das grades, na qual quanto menor o espaçamento, maior a variabilidade dos materiais encontrados e maior a quantidade de material retido.

4.4 ESTUDOS DE COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA

Promover um diagnóstico detalhado dos processos, identificar e classificar os resíduos sólidos gerados em uma determinada atividade produtiva são os primeiros passos para se implantar uma gestão eficiente e estruturar um plano de gestão adequado (FIRJAN, 2019).

Para o CEMPRE (2018), o gerenciamento integrado dos resíduos começa pelo conhecimento de suas características, sendo que o prévio conhecimento de sua composição física e parâmetros físico-químicos é indispensável para o correto prognóstico de cenários futuros. Determinar a composição gravimétrica de resíduos gerados permite determinar as possibilidades de reutilização, reciclagem, uso energético ou orgânico, avaliar a degradabilidade dos resíduos ou seu potencial de contaminação e, ainda as prováveis origens (SOARES, 2011). As características dos resíduos podem variar em função de aspectos sociais, econômicos, culturais, geográficos, climáticos, ou seja, fatores que diferenciam comunidades e cidades (IBAM, 2001).

A composição física dos resíduos pode ser obtida pela determinação do percentual de seus componentes mais comuns. Trata-se do ponto de partida para estudos de aproveitamento dessas diversas frações (CEMPRE, 2018; SOARES, 2011). Os estudos de composição gravimétrica dos resíduos sólidos são bastante empregados no gerenciamento municipal dos sistemas de coleta e destinação urbanos e para planejamentos voltados à implementação de programas de coleta seletiva (VILHENA, 2013).

Segundo o IBAM (2001), os componentes mais utilizados na determinação da composição gravimétrica de resíduos sólidos urbanos são: matéria orgânica, papel, papelão, plástico rígido, plástico maleável, PET, metal ferroso, metal não-ferroso, alumínio, vidro, madeira, borracha, couro, panos/trapos, ossos, cerâmica, agregado fino. É a NBR 10.007 (ABNT, 2004) que estabelece os requisitos mínimos para a amostragem de resíduos sólidos, visando determinar suas características quanto à classificação estabelecida na NBR 10.004 (ABNT, 2004).

Diversos estudos tiveram como objetivo a determinação da caracterização gravimétrica de resíduos sólidos, tais como Vega et. al. (2008); Albertin et. al. (2010); Guadagnin et. al. (2014); Alkmin & Junior (2016); Menezes et. al. (2019). Esses, visaram fomentar as melhores práticas gerenciais para as diferentes parcelas de materiais encontrados, tais como definir necessidades envolvendo alternativas de reciclagem ou de compostagem no caso dos resíduos sólidos orgânicos.

No geral os estudos de composição gravimétrica são utilizados para auxílio na tomada de decisão para o manejo de resíduos sólidos, sendo etapa acessória para o desenvolvimento e obtenção de dados aos planos de gerenciamento de resíduos sólidos – PGRS, instituídos entre outras normas técnicas especialmente pela Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, Art. 14 (Lei nº 12.305/2010).

4.5 RESÍDUOS SÓLIDOS PRESENTES NOS ESGOTOS SANITÁRIOS

A presença de resíduos sólidos nos sistemas de esgotamento sanitário pode ocorrer em razão de dois principais fatores:

Falta de educação ambiental e sanitária da população que descarta inadequadamente materiais e resíduos nas instalações hidráulico-sanitárias das edificações, os quais deveriam ser encaminhados à coleta de resíduos disponibilizada pelo poder público local.

Ausência ou precariedade na disponibilização de serviços públicos de limpeza urbana ou de coleta de resíduos sólidos urbanos em espaços urbanos, contribuindo para o acúmulo de resíduos em calçadas, vias e outros ambientes, os quais podem alcançar as unidades do sistema de esgotamento sanitário ou de drenagem urbana devido ao carreamento dos mesmos pela chuva.

Assim, pode-se afirmar que os principais fatores para o aparecimento de resíduos nas águas residuárias urbanas (drenagem e esgotos sanitários) tem origem nas disfunções urbanas de serviços, infraestrutura e condições socioeconômicas e culturais (PROSAB; CASTILHO JUNIOR, 2003).

Já para Ashley et al. (2004) há variadas fontes para a origem de sólidos nas águas residuais urbanas, entre elas: a atmosfera, que contém poeira e aerossóis; as superfícies de captação, onde os sólidos se acumulam durante a seca e são lavados durante eventos de chuva; esgoto doméstico que constitui a maior proporção de sólidos orgânicos; efluentes de atividades industriais, comerciais e sólidos de canteiros de obras, os quais normalmente contribuem de forma significativa para os sólidos em esgotos. As fontes dos sólidos orgânicos de águas residuais domésticas podem ser categorizadas de várias maneiras, dependendo dos objetivos a serem estudados (Ashley et al., 2004): fezes e outras partículas orgânicas (sólidos sanitários); papel, trapos e lixo diverso; orgânicos gerados nas pias das cozinhas.

Neves e Tucci (2008) indicaram que os serviços de limpeza urbana são aqueles de maior relação com a presença de resíduos na drenagem urbana, tendo em vista que são mais suscetíveis de atingí-la. Por consequência, tem-se que a presença de resíduos sólidos nas unidades de esgotamento sanitário pode estar relacionada ao envio de águas pluviais ao sistema de esgoto.

Tucci (1997) menciona que no Brasil a maioria das redes de coleta de esgotos é conceitualmente empregada como separador absoluto, ou seja, havendo distinção entre o manejo das águas pluviais e dos esgotos sanitários, sendo feito em sistemas operacionais independentes entre si. Já Pompêo (2000) discorre que “raramente” há distinção entre o uso de sistemas de drenagem pluvial e de esgotamento sanitário. Isto porque, mesmo Tucci (1997) e Pompêo (2000) concordam: é a falta de investimentos em estruturas de esgotamento sanitário

nas cidades que acaba por fazer com que os sistemas passem a ser de uso misto, mesmo que conceitualmente não tenham sido de fato concebidos para essa finalidade.

As redes de drenagem urbana por realizarem o transporte da água pluvial do ambiente urbano podem ser responsáveis pela veiculação de cargas poluidoras, podendo transportar também resíduos sólidos se estes estiverem inadequadamente dispostos na bacia de contribuição da microdrenagem (TUCCI, PORTO E BARROS, 1995).

Bertolino et. al. (2018), por exemplo, avaliaram o encaminhamento de águas pluviais indevidamente em sistemas de esgotamento sanitário independentes na cidade de Curitiba – PR na bacia hidrográfica do Rio Belém. Identificaram que cerca de 39% das economias de esgotos vistoriadas apresentaram água da chuva interligada à rede de esgoto de forma indevida.

Alguns problemas podem ser causados pelo envio indevido de águas pluviais às redes de esgotos sanitários em excesso, tais como: carreamento excessivo de sólidos; transbordamento de poços de visita; retorno de esgotos às ligações prediais; alteração da eficiência nas estações de tratamento de esgotos – ETEs devido à diluição dos esgotos e aumento de custos operacionais do sistema (PEREIRA, 2010). Segundo Poletto e Martinez (2011), as redes de drenagem urbana são grandes responsáveis pela veiculação de poluentes, sendo importantes fontes de degradação de rios, lagos, estuários.

Os aspectos levantados anteriormente mostram uma interface entre a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, a Política Federal do Saneamento (Lei nº 11.445/2007), a Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH (Lei nº 9.433/1997) e a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999).

Observa-se que a adequada gestão, universalização e eficiência dos serviços públicos de saneamento básico, tais como os de esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos urbanos e drenagem das águas pluviais, interferem positivamente na gestão de recursos hídricos, uma vez que mitigam impactos negativos à qualidade das águas dos corpos receptores, garantindo os usos múltiplos e promovendo a gestão ambiental de forma integrada nas bacias hidrográficas.

A Agência Nacional de Águas – ANA, conforme Lei Federal nº 9.984/2000 e suas alterações, tais como pela Lei Federal nº 14.026/2020, tem como atribuições principais implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH e pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico.

A regulação dos serviços públicos de saneamento básico compreende estabelecer padrões e normas para a adequada prestação e expansão da qualidade dos serviços e satisfação dos usuários; garantir o cumprimento de condições e metas estabelecidas em contratos de prestação de serviços e planos municipais; prevenir ou reprimir o abuso de poder econômico, definir tarifas que assegurem o equilíbrio econômico-financeiro de contratos quanto à modicidade tarifária, conforme indica a Política Federal de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007).

A educação ambiental e sanitária da população, neste caso, torna-se relevante tendo-se que a população tem papel social não apenas para exigir do poder público os investimentos e a disponibilização dos serviços de saneamento básico de forma universalizada e eficiente, mas que ao estarem disponíveis e acessíveis, que o uso de suas instalações e serviços seja adequado.

Apresentadas as principais formas que resultam no aparecimento de resíduos sólidos nos sistemas de esgotamento sanitário, tem-se que as operadoras responsáveis necessitam gerenciá-los conforme a PNRS, tendo em vista que são resíduos de serviços de saneamento básico e segundo normas e outras leis ambientais. É preciso que se observe os critérios previstos na PNRS: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e destinação ambientalmente adequada, hierarquização esta que deve ser adotada baseada nos tipos de resíduos gerados nas unidades operacionais.

A maioria dos estudos voltados nesta temática dos resíduos sólidos relacionados aos esgotos sanitários tem como objetivo a determinação das condições ou viabilidades de reutilização, tratamento ou destinação de lodos das estações de tratamento de esgotos - ETEs. Segundo FUNASA (2007) os lodos de esgotos são definidos como o resíduos provenientes do tratamento de águas residuárias, o qual após tratamento que no geral envolve as etapas de higienização estabilização e secagem, podem ser utilizados em outros setores econômicos.

Os lodos gerados em estações de tratamento de esgotos apresentam potencial de reaproveitamento, tais como no setor da construção civil, melhoramento de solos para agricultura e recuperação de áreas degradadas (DINIZ & MELO, 2019). Citam-se como exemplos estudos de Lins et al (2019) e Freitas & Melo (2013), os quais verificaram a viabilidade do uso do lodo de esgotos para aplicação na fabricação de tijolos ecológicos e no emprego de substrato de produção de mudas, respectivamente. Outros trabalhos procuram avaliar o potencial energético dos lodos de esgotos sanitários por meio de processos de digestão anaeróbia, por exemplo.

Outros estudos procuraram estabelecer condições de reutilização das areias retidas nos tratamentos preliminares de estações de tratamento de esgotos tais como o de Silva et al (2018), os quais evidenciaram também que o uso restaurativo ou o reaproveitamento comercial de subprodutos de estações de tratamento de esgotos (ETEs) são temáticas que tem ganhado enfoque devido à atual conjuntura econômica do país.

A parcela dos resíduos sólidos grosseiros que são aqueles retidos nas unidades preliminares dos sistemas de esgotos sanitários é pouco abordada, sendo que Silva et al (2018) destacam que o descarte em aterros sanitários ainda é a prática mais comum adotada no Brasil pelas operadoras dos sistemas. Para esses autores, a estratégia de reaproveitamento desses resíduos poderia trazer ganhos econômicos e ambientais.

Conhecer de forma mais detalhada quais são os resíduos grosseiros encontrados permite que em nível de gestão das unidades operacionais de esgotos e, dentro dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos – PGRS, possam ser previstas ações e medidas que qualifiquem seu manejo, potencializando a observação de outros preceitos da PNRS já citados, tais como: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento, entre outros.

A não geração ou a redução desses materiais junto às unidades de gradeamento é o cenário mais promissor, uma vez que o aparecimento em excesso desses resíduos pode ser considerada uma desconformidade à operação do sistema de esgotamento sanitário em si. Isto ocorre, seja pela população que lança os materiais à rede diretamente, seja pela interferência negativa do sistema de drenagem pluvial nas instalações de esgoto, como já citado no presente trabalho.

A presença desses materiais nas redes e outras unidades de esgotos podem causar muitos problemas operacionais, tais como obstruções de coletores e tubulações, danos à bombas, obstruções nas grades de retenção de sólidos, paralisação da operação dos sistemas e unidades para manutenções corretivas, entre outros, como relatam Morgado & Inácio (2014). Segundo eles, a frequência de manutenções corretivas associadas ao excesso de resíduos é consideravelmente alta no sistema principal da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP

As manutenções além de desencadear custos operacionais, podem prejudicar a operação normal do sistema e, conseqüentemente comprometer o adequado tratamento e manejo dos efluentes. Num cenário mais amplo, a paralisação, colapso ou obstruções de unidades do sistema de esgotos podem afetar a qualidade ambiental uma vez que vazamentos podem ocorrer

atingindo recursos hídricos ou sistemas de drenagem urbana, bem como o tratamento ser ineficiente, degradando a qualidade do corpo receptor.

É comum a veiculação de notícias sobre o assunto, em especial pelas concessionárias e empresas operadoras dos sistemas de esgotamento sanitário, indicando que a problemática da ocorrência de resíduos sólidos nos sistemas preocupa e que as ações de manutenções e limpezas ainda são as mais usuais, carecendo de medidas de gestão que mitiguem a situação.

Em notícia veiculada no portal de notícias em janeiro de 2021, a CASAN relatou aumento na ocorrência de resíduos sólidos nas redes de esgotos e nos gradeamentos das estações elevatórias do município de Laguna – SC, em razão do provável aumento da circulação de turistas pela região. Em ações de monitoramento e limpeza das redes e outras unidades operacionais foram encontrados toalhas, brinquedos, lenços umedecidos, plásticos e outros materiais os quais não deveriam estar nessas unidades operacionais (CASAN, 2021).

Outros municípios também possuem relatos semelhantes, tais como a Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), operadora do sistema de esgotamento sanitário em Brasília – DF. Em notícia veiculada em 2019, a companhia relata que até o mês de setembro daquele ano havia atendido 36.310 obstruções da rede de esgoto, sendo que eram encontrados materiais como lençóis, gorduras, garrafas PET, pedras e até um manequim plástico. Expuseram que plásticos, fibras de tecido, madeira, cotonetes, bolas, estopas, fraldas, preservativos, absorventes, entre outros deveriam ser materiais considerados estranhos aos esgotos sanitários e que esses materiais são os principais causadores de obstruções em redes e outras instalações do sistema (Agência Brasília, 2019).

Interessante citar que a existência de excesso de gordura que obstrui as redes coletoras é uma consequência da ausência de caixas de gordura nas edificações e que esses materiais além de obstruir a passagem do esgoto pelas redes também causam prejuízos aos processos de tratamento nas estações, especialmente aqueles biológicos (Agência Brasília, 2019).

Já o Serviço Autônomo de Água e Esgotos – SAAE do município de Indaiatuba – SP também relatou em notícia veiculada em 2017 que o descarte de resíduos sólidos na rede de esgotos municipal é a responsável por mais de 3.000 ocorrências de obstruções nas tubulações por ano atendidas pelo operador do sistema. No gradeamento da estação de tratamento de esgotot (ETE) do município, relatou recolher cerca de 840 kg de resíduos por dia o que resulta em cerca de 300 toneladas de resíduos grosseiros removidos anualmente. O operador relatou, inclusive que a população se utiliza dos poços de visita para colocação de pneus, móveis,

pedaços de madeira, pedras e garrafas, o que é muito prejudicial ao correto funcionamento do sistema de esgotos local (Prefeitura Municipal de Indaiatuba, 2017).

Notícias similares foram encontradas nos sites dos municípios de Uberlândia – MG e Recife – PE por meio da Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA, o que ressalta que a problemática independe da região do país (Prefeitura Municipal de Uberlândia, 2020; COMPESA, 2018).

A parcela total de sólidos em águas residuais é, segundo Metcalf & Eddy (2003), a característica física mais importante dessas, a qual compreende matéria flutuante, matéria sedimentável, matéria coloidal e matéria suspensa. O esgoto urbano tem uma variedade de materiais sólidos, desde trapos a material coloidal (ASLAM, 2013).

Morgado & Inácio (2014) produziram um estudo quantitativo dos principais detritos encontrados nas grades do sistema de esgotamento sanitário ABC, localizadas nos municípios de Santo André e Franca, ambas operacionalizadas pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP. O trabalho teve como principais objetivos embasar as campanhas de educação ambiental da concessionária em relação ao uso adequado das redes de esgotos; subsidiar dimensionamento e motores para limpeza e operações de unidades de gradeamento e propor melhorias nas rotinas operacionais, tais como ajustes na frequência de limpezas evitando problemas decorrentes do acúmulo desses materiais.

O trabalho segregou os resíduos encontrados em gradeamentos médio e fino das unidades em diversas classes e foi efetuada a caracterização quantitativa dos mesmos. Os resultados obtidos pelo estudo por categoria dos materiais são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1– Resultados da Caracterização em Grades Média e Fina de ETes da SABESP/SP

Grade média					
Material	Volume (l)	Volume (%)	Peso (kg)	Peso (%)	Observações
Plásticos	9	37,2	1,03	16,4	Esponjas de limpeza
Plást. moldados	5	20,7	0,94	14,9	Cotonetes, canudos, frascos.
Preservativos	0,1	0,4	0,015	0,2	--
Embalagens diversas	1	4,1	0,055	0,9	Embalagens de balas, doces, etc.
Tecidos ¹	5	20,75	1,895	30,1	--
Mato/vegetais	0,1	0,4	0,095	1,5	--
Gorduras	1	4,1	0,6	9,5	--
Fibras/fiapos	3	12,4	1,66	26,4	--
Total	24,2	100	6,29	100	--
Grade Fina					
Material	Volume (l)	Volume (%)	Peso (kg)	Peso (%)	Observações
Plásticos	1	16,3	0,09	8,7	--
Plást. moldados	0,2	3,3	0,05	4,9	Capsulas de remédio, tampas
preservativos	0,02	0,3	0,01	0,9	--
Outros	0,5	8,2	0,16	15,5	Sementes;
Tecidos ¹	0,05	0,8	0,02	1,9	--
Mato/vegetais	0,5	8,2	0,03	2,9	--
Gorduras	0,5	8,2	0,20	19,4	--
Bitucas de cigarro	0,15	2,4	0,07	6,8	--
Partes de baratas	0,01	0,2	0,01	0,9	--
Fibras/fiapos	3,2	52,2	0,39	37,9	--
Total	6,13	100	1,03	100	--

¹(Algodão e celulose). Adaptado de: Morgado e Inácio (2014).

Como visto por Morgado & Inácio (2014) houve alteração entre as classes de resíduos sólidos entre os levantamentos utilizando-se as grades médias e as grades finas, tendo-se adicionado nas finas as bitucas de cigarro, partes de baratas e outros descritos como sementes observadas nas amostras. Isto porque as grades mais finas tinham capacidade de reter esses

materiais o que não ocorreu nas grades médias. A quantidade total amostrada nas diferentes estruturas também variou, porém tendo em vista que o resultado chegou a percentuais em ambas, podem ser comparados.

Em ambos os resultados para as grades médias e finas destaca-se a observação de fibras e fiapos, sendo 26,4% e 37,9%, respectivamente. Os tecidos compostos essencialmente por algodão e celulose foram no geral mais encontrados nas grades médias (30,1%) e pouco nas finas (1,9%). Os plásticos no geral também mereceram destaque no estudo uma vez que somaram 32,2% nas grades médias e 13,6% nas grades finas. Os resultados de Morgado & Inácio (2014) foram comparados por meio do dados preliminares obtidos no presente trabalho junto ao SES Insular apresentados em Bortolotto e Poletto (2021).

4.5.1 Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS

Estão sujeitos à elaboração de planos de gerenciamento de resíduos sólidos – PGRS os geradores de resíduos sólidos caracterizados na Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, conforme Art. 20, entre eles, os geradores de resíduos com origem nos serviços públicos de saneamento básico (Art. 13, item “e”) que é enfoque do presente trabalho. Esses planos têm um conteúdo mínimo previsto na própria Política em seu Art. 21.

Os responsáveis pela geração de resíduos sólidos são obrigados a elaborar e implementar Plano de gerenciamento de resíduos sólidos – PGRS, conforme o Art 265 da Lei Estadual nº 14.675/2009, a qual institui o Código Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina. São sujeitos aos PGRS todas as atividades geradoras de resíduos que sejam licenciáveis definidas pelo Conselho Estadual do Meio Ambiente – CONSEMA.

Portanto, esses planos são requeridos nos processos de licenciamento ambiental como no caso das instalações e serviços de esgotamento sanitário, segundo as Resoluções do Conselho Estadual do Meio Ambiente – CONSEMA nº 98 e 99 de 2017 e suas alterações.

Ainda, esses planos são comumente apresentados às autoridades locais de vigilância sanitária e devem ser atualizados anualmente e elaborados por profissional ou equipe técnica habilitado com respectiva emissão de Anotação de Responsabilidade Técnica - ART. Por isso, a importância de estudos que caracterizem e quantifiquem as tipologias principais de resíduos sólidos encontrados em cada unidade operacional ou sistema, visando formar um banco de

dados confiável e detalhado que auxiliem no gerenciamento e definição das necessidades para manejo dos resíduos pelas operadoras.

4.5.2 Programa Floripa Se Liga na Rede

Um programa que faz relação ao escopo do presente trabalho tem sido desenvolvido pela Prefeitura de Florianópolis em parceria com a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), bem como com atuação da Diretoria de Saneamento da Vigilância Sanitária e a Fundação Municipal de Meio Ambiente (FLORAM). O Programa tem sido realizado desde 2013 em todas as áreas contempladas com SES o que inclui o Sistema Insular (PREFEITURA DE FLORIANÓPOLIS, 2021).

Esse, visa promover a interligação de todos os imóveis residenciais e comerciais atendidos por rede pública de esgotos sanitários eliminando as inadequações das instalações prediais ou as ligações clandestinas de esgotos na drenagem pluvial e similares, as quais podem causar prejuízos ao meio ambiente além de promover conscientização ambiental. Os principais objetivos do Programa são:

- Proteger os recursos hídricos e prevenir a contaminação do solo e lençol freático;
- Divulgar ações para sensibilizar a população sobre a necessidade e importância da ligação adequada à rede pública de esgoto;
- Inspeccionar imóveis atendidos por rede pública de esgotamento sanitário no município;
- Reduzir o extravazamento de esgoto nas Caixas de inspeção, poços de visita (PV), estações elevatórias de esgotos (EEE) originado pelo lançamento irregular de águas pluviais, gordura e outros resíduos na rede coletora de esgotos;
- Promover a atualização e alimentação de cadastro de usuários so SES da Prefeitura de Florianópolis;
- Regularizar imóveis que estejam com inadequações nas ligações prediais de esgoto, tais como: ligações de esgotos nas galerias pluviais, cursos de água e praias; lançamentos de águas pluviais e gordura diretamente na rede pública de esgotamento sanitário; que não estejam ligados á rede coletora de esgoto disponível.

O Programa possui atualmente interface em plataforma de informações denominada “Sanear Floripa”, a qual concentra os dados do Programa Floripa se Liga na Rede de março de 2020 até os dados disponíveis mais atuais de Junho/2021. Contudo, o Programa possui uma série de relatórios mensais desde 2013 com os dados das inspeções realizadas por Bairro ou localidade atendida, bem como com os tipos de irregularidades observadas.

Apesar do objetivo deste trabalho não ser a análise dos dados do Programa, por meio da Plataforma Sanear Floripa é possível acessar os últimos dados à título de exemplificação de como há potencial impacto quanto às condições irregulares quanto aos imóveis atendidos por SES cujas condições inconformes fazem jus ao tema do presente trabalho.

De março/2020 a junho/2021 (período de dados disponíveis na plataforma de dados) ao todo foram realizadas 4.398 inspeções nos bairros: Centro, Canasvieiras, Coqueiros, Lagoa da Conceição, Ponta das Canas. Desses, o Centro é inserido no SES Insular, área de estudo deste trabalho e as demais localidades atendidas por outros SES independentes e operacionalizados pela CASAN. Destes, 952 imóveis foram considerados regulares e a maioria (3.446) considerados irregulares. Em termos percentuais a quantidade de imóveis com ao menos uma irregularidade entre aquelas observadas no Programa é da ordem de 78,35%.

O Centro, no período de dados disponíveis, foi o bairro com maior quantidade de inspeções no Programa realizadas (2.562 inspeções), o que corresponde a 58,25% do total realizado no período. Destas 2.020 imóveis foram considerados irregulares o que corresponde a 78,84% dos imóveis inspecionados.

As irregularidades pontualmente constatadas são aquelas citadas no último objetivo do Programa, sendo que para todos os bairros a principal observada é a ausência de caixa de gordura.

As gorduras estão sempre presentes nos esgotos provenientes do uso de manteiga, óleos vegetais, preparo de carnes, lavagem de louças, entre outros e, podem ser lançados diretamente nos sistemas de esgotamento sanitário quando da ausência de unidades de tratamento ou retenção anteriores, tais como caixas de gordura. Esses resíduos podem ter procedência não doméstica, tais como gerados em açougues, frigoríficos, casas de massas, restaurantes e salões de beleza (uso de xampus e similares) e, essa situação pode causar vários transtornos às redes coletoras (ARCHELA et. al., 2003). Para Marim et. al. (2015) a gordura é considerada um resíduo e não deveria adentrar à rede coletora de esgotos, pois pode causar problemas operacionais na mesma.

Archela et. al. (2003) mencionam que, no geral, os resíduos de caixas de gordura são esgotados por serviços de caminhão à vácuo (limpa-fossa) e posteriormente despejados nas Estações de Tratamento de Esgotos – ETEs capazes de fazer o tratamento desses materiais. Contudo, causam problemas quando são lançados previamente às redes coletoras, tais como: aderências às paredes, maus odores, diminuição da seção útil da tubulação, formação de escumas, entupimentos, danos à bombas e outros equipamentos quando há desprendimento de placas de gordura das paredes, entre outros.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudos é o município de Florianópolis, capital do Estado de Santa Catarina, localizado na Região Sul do país, entre os paralelos 27° 10' e 27° 50' de latitude Sul e entre os meridianos 48° 25' e 48° 35' de longitude Oeste, ocupando área de 438,5 km² (Prefeitura Municipal de Florianópolis, 2021), com população total estimada de 508.826 habitantes (IBGE, 2020).

O trabalho foi desenvolvido junto a unidades do Sistema de Esgotamento Sanitário – SES Insular sob responsabilidade de operação por meio da concessionária estadual a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN. O SES Insular abrange a porção central da Ilha de Santa Catarina, Distrito Administrativo Sede, sendo os bairros: Centro, Agrônômica, Maciço do Morro da Cruz, José Mendes, Prainha, Saco dos Limões, Costeira do Pirajubaé, Pantanal, Córrego Grande, Itacorubi, Santa Mônica, Trindade (Prefeitura Municipal de Florianópolis, 2021).

A população atendida pelo sistema é de cerca de 141.646 habitantes e o SES Insular possui 15.627 ligações. O número de economias total é de 64.326 e o de economias residenciais autônomas igual a 50.588 (informações de Junho de 2021 cedida pela Gerência Operacional de Esgotos do Sistema Insular – CASAN). A Concessionária também informou que a vazão total de tratamento atual da ETE Insular é da ordem de 328 l/s (referência de Junho/21).

Segundo o Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico – PMISB (Prefeitura Municipal de Florianópolis, 2021) o processo de tratamento é por Lodos Ativados com aeração prolongada e o destino do efluente tratado é o mar junto à Baía Sul.

Segundo os dados do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento – SNIS, a população total do município atendida por serviços de esgotamento sanitário coletivo era de 324.821 habitantes (BRASIL, 2020). Considerando-se a população atendida pelo SES Insular, tem-se que esse sistema atende aproximadamente 42,6% da população total com sistema de esgotos. O percentual total de cobertura urbana de esgotamento sanitário (população urbana total atendida) no município de Florianópolis é de 67,4% (BRASIL, 2020), portanto o SES

Insular pode ser considerado o maior do município em termos de população atendida e também em termos de vazão de operação (Prefeitura Municipal de Florianópolis, 2021).

Na Figura 1 apresenta-se a área de estudo do presente trabalho sendo o SES Insular e os bairros abrangidos pelo sistema, incluindo as estações meteorológicas que serão utilizadas, cujas informações descritas estão mais adiante nesse documento.

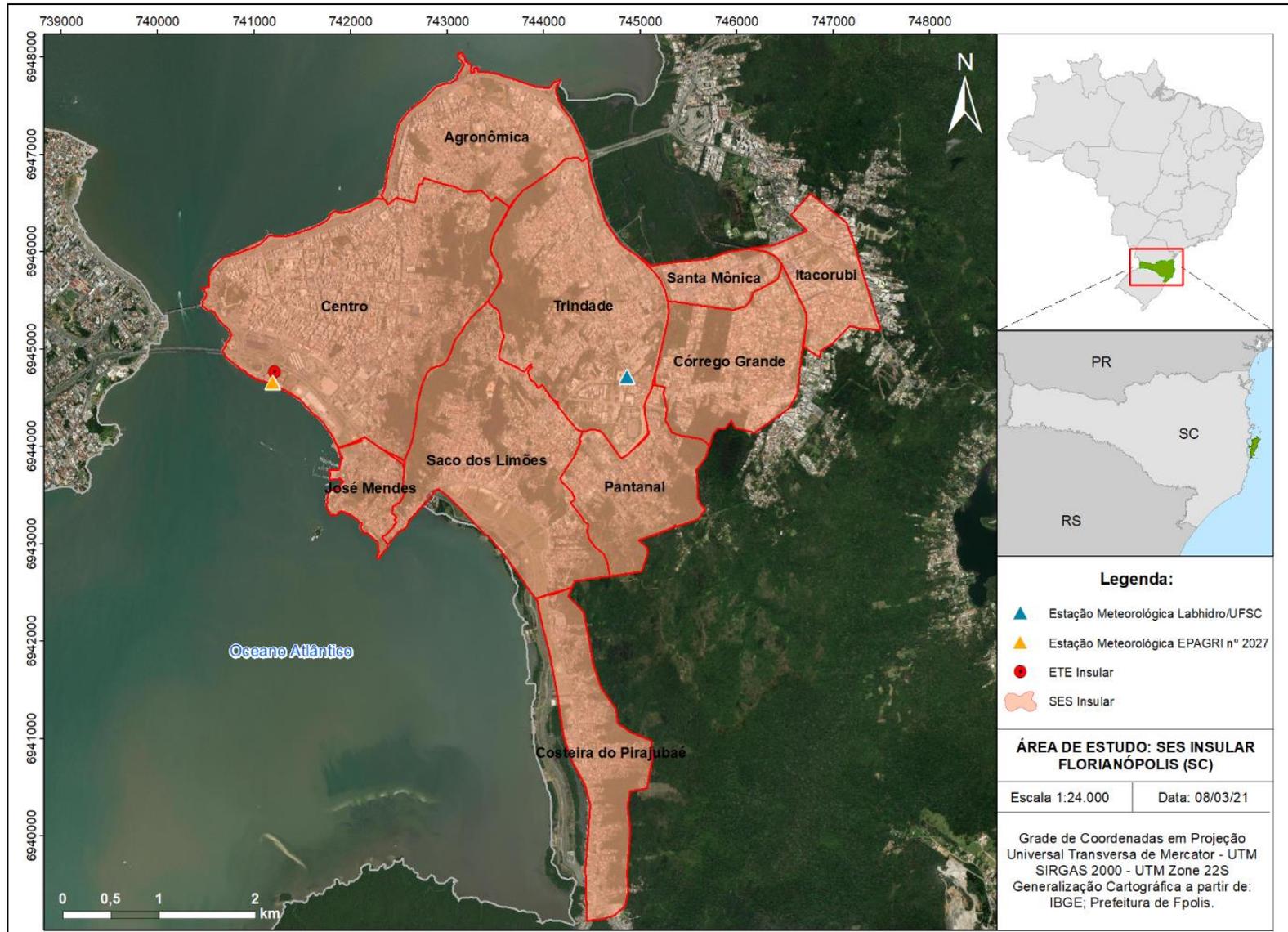


Figura 1 – Área de Estudo: SES Insular e bairros atendidos do município de Florianópolis - SC.

Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

SES Insular é composto de 6 (seis) sub-bacias de esgotos (Bacia A, A1, Bacia BC, Bacia D, E e F). Os estudos foram realizados na Bacia A e na Bacia F mais especificamente nas unidades de Estações Elevatórias de Esgotos – EEE da Beira Mar Norte (EEE A – Bacia A) e EEE HU/Trindade (EEE SB6 – Bacia F) conforme o esquema da Figura 2. Salienta-se que o SES Insular é caracterizados como separador absoluto.

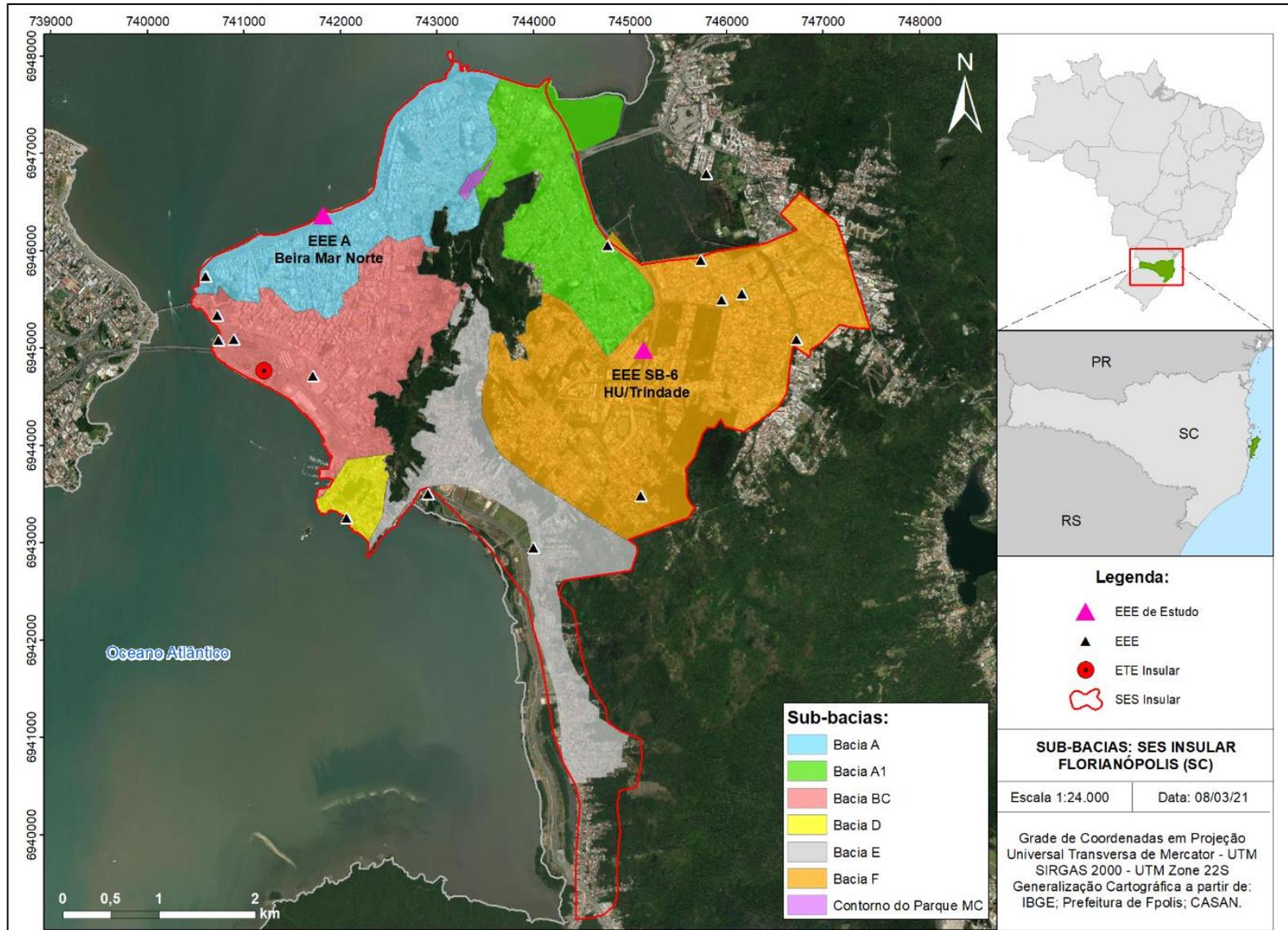


Figura 2 – Sub-bacias do SES Insular e unidades operacionais de estudo.

Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

A entrada da ETE Insular também possui um sistema de gradeamento composto de duas grades paralelas. Inicialmente, este trabalho também identificaria os resíduos retidos nessas unidades. A manutenção do gradeamento da entrada da ETE é realizada pelos próprios funcionários da Concessionária em regime de plantão operacional e das duas EEE (HU/Trindade e Beira Mar Norte) por funcionário(s) de empresa terceirizada contratada pela CASAN.

Houve dificuldades na organização entre as retiradas de material para o presente trabalho entre as equipes operacionais, as quais atuam de forma diferenciada. Assim, não foi possível obter material da entrada do gradeamento da ETE Insular e priorizou-se os levantamentos apenas nas duas EEE adotadas.

A escolha dessas EEE foi realizada pelos seguintes fatores em conjunto com os técnicos da CASAN que auxiliaram no desenvolvimento deste trabalho: fluxograma operacional do SES Insular, no qual ambas as EEE fazem parte do mesmo conjunto de sub-bacias de esgotamento sanitário que transportam esgotos até a ETE Insular na porção Norte do SES; pela facilidade de obtenção dos resíduos retidos nas atividades de limpeza e manutenção para a realização do trabalho, já que essas EEEs são limpas diariamente pelo mesmo funcionário; ambos os resíduos retirados dessas EEEs são levados diariamente para descarte junto a ETE Insular; a EEE Beira Mar Norte é a maior do SES Insular.

Em termos de fluxo operacional, a EEE HU/Trindade (EEE SB 6) inserida na bacia de esgoto “F” bombeia esgotos sanitários das regiões do bairros Pantanal, Carvoeira, Córrego Grande, Parque São Jorge, parte do Bairro Santa Mônica, atingindo emissário de esgoto percorre a Avenida Beira Mar Norte até chegar na EEE Beira Mar Norte (EEE A).

Essa é a principal EEE do SES Insular, recebendo boa parte do esgoto gerado pela abrangência deste SES, exceto da porção sul do sistema, cujos bairros atendidos são Saco dos Limões, José Mendes, Prainha e parte do Centro (Sul), que são enviados diretamente à ETE Insular por outras EEE. O fluxograma esquemático do funcionamento do SES Insular é conforme a Figura 3 elaborado com base em Informações cedidas pela CASAN.

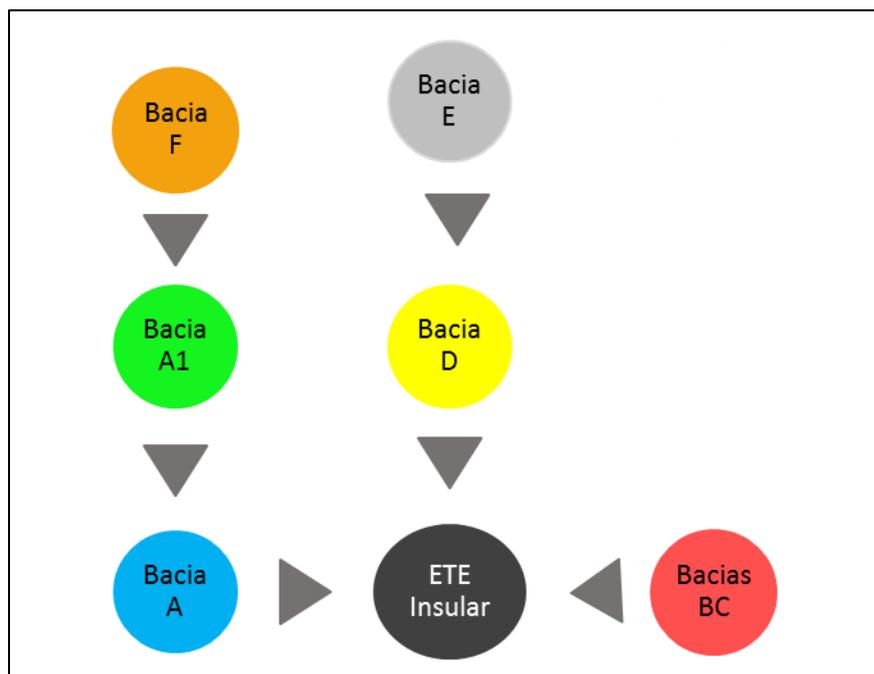


Figura 3 – Fluxograma operacional do SES Insular nas sub-bacias de esgotos existentes.
 Fonte: Autora (2021) com base nas informações cedidas pela da CASAN.

5.2 UNIDADES OPERACIONAIS DE ESTUDO

Os estudos foram realizados em duas estações elevatórias de esgotos – EEE do SES Insular, sendo descritas a seguir, cuja localização esquemática é apresentada na Figura 4.

- (i) EEE Beira Mar Norte (EEE A): inserida na Bacia de esgoto A do sistema, localizada junto ao bolsão da Avenida Jornalista Rubens de Arruda Ramos, Bairro Centro, na Praça do Seisquicentenário da Polícia Militar;
- (ii) EEE HU/Trindade (EEE SB6): inserida na Bacia de esgoto F, localizada aos fundos do Hospital Universitário Polydoro Ernani de São Thiago (HU) da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Rua Prof^a. Maria Flora Pausewang, Bairro Trindade.

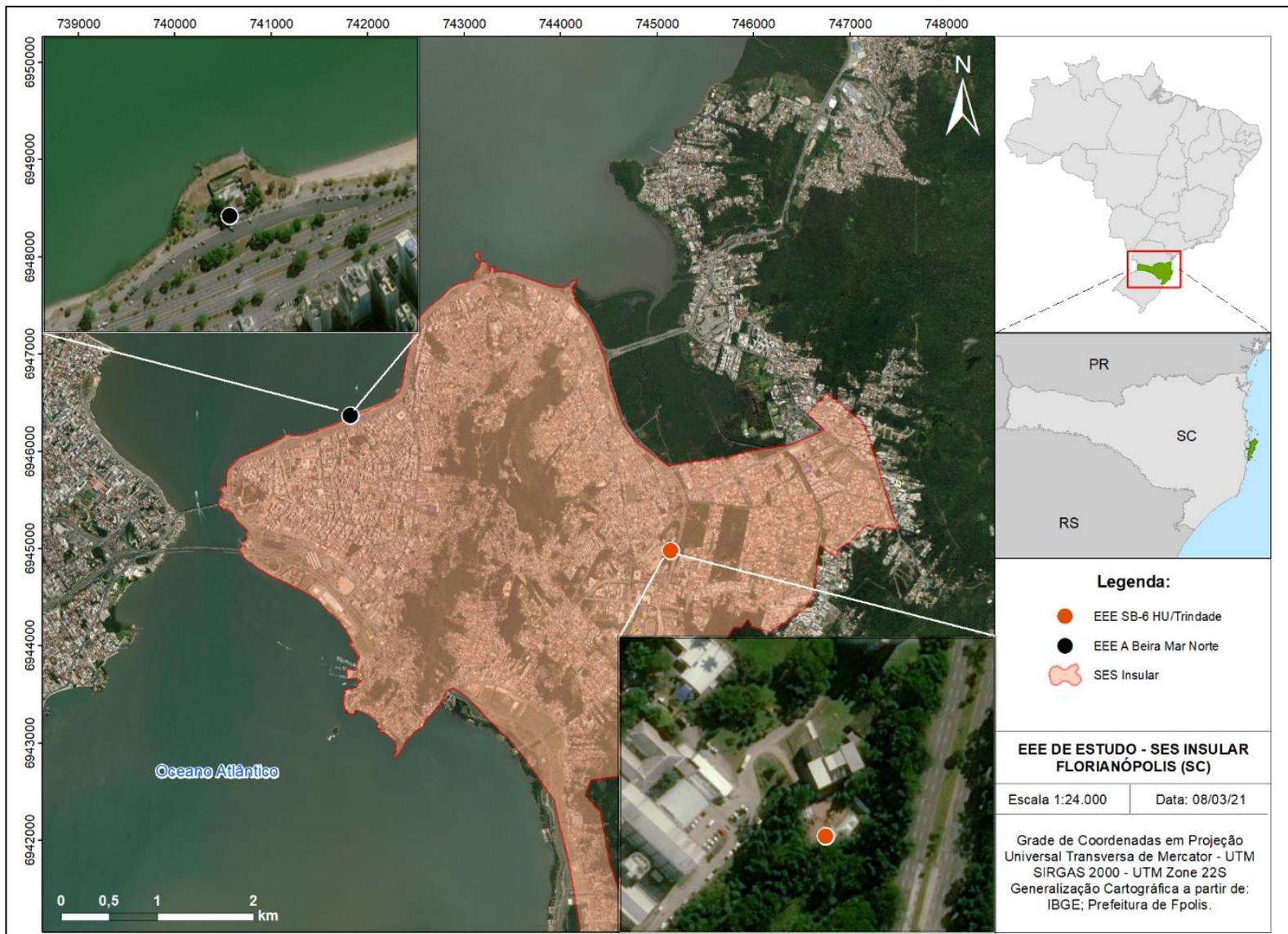


Figura 4 – Localização das EEE de estudo no SES Insular e vista aérea das unidades.

Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

As características operacionais das unidades são:

- (i) EEE Beira Mar Norte (EEE A): duas bombas em paralelo operando a $594 \text{ m}^3/\text{h}$ e 35 m.c.a. (capacidade total de $1.188 \text{ m}^3/\text{h}$). Vazão de 321,95 l/s. Duas Motobombas Sulzer XFP200JCH2PE860/4. São duas unidades de grades com as seguintes dimensões: Altura 4,30 m; Largura 1,20 m; Espessura entre barras 4,0 cm.
- (ii) EEE HU/Trindade (EEE SB6): uma bomba operando a $115 \text{ m}^3/\text{h}$ e 12 m.c.a. Vazão de 31,94 l/s. Motobomba: Sulzer XFP100ECB1PE75/4. Motobomba reserva Sulzer ZFP100ECB1PE75/4. Trata-se de uma grade com as seguintes dimensões: Altura 1,50 m; Largura 0,40 m; Espessura entre barras 4,0 cm.

Na Figura 5 tem-se visão local das EEE de estudo e dos gradeamentos instalados em cada unidade.



Figura 5 – Vista Externa e dos Gradeamentos das Unidades Operacionais de estudo: (A) EEE HU/Trindade – SB6; (B) EEE Beira-mar - A.

Fonte: Autora, 2021.

Está em fase final de instalação um sistema de limpeza automatizado nos gradeamentos da EEE Beira Mar, contudo em ambas as unidades atualmente a limpeza é realizada de forma manual com auxílio de rastelos, forcados, pás, em frequência diária, por um operador específico de empresa contratada pela CASAN (terceirizado). Na EEE HU/Trindade as limpezas ocorrem uma vez ao dia, na EEE Beira Mar, duas vezes ao dia.

5.3 DESENVOLVIMENTO

O presente estudo baseiou-se no uso de método de análise de composição gravimétrica para identificar os principais resíduos sólidos grosseiros retidos nas estruturas de gradeamento de algumas unidades operacionais do sistema de esgotamento sanitário Insular, localizado em Florianópolis – SC.

A metodologia básica seguiu as orientações técnicas contidas em IBAM (2001) para estudos de caracterização gravimétrica de resíduos sólidos urbanos, adaptando-as às condições dos resíduos que são retirados dos gradeamentos de estudo do SES em questão. Foram realizadas as seguintes atividades:

- Definir os principais componentes que se pretende determinar (classes dos materiais);
- Espalhar o material sobre lona em área plana;
- Separar os resíduos por cada um dos componentes previamente escolhidos;
- Classificar como “outros” os materiais encontrados que não se enquadrem na listagem pré-selecionada ou que não possam ser identificados visualmente;
- Pesar cada componente separadamente;
- Dividir o peso de cada componente pelo peso total da amostra; e,
- Calcular a composição gravimétrica em termos percentuais.

O estudo de Morgado & Inácio (2014) foi referencial desse trabalho, principalmente por ser um dos únicos trabalhos em nível nacional que verificou os resíduos sólidos grosseiros encontrados em SES do Estado de São Paulo. Entretanto, não foi possível adotar todas as classes igualmente àquele estudo, que inclusive contou com análises laboratoriais. Contudo, as principais classes de resíduos foram selecionadas para uso nesse trabalho.

A análise gravimétrica foi realizada utilizando a massa total úmida de resíduos grosseiros retirados dos gradeamentos nas atividades de manutenção e limpeza operacional das unidades do sistema escolhidas para o presente estudo. Os resíduos grosseiros foram removidos das unidades de gradeamento pelo(s) funcionário(s) da própria operadora do sistema de esgotamento sanitário, a CASAN, em sua rotina de manutenções operacionais normais. Foram coletados um dia antes do estudo para fins de secagem natural do excesso de esgoto líquido presente no material.

Não foi possível fazer a gravimetria com as amostras totalmente secas, pois devido às características dos materiais, no geral, já em avançado estado de putrefação e contaminados com esgoto sanitário, a manipulação do material foi o mais breve possível após a sua remoção das unidades operacionais. Considerando-se ainda que o período de realização deste trabalho foi concomitante à Pandemia do COVID-19 no qual estudos e publicações identificaram a presença desse vírus em esgotos sanitários (SOUZA et. al., 2020; MEDEMA et. al. 2020; ABES/CTTE, 2020).

Os resíduos retirados das grades foram acondicionados em bombonas plásticas e encaminhados para análise gravimétrica que foi realizada no dia seguinte da remoção mesmos. Os estudos foram realizados em espaço cedido junto à Estação de Tratamento de Esgotos – ETE Insular, visando que logo após a sua manipulação, os materiais fossem acondicionados pela Concessionária para posterior destinação final, o que é realizado em caixa coletora metálica específica que fica junto à ETE Insular.

A quantidade integral dos resíduos grosseiros retirada das grades foi pesada e manipulada, ou seja, não houve quarteamento de amostra. Todos os resíduos grosseiros foram identificados, no que coube, e pesados, sendo que a quantidade total de resíduos de cada amostra do levantamento também foi pesada.

As amostragens foram realizadas, no geral, em frequência quinzenal nas unidades. Adotou-se essa frequência em razão de disponibilidade de pessoal e de realização desse trabalho em consonância com a Concessionária e disponibilidade desta estudante.

Relevante informar que houve autorização da CASAN para a realização do presente trabalho junto às unidades operacionais a qual foi por meio da CT/D n° 1869, de 15 de dezembro de 2020 que se encontra em anexo neste trabalho.

As amostragens tiveram início no mês de Fevereiro de 2021 e finalizaram no mês de Maio de 2021. Foram realizadas 08 (oito) amostragens, sendo uma referente a cada unidade

operacional deste trabalho (EEE HU/Trindade e EEE Beira Mar Norte), portanto, foram obtidas 16 (dezesseis) amostras neste trabalho.

As parcelas foram segregadas e pesadas por classe predominante, ou seja, tipo de material identificado visualmente. Foram obtidos os valores (kg) de cada material e o peso total da amostra (kg), ou seja, do total retirado em cada grade. Foram consideradas as seguintes classes de resíduos Quadro 1 para fins de identificação nesse trabalho.

Quadro 1 – Classes adotadas para os resíduos sólidos grosseiros identificados

Plásticos e látex (sacolas, embalagens de alimentos, preservativos, etc).
Plásticos moldados (embalagens, garrafas, tampinhas, recipientes, cotonetes, etc)
Material de Construção Civil (pedaços cimento, madeiras, tijolos quebrados, pregos, etc).
Animais Mortos e similares (fetos, ratos, etc).
Trapos e panos (roupas velhas, esponjas, tecidos em geral).
Matéria Orgânica (gordura, folhas, etc).
Outros e/ou Rejeitos (materiais que não possam ser identificados ou segregados ou que já estejam em avançado estado de putrefação, etc).

Elaborado por: Autora, (2021) baseado em Morgado e Inácio (2014).

Na Figura 6 apresenta-se uma composição com fotografias que mostram aspectos da metodologia adotada no presente trabalho, desde a coleta das amostras nos serviços de limpeza de unidade de gradeamento (neste caso a EEE HU/Trindade usada como exemplo) até a etapa de pesagem das classes de resíduos previamente escolhidas e, da amostra total. As imagens foram de dois dias de amostragens realizadas no mês de Fevereiro/2021 adotadas apenas para fins de exemplificação.



Figura 6 – Composição de imagens para exemplificação das principais etapas do estudo gravimétrico realizado.

Fonte: Autora, (2021).

Os dados das pesagens foram manipulados determinando-se as quantidades (em kg) de cada material por amostra e por unidade operacional do presente estudo, correlacionando-se cada material ao percentual (%) relativo ao peso total da amostra, assim chegando-se à análise da composição gravimétrica. Os dados foram tratados estatisticamente, gerando-se resultados tabulares e gráficos com as parcelas/classes mais frequentemente observadas nos estudos.

A proposição de ações locais de manutenção ou operacionais que mitiguem impactos frente à presença de resíduos sólidos nas unidades do SES Insular, sendo estudada a proposição de ações que previnam e mitiguem a presença desses materiais antes de chegarem às unidades, ou seja, quais ações podem ser delineadas em termos de gestão do saneamento básico e educação ambiental e sanitária da população para que os problemas da presença de resíduos nas unidades seja minimizado.

Foram solicitados os dados pluviométricos (mm) para fins de verificar a relação entre a quantidade e as características dos materiais identificados com a ocorrência de eventos de chuva antecedentes à coleta dos materiais nas unidades.

Os dados de chuva diários foram da estação meteorológica existente na própria ETE Insular, código n° 2027, operada pela CASAN em parceria com a EPAGRI/CIRAM, tendo em vista que esta estação está próxima das unidades da estação elevatória de esgotos (EEE) da Beira Mar Norte. A localização da em relação à área de estudo e das EEE de referência foi mostrada no mapa no item anterior no presente trabalho.

Tentou-se obter dados da estação pluviométrica existente no Campus Universitário da UFSC, operada pelo Laboratório de Hidrologia – LABHIDRO, contudo a estação não possuía dados disponíveis para o ano de 2021.

Por isso, foram obtidos apenas os dados pluviométricos da Estação localizada na ETE Insular, gentilmente cedidos pela CASAN por meio da Gerência da Universidade Corporativa – GUC/CASAN por meio do ofício n° 05/2021 (em anexo).

5.3.1 Tratamento dos Dados

Os programas utilizados foram Microsoft Excel e Microsoft Word, respectivamente para tabulação das informações e dados e redação deste trabalho.

5.3.2 Equipamentos e Materiais

Os materiais que foram utilizados para este estudo são mostrados nas imagens da Figura 7, sendo material de apoio para o acondicionamento e manipulação dos resíduos, tais como bombonas plásticas, baldes, lona plástica comum. A balança utilizada foi da marca UPX, modelo Wind3, série 3928/2020, com capacidade de até 32 kg, carga mínima de 40 g e selo do INMETRO n° 14.540.144, adquirida com recursos próprios.

Foram utilizados equipamentos de proteção individual (EPI), tais como: luvas de PVC 40 cm de comprimento, marca Volk do Brasil, modelo Volk46, com certificado de aprovação (CA) 37.127; máscara PFF2S, sem válvula, marca Deltaplus, com certificado de aprovação (CA) 38.504, para proteção contra poeiras, névoas e fumos; jaleco.



Figura 7 – Materiais utilizados no presente estudo. (A) Bombona plástica 40 l; (B) Balde plástico 20 l; (C) Lona plástica comum; (D) Balança UPX, Mod. Wind3 N° 3928/20; (E) EPI's luvas de PVC e máscara PFF2S.

Fonte: Autora, 2021.

6 RESULTADOS

6.1 COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS DOS GRADEAMENTOS

As amostras obtidas no desenvolvimento deste trabalho nas unidades de gradeamento de duas estações elevatórias de esgotos do SES Insular resultaram nos seguintes dados quantitativos totais (kg) apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Quantidades (kg) das amostras realizadas nas EEE de estudo.

Amostragem	Data	HU ¹ Total (kg)	BM ² Total (kg)
1	04/02/2021	24,83	25,31
2	18/02/2021	11,6	13,25
3	04/03/2021	13,4	16,4
4	18/03/2021	11,25	11,60
5	01/04/2021	9,40	24,10
6	23/04/2021	10,66	17,50
7	29/04/2021	13,39	19,42
8	28/05/2021	9,08	16,07
Total (kg)		103,61	143,65

¹HU: EEE HU/Trindade ou EEE SB – 6; ²BM: EEE Beira Mar Norte ou EEE A.

Elaborado por: Autora, 2021.

Os resultados gerais demonstram que foram manipulados neste trabalho o total de 103,6 kg de resíduos na EEE HU/Trindade e 143,6 kg da EEE Beira Mar Norte. As amostras com maior peso total em ambas as unidades de estudo ocorreram na primeira pesagem em 04 de fevereiro de 2021 (24,83 kg e 25,31 kg, respectivamente).

Os dados das pesagens (kg) de cada uma das unidades operacionais estudadas em relação às classes de resíduos previamente definidas são apresentados na

Tabela 3. Observou-se que em algumas amostragens não foram observados alguns tipos de resíduos. Na Tabela 4 apresentam-se os dados em percentuais, calculados em relação ao peso total das amostras também para cada tipo de material classificado.

Tabela 3 – Quantidades (kg) de cada classe de resíduo sólido das amostras realizadas nas EEE de estudo.

Amostragem	Data	HU Total (kg)	BM Total (kg)	HU	BM	HU	BM	HU	BM	HU	BM	HU	BM	HU	BM	HU	BM
				Plásticos/latéx		Plástico moldado		RCC		Animais mortos		Trapos e panos		Matéria Orgânica		Rejeitos e Outros	
kg																	
1	04/02/2021	24,83	25,31	0,65	0,03	0,08	-	0,08	-	-	-	-	0,06	4,57	-	19,45	25,22
2	18/02/2021	11,6	13,25	0,42	0,31	0,06	-	-	-	-	-	-	0,15	0,5	0,25	10,67	12,54
3	04/03/2021	13,4	16,4	0,73	0,43	0,10	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-	12,57	15,93
4	18/03/2021	11,25	11,60	0,02	0,08	0,10	0,03	-	-	-	-	-	-	0,25	2,21	10,88	9,28
5	01/04/2021	9,40	24,10	0,08	0,40	0,04	0,15	-	-	-	0,12	-	-	-	0,57	9,28	22,86
6	23/04/2021	10,66	17,50	0,07	0,06	0,19	0,02	-	-	-	-	-	-	0,36	2,54	10,04	14,88
7	29/04/2021	13,39	19,42	-	0,04	0,34	0,58	0,18	0,26	-	-	0,08	0,1	-	0,41	12,78	18,02
8	28/05/2021	9,08	16,07	0,07	-	0,02	0,07	-	-	0,23	-	-	0,2	0,44	6,85	8,31	8,95

¹HU: EEE HU/Trindade ou EEE SB – 6; ²BM: EEE Beira Mar Norte ou EEE A.

Elaborado por: Autora, 2021.

Tabela 4 – Percentuais (%) de cada classe de resíduo sólido das amostras realizadas nas EEE de estudo.

Amostragem	Data	HU	BM	HU	BM	HU	BM	HU	BM	HU	BM	HU	BM	HU	BM
		Plásticos/latéx		Plástico moldado		RCC		Animais mortos		Trapos e panos		Matéria Orgânica		Rejeitos e Outros	
		%													
1	04/02/2021	2,63	0,12	0,31	-	0,33	-	-	-	-	0,24	18,4	-	78,32	99,64
2	18/02/2021	3,64	2,34	0,55	-	-	-	-	-	-	1,13	4,29	1,86	91,53	94,67
3	04/03/2021	5,42	2,62	0,75	-	-	-	-	-	-	0,24	-	-	93,84	97,13
4	18/03/2021	0,20	0,69	0,89	0,22	-	-	-	-	-	-	2,22	19,05	96,69	80,03
5	01/04/2021	0,89	1,66	0,43	0,61	-	-	-	0,5	-	-	-	2,37	98,68	94,85
6	23/04/2021	0,64	0,34	1,80	0,14	-	-	-	-	-	-	3,38	14,51	94,18	85,01
7	29/04/2021		0,22	2,57	2,98	1,37	1,34	-	-	0,63	0,53	-	2,13	95,44	92,81
8	28/05/2021	0,75		0,25	0,44	-	-	2,58	-	-	1,24	4,89	42,63	91,53	55,69

¹HU: EEE HU/Trindade ou EEE SB – 6; ²BM: EEE Beira Mar Norte ou EEE A.

Elaborado por: Autora, 2021.

Para melhor visualização dos totais (kg) por classe de resíduos sólidos é apresentada a Tabela 5 que contém os totais por classe ao longo do estudo realizado e os percentuais (%) calculados em relação ao total, ou seja, o resultado geral do estudo de composição gravimétrica para as unidades operacionais.

Tabela 5 – Quantidades (kg) e percentuais totais (%) de cada classe de resíduo sólido – Resultado geral do estudo de composição gravimétrica.

Peso (kg) por classe resíduo	HU ¹		BM ²	
	kg	%	kg	%
Plásticos/Látex	2,05	2,0	1,35	0,9
Plásticos Moldados	0,94	0,9	0,85	0,6
RCC	0,27	0,3	0,26	0,2
Animais Mortos	0,23	0,2	0,12	0,1
Trapos e Panos	0,08	0,08	0,55	0,4
Matéria Orgânica	6,12	5,9	12,83	8,9
Rejeitos e outros	93,98	90,7	127,68	88,9
Total Amostra (kg)	103,67	100,0	143,65	100,0

¹HU: EEE HU/Trindade ou EEE SB – 6; ²BM: EEE Beira Mar Norte ou EEE A.

Elaborado por: Autora, 2021.

Tem-se que 90,7% dos resíduos ou materiais observados na grade da EEE HU/Trindade foram caracterizados como rejeitos e outros e 88,9% para a EEE Beira Mar Norte. Esse alto quantitativo deu-se em razão da impossibilidade de segregação nas outras classes adotadas devido ao estado de putrefação que os materiais chegaram às EEE de estudo, por exemplo, resultando numa massa homogênea de resíduos não identificáveis manualmente, uma vez que já percorreram quilômetros de redes de esgotamento sanitário.

Para contextualizar, tem-se as imagens na Figura 8 que mostra algumas fotografias de como os resíduos apresentavam-se após serem retirados dos gradeamentos e secados naturalmente por algumas horas antes das pesagens. Observou-se ser material de complicada separação manual.



Figura 8 – Coletânea ou exemplificação das amostras de estudo deste trabalho.
Fonte: Autora, 2021.

Os dados compilados da Tabela 5 resultaram nos gráficos das Figura 9 e Figura 10 que são a demonstração qualitativa do estudo de composição gravimétrica dos totais dos resíduos sólidos observados nos gradeamentos das unidades operacionais estudadas.

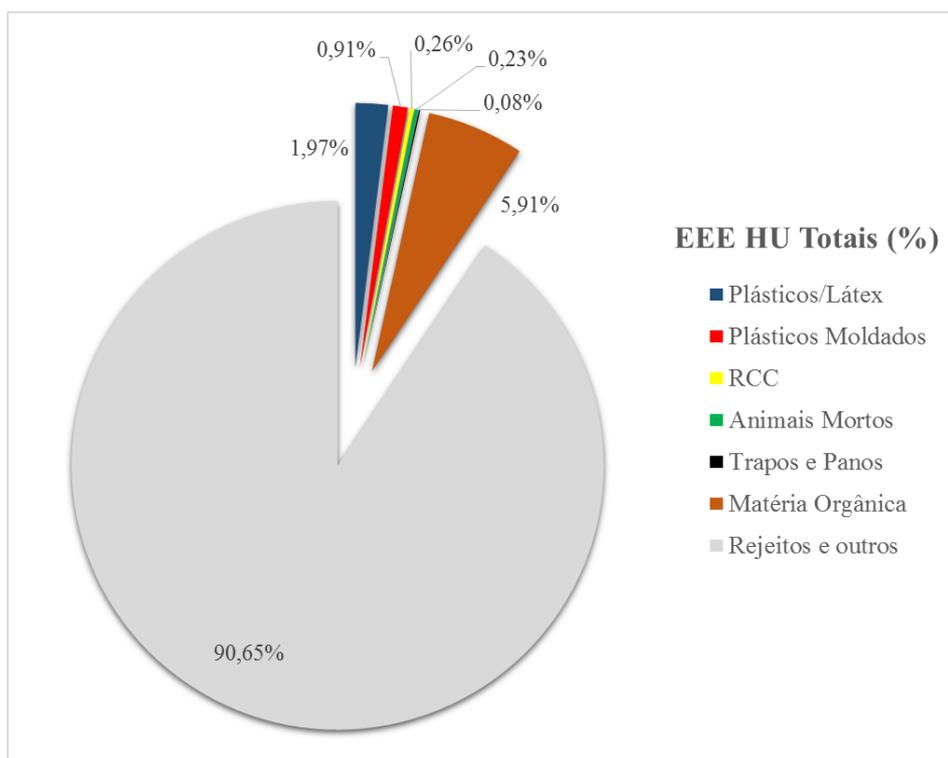


Figura 9 – Composição gravimétrica (%) dos totais dos resíduos sólidos observados na EEE HU/Trindade.
Fonte: Autora, 2022.

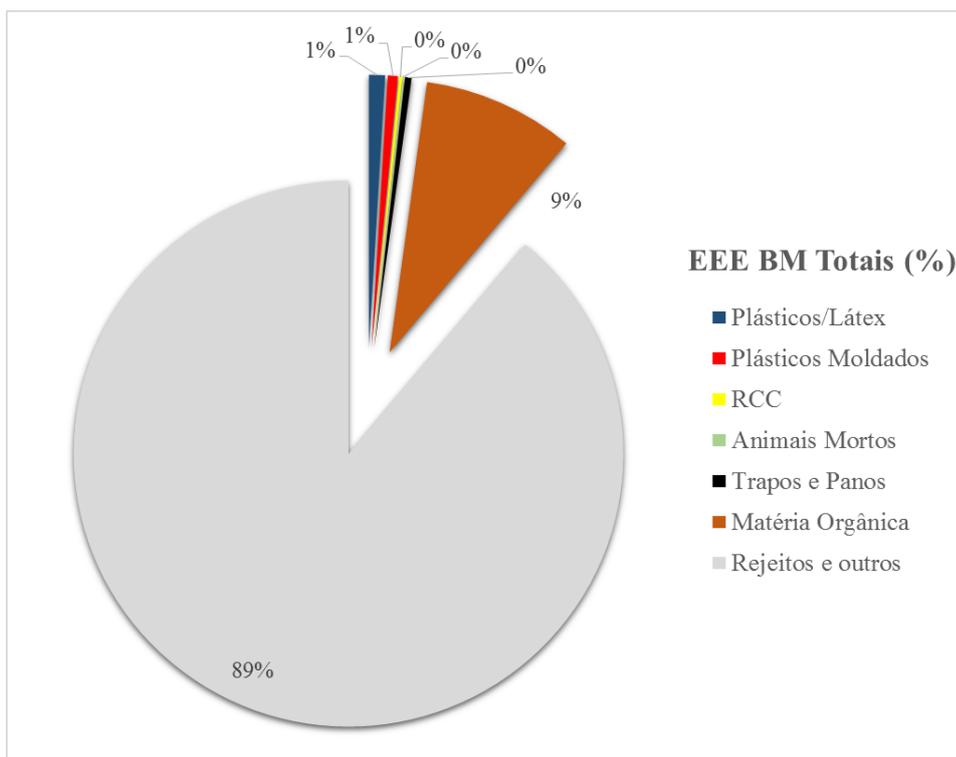


Figura 10 – Composição gravimétrica (%) dos totais dos resíduos sólidos observados na EEE Beira Mar Norte.

Fonte: Autora, 2022.

Estes gráficos demonstram a qualificação dos materiais observados por classe, demonstrando que a maior parte dos materiais removidos foram caracterizados como rejeitos ou outros. A representação gráfica dos percentuais totais de ambas as unidades operacionais é muito similar.

Com base nos dados anteriores é possível observar que em segundo maior percentual foram catalogados os resíduos caracterizados por matéria orgânica, ou seja, considerados nesse trabalho como sendo essencialmente os blocos de gorduras que se desprendem das tubulações da rede de esgotamento sanitário e que ficam retidos nas grades.

Na EEE HU/Trindade obteve-se o percentual total de 5,9% de gorduras (correspondente a 6,12 kg) e na EEE Beira Mar Norte cerca de 8,9% (12,83 kg). A Figura 11 mostram-se exemplos dos blocos de gorduras desprendidos das redes considerados matéria orgânica nesse trabalho.



Figura 11 – Exemplificação das gorduras encontradas nas amostras de estudo, considerados na classe de matéria orgânica.

Fonte: Autora, 2021.

Em terceiro maior percentual observaram-se os plásticos moles e látex em ambas as EEE, sendo cerca de 2,0% (2,05 kg) na EEE HU/Trindade e 0,9% (1,35 kg) na EEE Beira Mar Norte, conforme dados da Tabela 5. Em menores percentuais tem-se ainda os plásticos moldados e as outras classes de resíduos adotados, sendo bem pouco expressivos em relação aos totais.

A

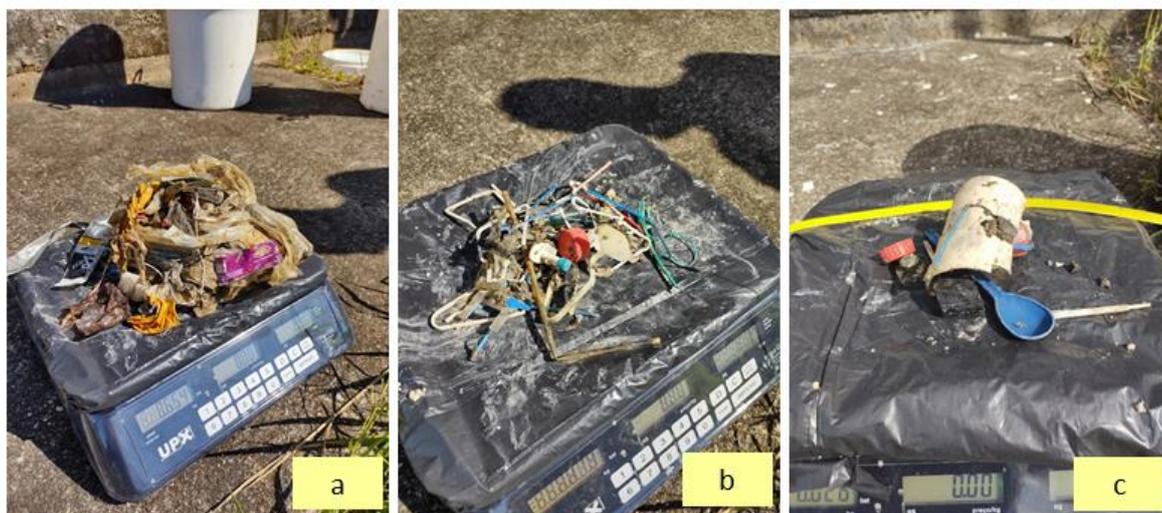


Figura 12 mostra exemplos dos resíduos considerados na classe de plásticos moles e látex sendo pesados (Figura 12a) e dos plásticos moldados (Figura 12b e Figura 12c). Os plásticos moles são formados basicamente por embalagens de alimentos no geral e sacolas plásticas. Os plásticos moldados são resíduos diversos, basicamente embalagens de produtos de higiene, talheres, embalagens de produtos de limpeza, alimentos e outros similares. O que se observa é que são resíduos comumente

gerados no ambiente residencial ou que são de alguma forma carregados pelos sistemas de drenagem urbana às unidades operacionais de esgotos.

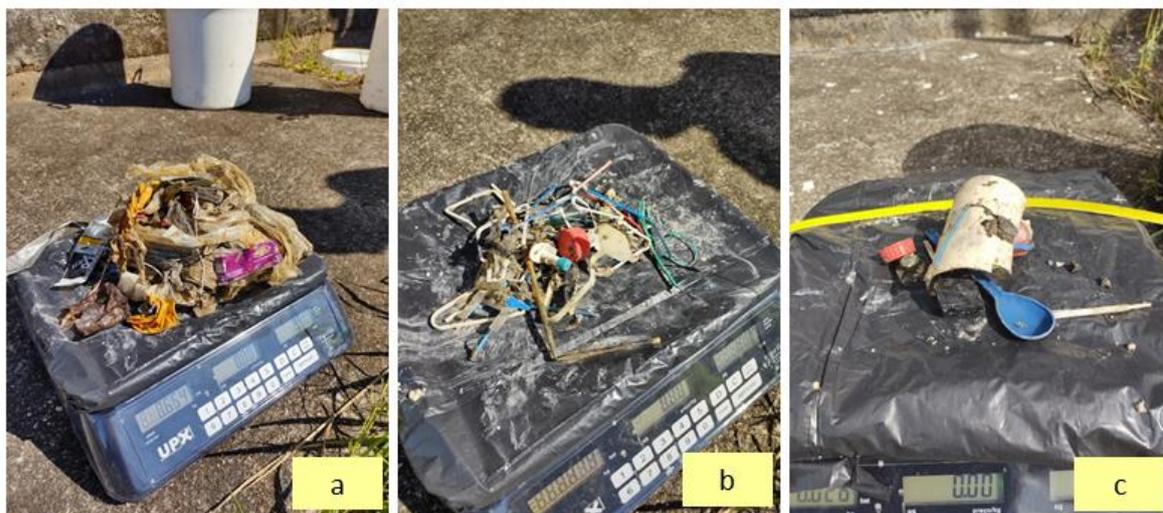


Figura 12 – Exemplificação dos plásticos moles e látex (a) e plásticos moldados (b;c).
Fonte: Autora (2021).

Nas Figura 13 e Figura 14 são apresentados os gráficos com os dados da composição gravimétrica (%) de cada amostragem realizada para a EEE HU/Trindade e nas Figura 15 e Figura 16, esses para a EEE Beira Mar Norte.

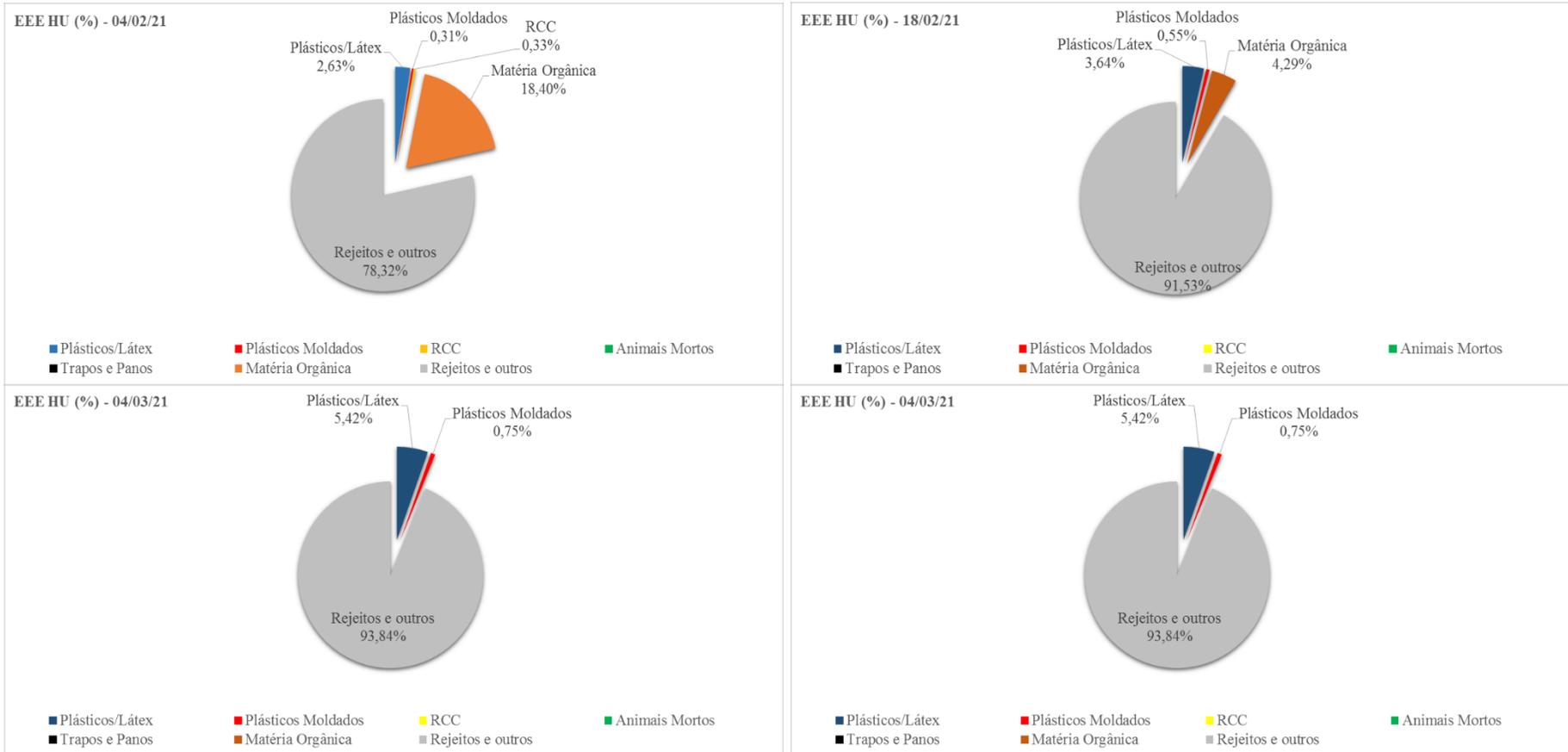


Figura 13 – Gráficos da Composição Gravimétrica por amostragem da EEE HU/Trindade.

Fonte: Autora, 2022.



Figura 14 – Gráficos da Composição Gravimétrica por amostragem da EEE HU/Trindade - Continuação.

Fonte: Autora, 2022.

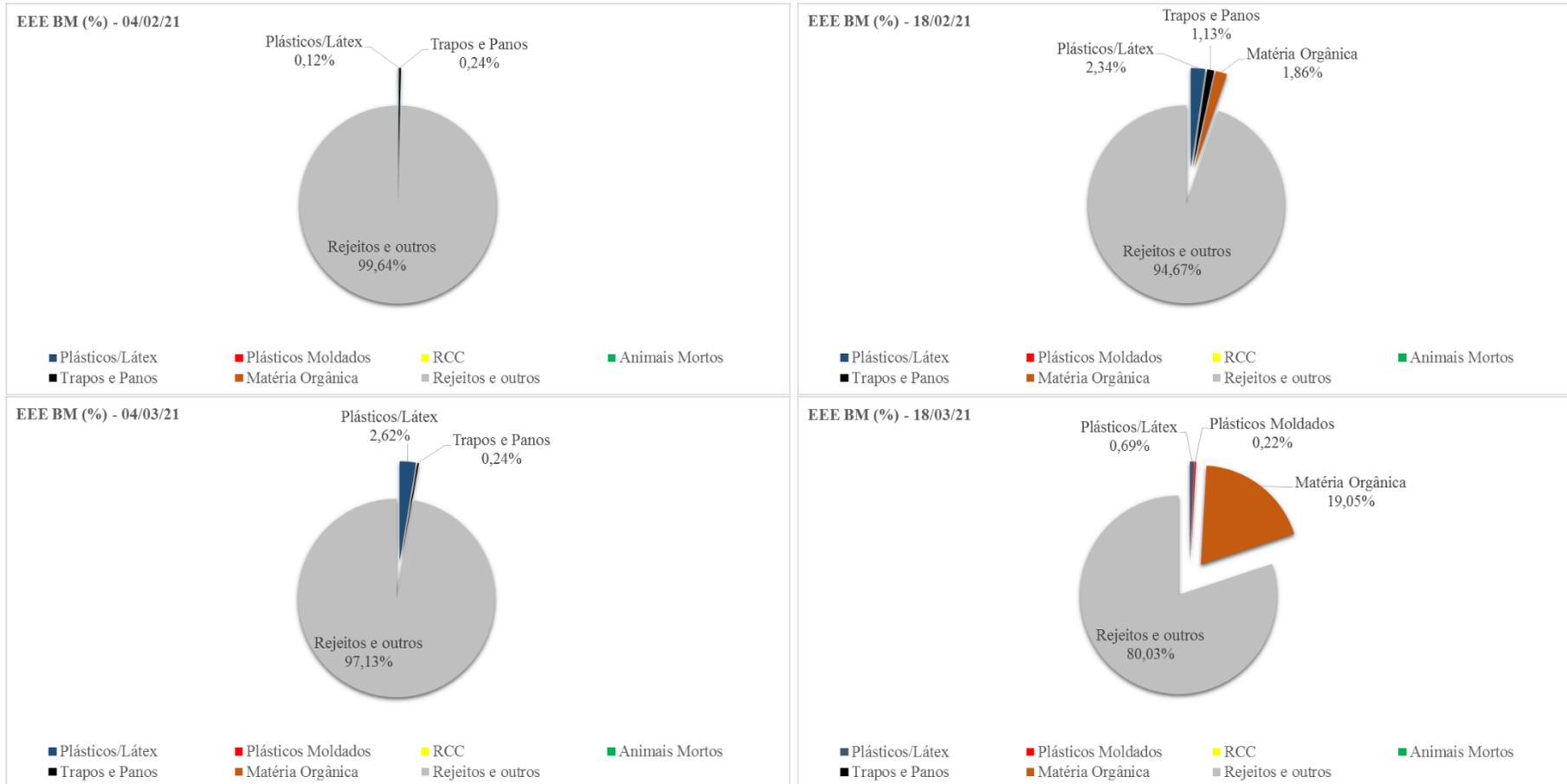


Figura 15 – Gráficos da Composição Gravimétrica por amostragem da EEE BM.

Fonte: Autora, 2022.

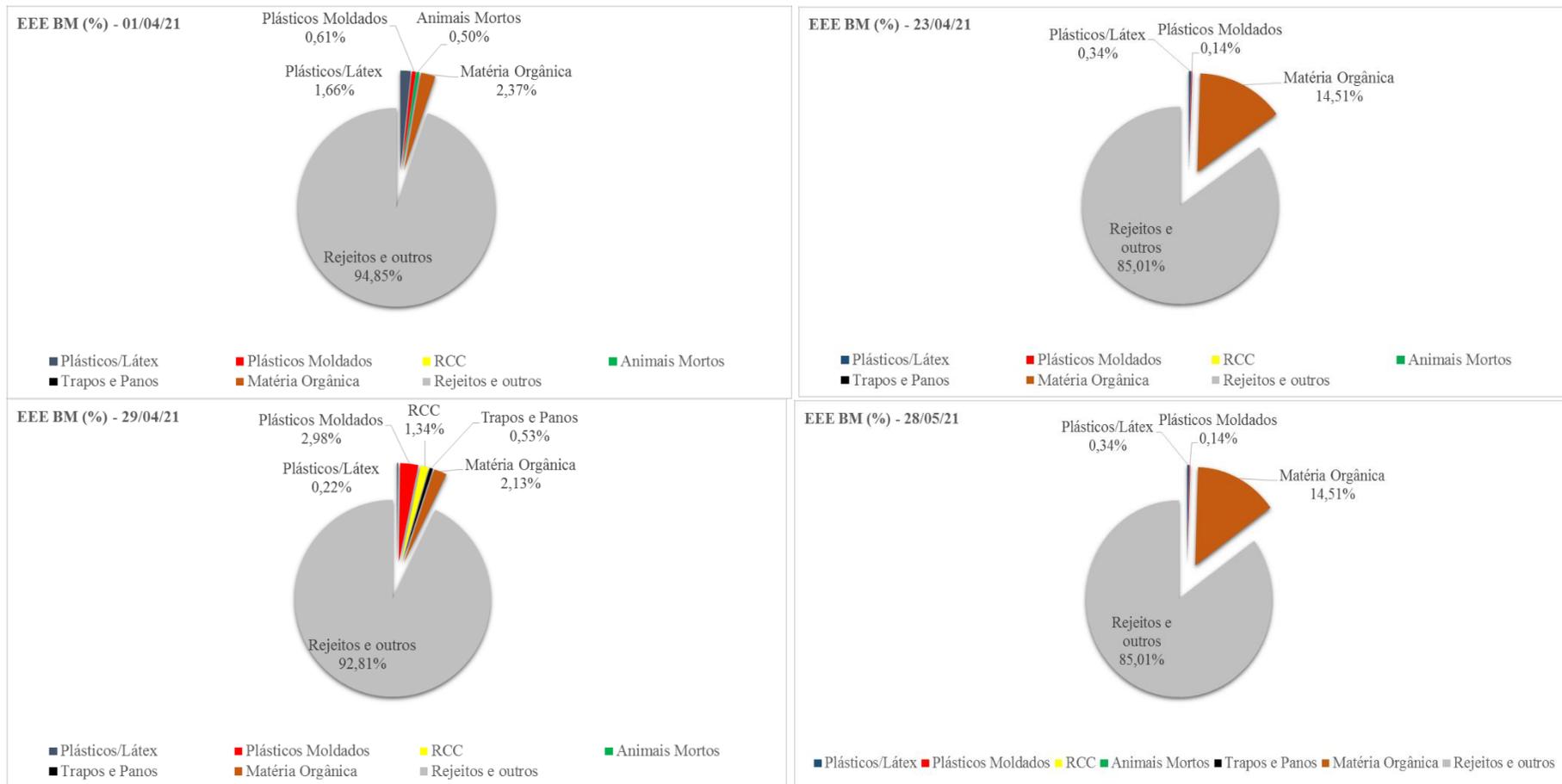


Figura 16 – Gráficos da Composição Gravimétrica por amostragem da EEE BM - Continuação.

Fonte: Autora, 2022.

Morgado e Inácio (2014) foi referencial na execução deste trabalho apesar dos autores terem realizado a identificação muito mais detalhada de materiais, inclusive com identificação laboratorial de trapos, tecidos entre outros, identificando se eram compostos de fibras naturais ou sintéticas, por exemplo.

Microresíduos tais como bitucas de cigarro, hastes de cotonetes e até insetos como restos de baratas foram alvo da identificação dos estudos realizados pelos autores nas unidades operacionais da SABESP em São Paulo. Mesmo assim, com as adaptações ou simplificações do presente estudo, uma vez que só foram realizadas as pesagens dos materiais que puderam ser identificados a olho nú e facilmente segregados manualmente, os resultados desse trabalho foram ao encontro do que obtiveram Morgado e Inácio (2014) como será discutido a seguir.

Assim como no trabalho daqueles autores, a característica dos rejeitos e outros é uma massa homogênea, em estado de putrefação composta por material fibroso, cabelos, restos sanitários e material orgânico. A segregação em materiais ou resíduos de forma detalhada não foi simples, por isso também o resultando desta classe em quantidades e conseqüentemente percentuais maiores nas amostras.

Morgado e Inácio (2014) quanto aos resultados totais (independente do tamanho das grades, se finas ou médias), encontraram cerca de 80% dos resíduos em percentual nas unidades de gradeamento caracterizadas por essas fibras e materiais que não podem ser facilmente dissociados. Neste, conforme já apresentado foram encontrados cerca de 90,7% desses tipos de materiais observados na grade da EEE HU/Trindade e 88,9% para a EEE Beira Mar Norte.

O que se observou nas amostragens em campo que esta classe contém em grande parte fibras e restos do que são as folhas de lenços umedecidos, material que compõe fraldas descartáveis e absorventes íntimos, compostos de “TNT” (têxtil não tecido). O descarte desses materiais é indevido nas instalações hidrossanitárias, uma vez que deveriam ser descartados nos lixeiros dos banheiros, como rejeitos sanitários pela população. Diferentemente do papel higiênico que tem fácil degradação, essas fibras artificiais não se degradam facilmente e podem causar uma série de problemas em especial danos às bombas, pois facilmente ultrapassam os gradeamentos aderindo-se às pás dos equipamentos.

Foi ainda bastante observado látex de preservativos masculinos (camisinhas). Em peso (kg) e, conseqüentemente, em percentuais, não foram relevantes no presente trabalho até mesmo pelas capacidades de pesagem da balança utilizada e, assim optou-se por uní-los aos plásticos moles.

Mesmo assim, entende-se que a presença desses materiais é indevido e demonstra a pouca conscientização da população frente aos materiais que deveriam ser considerados resíduos e dispostos nas lixeiras para a coleta municipal e não destinados às bacias sanitárias das edificações. Morgado e Inácio (2014) relataram que essa ocorrência deve estar associada a tabus sexuais ou pelo intuito de não serem observados por menores ou pessoas que co-habitam o(s) imóvel(is), assim são enviados às bacias sanitárias e conseqüentemente chegam às unidades operacionais de esgotos.

Os plásticos corresponderam cerca de 18,5% do total catalogado em Morgado e Inácio (2014). Neste trabalho foram cerca de 2,9% e 1,5%, respectivamente às unidades do HU/Trindade e Beira Mar Norte, somando-se as parcelas de plásticos moles, látex e plásticos moldados. Importante destacar que, exceto os látex, deveriam ser encaminhados à coleta seletiva de resíduos sólidos e não serem encontrados nas redes de esgotos sanitários, ou seja, há, portanto, expectativa negativa em relação ao comportamento da população atendida em relação ao manejo do “lixo”.

Os resultados da composição gravimétrica também revelaram na área de estudo a questão da observação de resíduos de gorduras dispostos nas redes de esgotamento sanitário. Como apresentado, cerca de 5,9% e 8,9%, respectivamente na EEE HU e EEE Beira Mar Norte dos resíduos encontrados foram classificados como matéria orgânica, neste tida como essas gorduras. Importante fazer relação desses resultados com o Programa “Floripa Se Liga na Rede” em curso na região de estudo, em especial na área central que abrange a unidade da EEE Beira Mar Norte quanto ao SES Insular.

A maior parte das inconformidades constatadas no Programa refere-se à ausência ou inadequação construtiva quanto às caixas de gordura nas edificações vistoriadas, por exemplo: de todas as vistorias realizadas no Programa (4.398), 2.758 inconformidades, ou seja, 62,7% foram catalogadas quanto essas unidades de retenção de gorduras.

6.1.1 Outras Análises dos Dados das Pesagens

O presente trabalho foi capaz de obter alguns dados primários quanto às pesagens (kg) e a composição gravimétrica dos resíduos grosseiros retirados de unidades de gradeamento do SES Insular e foram feitas outras análises utilizando-se os dados obtidos, tais como correlações entre os resultados das unidades HU/Trindade e Beira Mar Norte que são discutidas abaixo.

A Figura 17 apresenta os gráficos da correlação temporal entre as massas (kg) das duas unidades de estudos ao longo das amostragens realizadas. O primeiro gráfico refere-se aos totais (kg) das duas unidades e os demais as correlações das massas (kg) por material ou resíduo classificado adotado, sendo que foram excluídos os RCC e animais mortos por terem poucos pontos amostrais em ambas as unidades de estudo. Foi calculada a correlação de Pearson para as variáveis (MUKAKA, 2012), a qual demonstra a correlação entre duas variáveis lineares indicando se a correlação é positiva ou negativa e a força dessa correlação, variando de -1 e + 1.

Os resultados foram: (i) Correlação entre os totais: 0,533; (ii) Correlação Plásticos/látex: 0,417; (iii) Correlação Plástico moldado: 0,781; (iv) Correlação Trapos e panos: 0,167; (v) orrelação Matéria orgânica: -0,205; (vi) Correlação para Rejeitos: 0,642.

A maior correlação positiva deu-se com os dados de massa (kg) para os plásticos moldados, na sequência para os rejeitos ou outros e, após para os totais amostrados nas unidades operacionais estudadas. Porém apenas a correlação para os plásticos moldados pode ser considerada forte (0,7 a 0,9); já as demais resultaram moderadas (0,5 a 0,7).

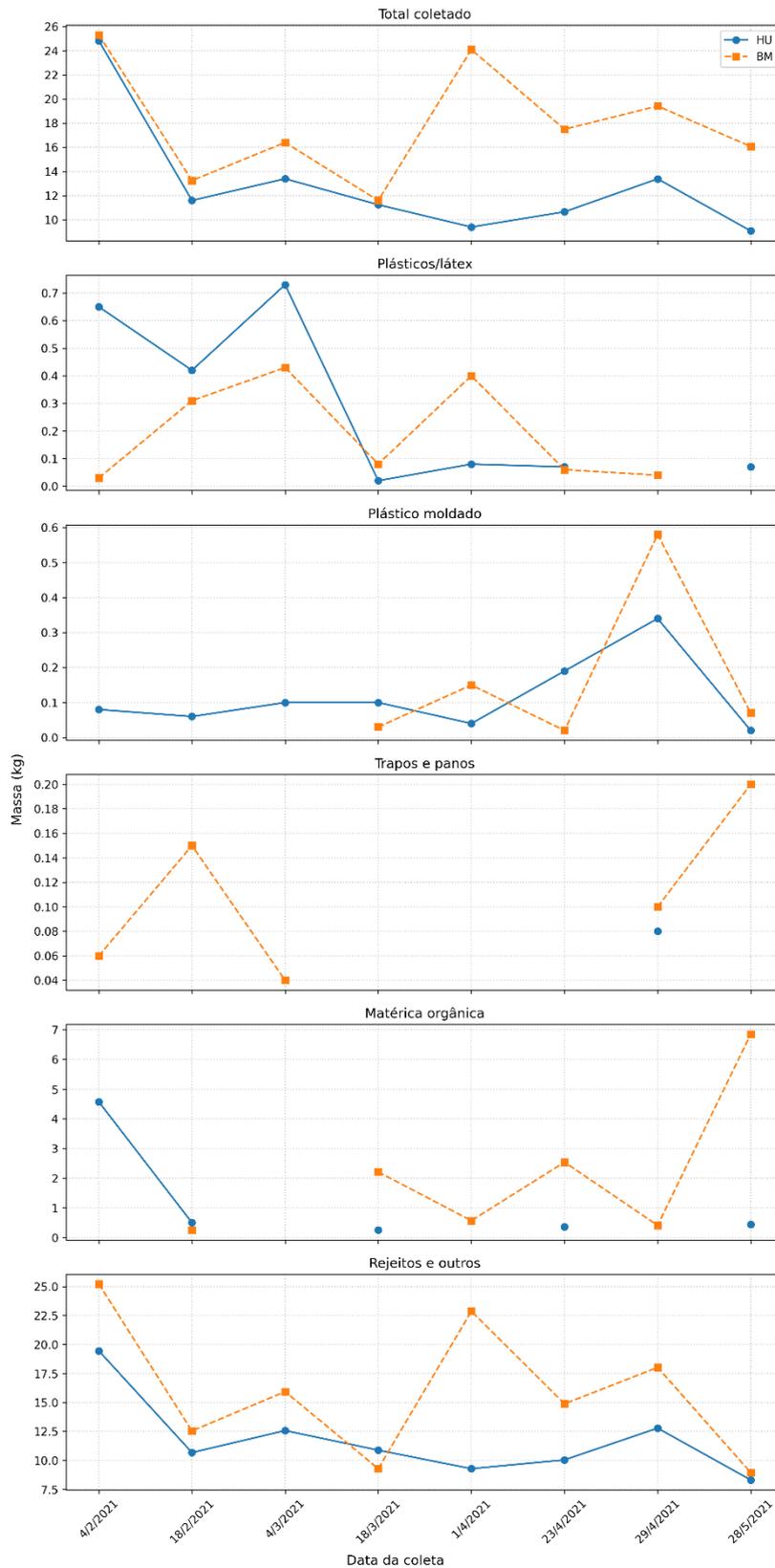


Figura 17 – Gráficos de Correlação Temporal das massas totais (kg) e da massa (kg) por classe de resíduos, exceto RCC e animais mortos.

Fonte: Autora, 2022.

Complementando os dados apresentados elaborou-se também gráfico de correlação entre as unidades operacionais de estudo quanto às massas totais (kg) o que é mostrado na Figura 18. Tratam-se dos dados da Tabela 2. A correlação entre os totais de ambas as unidades foi considerada forte devido a tendenciosidade gerada pelo ponto extrema e que, para melhorar a correlação, seria necessário o preenchimento da curva com mais pontos.

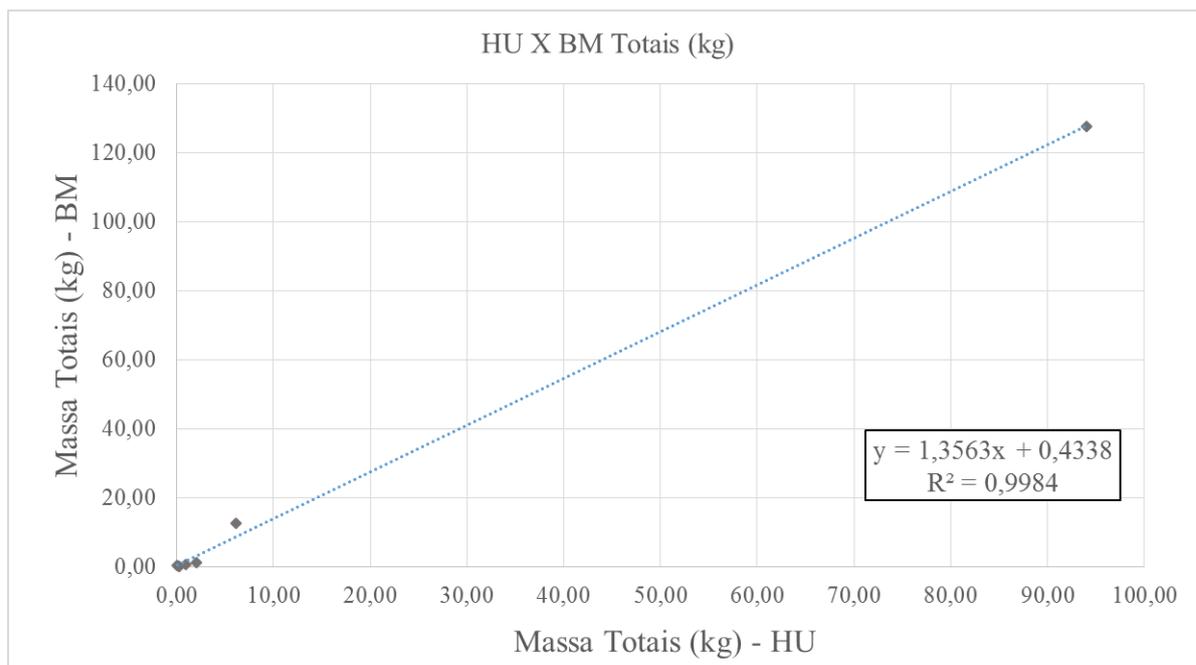


Figura 18 – Gráfico de Correlação entre as massas totais (kg) das Unidades de estudos.
Fonte: Autora, 2022.

6.2 RESÍDUOS ENCONTRADOS E A OCORRÊNCIA DE EVENTOS DE CHUVA

A presença de plásticos nos resíduos grosseiros de unidades operacionais de esgotamento sanitário também pode ser destacada em relação à carreamento desses resíduos pelas chuvas ao atingirem os sistemas de drenagem pluvial urbana. Sabe-se que na maioria das cidades, como discutido na revisão bibliográfica deste trabalho, não há uma separação adequada entre os sistemas operantes de drenagem e dos esgotos sanitários devido à existência de cenário de ligações clandestinas ou insuficiência dos sistemas, ou ainda problemas quanto aos serviços de coleta municipal de resíduos, serviços de limpeza de vias e asseio dos espaços urbanos.

Uma vez que os serviços públicos de manejo de resíduos sólidos, de varrição ou limpeza urbana sejam ausentes ou insuficientes, sabe-se que maior será a quantidade de material depositado indevidamente em vias e logradouros públicos. Na ocorrência de eventos de chuvas, esses são carreados até a drenagem urbana por meio dos bueiros e galerias, podendo atingir o sistema de esgotos sanitários

quando da ocorrência de ligações clandestinas. Ou diretamente os SES por meio de poços de visitas ou das estações elevatórias eventualmente desprotegidos.

A quantidade de resíduos depositados nas ruas depende ainda da densidade de ocupação da área, do movimento de pedestres e de veículos e, principalmente, do nível de educação da população segundo Tucci, Porto e Barros (1995).

Alguns trabalhos demonstram que há relação e interferências quanto aos sistemas de drenagem urbana e os sistemas de esgotamento sanitário descritos neste trabalho (TUCCI, 1997; POMPÊO, 2000; NEVES E TUCCI, 2008; BERTOLINO et. al. 2018). Esses estudos também discorrem sobre as relações entre a insuficiência dos serviços de limpeza urbana e coleta de resíduos sólidos quanto ao aparecimento de resíduos sólidos nos sistemas de drenagem ou em recursos hídricos.

Quanto a recursos hídricos ou sistemas de drenagem nos quais há o aparecimento de resíduos sólidos podem ser citados ainda outros estudos tais como: ARMITAGE e ROOSEBOOM, (1999); BRITES e GASTALDINI (2007). Esses revelam que o aparecimento de resíduos sólidos em excesso nos sistemas de saneamento, tais como o SES Insular, é uma problemática recorrente, mas que merece atenção em termos de adoção de medida operacionais, de controle, prevenção e de conscientização da população.

Na área de estudo, ou seja, na área central do município de Florianópolis, os serviços de coleta de resíduos sólidos, seja a coleta convencional ou a coleta seletiva de materiais potencialmente recicláveis é considerada como plena, ou seja, em todas as vias e localidades, segundo diagnósticos do Plano Municipal de Gestão Integrada de resíduos sólidos - PMGIRS, Plano de Coleta Seletiva - PMCS (Prefeitura de Florianópolis, 2017) e o Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico – PMISB em atual processo de revisão (Prefeitura de Florianópolis, 2021).

Contudo, sabe-se que o ambiente urbano é dinâmico e o comportamento das pessoas interfere muito nas condições de asseio locais, por mais que os serviços sejam adequadamente prestados, não há uma totalidade na permanência de uma condição ótima ou perfeita da ausência de resíduos e outros detritos pelas vias ou ambientes públicos das cidades.

GALARZA (2016) e GAVA (2012) realizaram estudos sobre a presença de resíduos sólidos em sistemas de macrodrenagem da bacia hidrográfica do Itacorubi (Rio do Meio) em Florianópolis, bacia esta inserida em parte no atendimento do SES Insular e próxima à localização da Bacia de esgotamento sanitário F na qual insere-se a EEE HU/Trindade.

Tais estudos demonstraram que o ambiente e os tipos de uso e ocupação do solo no entorno dos cursos de água urbanos e os serviços públicos prestados pela prefeitura quanto ao manejo de resíduos e limpeza urbana têm relação direta com os sistemas de drenagem urbana existentes e o aparecimento de resíduos nessas macrodrenagens ou córregos. Além disso, a conscientização da população residente e a

existência de interferências ou inconformidades tais como ligações clandestinas também foram relatados como fatores dessa problemática em Florianópolis.

Um dos objetivos deste trabalho era analisar a possível relação do aparecimento de resíduos sólidos nos gradeamentos das EEE do SES Insular estudadas após a ocorrência de eventos de chuva. Esperava-se analisar se haveria, por exemplo, maior quantidade de resíduos em razão de ocorrência de chuvas antecedentes ou se haveria alterações na composição gravimétrica após esses eventos.

Conforme mencionado na Metodologia, duas estações pluviométricas foram alvo de busca de dados, entretanto a estação localizada na Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC operada pelo Laboratório de Hidrologia – Labhidro não possuía dados disponíveis para o período de realização desse trabalho.

Já a estação existente na ETE Insular possuía dados diários medidos, os quais foram gentilmente cedidos pela CASAN e estudados. Contudo, para o período de realização das pesagens que foi de Fevereiro a Maio de 2021 e, nos dias antecedentes às pesagens, não houveram dados por dois motivos: ao acaso, não foram dias medidos pela estação ou os dias que antecederam às amostragens não ocorreram eventos de chuva. Assim, esta análise resultou prejudicada e não pode ser realizada por falta de dados de pluviometria.

Decidiu-se que a busca por outras estações pluviométricas próximas não seriam representativas dos eventos de chuva que atingissem as unidades operacionais, pois estão localizadas em outras bacias hidrográficas. Entende-se que estes estudos possam ser realizados e que, possivelmente, trarão resultados sobre esta temática interessantes para fins de discussão sobre o potencial impacto de resíduos sólidos em unidades de esgotamento sanitário após eventos de chuva.

6.3 AÇÕES PARA O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS NAS UNIDADES DE SES

A presença de resíduos sólidos em unidades operacionais de sistemas de esgotamento sanitário é algo que faz parte das atividades diárias de manutenção e limpeza das operadoras e concessionárias, uma vez que o ambiente urbano é dinâmico e possui uma série de fatores e eventos que potencializam ou causam o aparecimento desses materiais nas unidades instaladas. Mesmo em projetos e sistemas altamente tecnológicos ou robustos e em situações ideais de projeto e separação de outros sistemas, como os de drenagem urbana, é possível afirmar que sempre haverá algum tipo de material a ser removido dos gradeamentos ou outras partes do mesmo.

O gerenciamento desses e a destinação ambientalmente adequada é obrigação das responsáveis conforme Lei Federal nº 12.305/2010 como também a elaboração de planos de gerenciamento de resíduos sólidos – PGRS específicos que determinarão os procedimentos e métodos para tal. Portanto, é imprescindível que as operadoras observem as legislações já existentes e outras normas ou regulamentações locais que os órgãos municipais ou setoriais exijam município à município, bem como obedecendo-se licenças ambientais dos sistemas, no que couber para lidar com o tema.

Entretanto, em um cenário ideal ou desejado, mesmo que não se possa eliminar por completo a presença de resíduos grosseiros em unidades de esgotamento sanitário, é possível que se adotem medidas que visem sua diminuição.

O custeio operacional de serviços de limpeza e manutenção das unidades localmente, bem como consertos, trocas ou manutenções em equipamentos e nas próprias instalações pode ser considerado alto, além de serem serviços que devem ser feitos diariamente a depender do tamanho da unidade ou de sua abrangência no SES ou ainda períodos de chuva, etc. Infere-se que há uma grande demanda de pessoal, materiais, recursos econômicos envolvidos nesse gerenciamento.

Mesmo sistemas automatizados de limpeza de grades e outras partes do SES são prejudicadas pelo excesso de resíduos grosseiros e podem apresentar mau funcionamento, requerer manutenções constantes e acompanhamento *in loco* de seu funcionamento evitando-se panes e prejuízos operacionais indesejados, tais como paradas inesperadas.

Observa-se, por exemplo, a fotografia na Figura 19 do pátio de manutenção e de depósito de carcaças de bombas da operadora CASAN do SES Insular em Florianópolis, sabendo-se que a imagem refere-se apenas à porção externa, cujas carcaças podem ser guardadas deste modo (há um galpão com as unidades em manutenção ou guarda para reaproveitamento de peças ou partes). Ou seja, a presença excessiva de resíduos grosseiros nas redes e estações elevatórias é um problema relevante para equipamentos, tamanha a necessidade de trocas, manutenções e reparos relatada pelos funcionários da Companhia.



Figura 19 – Parte do pátio de manutenções e reparos de equipamentos e guarda de carcaças de bombas do SES Insular – Florianópolis (CASAN).

Fonte: Autora (2021).

Morgado e Inácio (2014) discorreram sobre algumas ações de controle ou mitigação para a presença de resíduos grosseiros nas unidades operacionais estudadas em São Paulo, as quais podem ser intensificadas ou adotadas para a problemática no sistema de estudo em Florianópolis ou outras cidades, entre elas:

Aumento da frequência de manutenções e limpezas em grades ou outras partes dos sistemas como redes e elevatórias, mesmo que num mesmo dia operacional. Indicaram que em dias de chuva a frequência deve ser ainda maior.

Por exemplo, em Florianópolis, no SES Insular, as manutenções são diárias, nas duas unidades de estudo deste trabalho, sendo ao menos uma vez por dia na EEE HU/Trindade e duas vezes na EEE Beira Mar Norte. Contudo, essa frequência não é modificada em dias de chuva, apenas se há de fato extravazamento da unidade ou algum problema pontual que saia do convencional.

Mesmo assim, por exemplo na EEE HU/Trindade quando a mesma está cheia, extravazando ou entupida, o operador não consegue fazer a remoção dos resíduos na grade, devendo o nível de esgoto primeiro baixar, o evento de chuva cessar e então verificar o problema de acúmulo excessivo de resíduos ou na bomba existente.

Entende-se que a própria concepção da EEE neste caso não permite que manutenções corretivas sejam de fato efetivas e ágeis quando da ocorrência de algum problema na unidade.

Impactos neste interím podem ocorrer, tais como extravasamento de esgoto da EEE atingindo o sistema de drenagem ou outros ambientes no entorno.

É portanto, sugerido que seja avaliado o aumento de verificações *in loco* do operador responsável pela limpeza, em especial em dias de chuvas. Outra sugestão seria implantar sistemas automatizados de limpeza de grades, funcionando em sistema horário de remoção dos resíduos grosseiros ou outra frequência de automatização. Na EEE Beira Mar Norte há sistema em implantação e em fase de testes para tal. Essa adoção tem relevante custo de projeto e/ou instalação, porém diminui consideravelmente os custos com mão-de-obra, uma vez que a limpeza ocorrerá pelos equipamentos e haverá necessidade apenas de remoção posterior dos resíduos retirados.

A depender do tipo de sistema ou área disponível, os resíduos removidos podem até mesmo ser despejados em container diretamente para coleta e transporte, em especial se na fase de projeto os sistemas automatizados de limpeza possam ser definidos/concebidos.

Outra medida é a definição de projetos de grade em série, com diferentes faixas de espessura entre grades, uma vez que materiais mais grossos são retidos na primeira grade e assim por diante em grades médias e finas, etc. Essas concepções devem ser previstas na fase de projetos das EEE e de outras unidades operacionais dos sistemas, desde que haja área e condições para tal, cujas características são locais.

Adotar nas EEE e outras partes dos SES, sempre que possível, o uso de unidades operacionais com bomba de reserva, uma vez que havendo problema em uma das máquinas, a outra poderia ser acionada imediatamente, evitando problemas de extravasamento e paradas no bombeamento de esgoto.

A automatização de elevatórias e de outras partes do SES e do monitoramento de condições operacionais da rede de esgoto, com medição em tempo real vazões, pressões, fornecimento de energia elétrica, nível de esgoto, entre outros parâmetros operacionais, inclusive onde for possível, haver monitoramento por câmeras, permite que a operação e a tomada de decisão para envio de pessoal seja feito à distância, de forma muito mais efetiva e rápida, evitando impactos na operação, vazamentos e outros transtornos.

Atualmente com o advento de sistemas de telemetria ou outras automatizações de informação em tempo real é possível obter dados imediatos dos sistemas em um centro de controle operacional – CCO central, por exemplo. Infere-se que mesmo sistemas antigos podem ser adaptados e este tipo de verificação por sistemas de telemetria ou similares.

A instalação de trituradores de resíduos sólidos é citada por Morgado e Inácio (2014), por mais que traga maior consumo de energia elétrica nas unidades operacionais, eventual gasto com manutenções e trocas de equipamentos, desgaste de peças, entre outros, pode ser uma alternativa em unidades específica e onde os projetos permitam tal funcionalidade.

A realização de manutenções preventivas em todas as elevatórias e sistemas de gradeamento, em especial, àquelas com limpeza e manutenção automáticas é também uma ação a ser considerada, evitando-se manutenções corretivas ou paralisações inesperadas das unidades.

Promover de forma sistemática e permanente programas e fiscalizações quanto às interferências dos sistemas de drenagem pluvial e ligações clandestinas nos sistemas de esgotamento sanitário, bem como de Programas como o “Floripa Se Liga na Rede”, tendem a diminuir a ocorrência de prejuízos aos SES em razão de irregularidades relacionadas.

A instalação de caixas de gorduras em todas as edificações no ambiente urbano deve ser premissa de política pública. Também a aprovação de projetos e fiscalização de obras e/ou das questões de vigilância sanitária, tendo como foco os resultados do Programa existente no município, bem como dos dados deste trabalho, cuja presença de gordura(s) no SES foi relevante. Essas questões devem estar bem embasadas em legislações locais, inclusive com a previsão de penalidades nos casos em que haja omissão dos responsáveis, mesmo em edificações mais antigas.

A execução de campanhas e programas para a educação ambiental e sanitária da população é uma forma indireta de buscar a diminuição do envio de resíduos às instalações pertencentes aos SES. Como se observou neste trabalho, boa parte dos resíduos deveriam ser encaminhados às lixeiras e conseqüentemente ao aterro sanitário e não serem dispostos em instalações sanitárias como ralos e vasos sanitários.

Ressalta-se a presença de resíduos como fraldas, absorventes higiênicos, lenços umedecidos, preservativos, etc, os quais não deveriam ser observados em demasia. A observação destes leva à concluir que a população não possui consciência ou conhecimento sobre os serviços públicos, sobre seu funcionamento, sobre quais materiais, efluentes ou resíduos devem ou podem ser destinados caso a caso.

As próprias concessionárias podem implementar campanhas ou informativos direcionados, tais como, por exemplo, nas faturas de água e esgoto, ou ainda produzir materiais informativos em outdoors ou outros formatos que possam abordar o tema. As campanhas podem também abordar as questões de ligações clandestinas ou irregulares de drenagem nos sistemas

de esgotos e vice e versa e orientar sobre a correta execução destas, visando mitigar a origem de resíduos por meio dessas inconformidades de projeto e instalações nas edificações.

Outora possibilidade de mitigação indireta do envio de resíduos aos SES é a adequada execução de serviços de coleta de resíduos sólidos em vias e logradouros públicos, em frequência regular, bem como dos serviços de varrição, sem o envio desses aos bueiros (orientações adequadas aos funcionários).

A exigência e disponibilidade de lixeiras públicas, bem como fiscalização sobre a colocação de lixeiras adequadas nas edificações tende a diminuir o aparecimento de resíduos nas vias públicas, pois organiza e acondiciona adequadamente os resíduos à coleta regular pública.

7 CONCLUSÕES

Foram manipulados neste trabalho o total de 103,6 kg de resíduos na EEE HU/Trindade e 143,6 kg da EEE Beira Mar Norte. Destes, 90,7% dos resíduos ou materiais observados na grade da EEE HU/Trindade foram caracterizados como rejeitos e outros e 88,9% para a EEE Beira Mar Norte. Esse alto quantitativo deu-se em razão da impossibilidade de segregação nas outras classes adotadas devido ao estado de putrefação que os materiais chegaram às EEE de estudo resultando numa massa homogênea de resíduos não identificáveis manualmente.

Na EEE HU/Trindade obteve-se o percentual total de 5,9% de gorduras (correspondente a 6,12 kg) e na EEE Beira Mar Norte cerca de 8,9% (12,83 kg). Em terceiro maior percentual observaram-se os plásticos moles e látex em ambas as EEE, sendo cerca de 2,0% (2,05 kg) na EEE HU/Trindade e 0,9% (1,35 kg) na EEE Beira Mar Norte. Em menores percentuais tem-se ainda os plásticos moldados e as outras classes de resíduos adotados, sendo bem pouco expressivos em relação aos totais.

Os plásticos moles foram basicamente por embalagens de alimentos no geral e sacolas plásticas. Os plásticos moldados foram resíduos diversos, tais como embalagens de produtos de higiene, talheres, embalagens de produtos de limpeza, alimentos e outros similares.

Alguns trabalhos de referência demonstram que há relação e interferências quanto aos sistemas de drenagem urbana e os sistemas de esgotamento o que motivou o estudo quanto à caracterização dos resíduos observados nas EEE e eventos de chuva, contudo isso não foi possível devido à indisponibilidade de dados de chuva nas estações pluviométricas existentes bem como incoerência de eventos nos dias de amostragem de resíduos sólidos.

Entende-se que estes estudos possam ser realizados e que, possivelmente, trarão resultados sobre esta temática interessantes para fins de discussão sobre o potencial impacto de resíduos sólidos em unidades de esgotamento sanitário após eventos de chuva.

Neste trabalho foram indicadas algumas medidas e ações de mitigação do aparecimento de resíduos em unidades de SES, tais como: promover a automatização de limpezas de unidades operacionais, entre elas os gradeamentos de EEE, bem como sistemas telemetria, uso de imagens remotas, entre outros, que facilitem ou disponibilizem informações em tempo real a um centro operacional de controle.

A realização de manutenções preventivas em todas as elevatórias e sistemas de gradeamento, em especial, àquelas com limpeza e manutenção automáticas é também uma ação a ser considerada, evitando-se manutenções corretivas ou paralisações inesperadas dessas.

Outra medida é a definição de projetos de grade em série, com diferentes faixas de espessura entre grades nas entradas das elevatórias ou outras unidades dos SES.

Definir o aumento da frequência de manutenções e limpezas em grades ou outras partes dos sistemas como redes e elevatórias, mesmo que num mesmo dia operacional e ajustar a frequência de inspeções e limpezas com dias de ocorrência de chuvas.

Promover de forma sistemática e permanente programas e fiscalizações quanto às interferências dos sistemas de drenagem pluvial e ligações clandestinas nos sistemas de esgotamento sanitário, bem como prever como política pública efetiva a instalação de caixas de gorduras em todas as edificações no ambiente urbano, inclusive prevendo medidas de penalidades frente a omissões ou irregularidades de instalações prediais sanitárias de qualquer tipo.

Realizar campanhas e programas para a educação ambiental e sanitária da população é uma forma indireta de buscar a diminuição do envio de resíduos às instalações pertencentes aos SES e outra forma é a adequada execução de serviços de coleta de resíduos sólidos em vias e logradouros públicos, em frequência regular, bem como dos serviços de varrição. A exigência e disponibilidade de lixeiras públicas, bem como fiscalização sobre a colocação de lixeiras adequadas nas edificações é também outra medida que pode ser adotada.

Por fim entende-se que o presente trabalho apresentou dados não antes existentes sobre a caracterização e identificação de resíduos grosseiros em especial no SES Insular em Florianópolis, o que poderá servir de referência para a elaboração dos Planos de gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saneamento da Concessionária local ou outras operadoras no Brasil. Têm relevância no que tange à coleta de dados primários, portanto e poderá ser complementado com o estudo de outras unidades operacionais, como gradeamentos das estações de tratamento de esgotos – ETEs ou ampliando a quantidade de EEE para melhor inferência estatística.

Além disso, sugere-se que seja efetivo o desenvolvimento de estudos que relacionem dados de chuva com o aparecimento de resíduos sólidos nas unidades operacionais e caracterização de suas tipologias em razão de intensidades de chuva, por exemplo.

Sugere-se ainda realização de estudos que relacionem a geração de resíduos per capita ou por bacia de esgotos (indicadores) e a quantidade de resíduos observados em determinadas unidades, bem como estudos que façam inferência à população sazonal como no caso de Florianópolis que é uma cidade litorânea e recebe muitos turistas no verão, por exemplo. Infe-

se que poderá haver relações e dados relevantes com o aprofundamento de estudos com tais informações consideradas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA BRASÍLIA. **Descarte inadequado pode obstruir redes de esgoto.** Notícia. <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2019/11/25/descarte-inadequado-pode-obstruir-redes-de-esgoto/>. Novembro, 2019. Acesso em: Mar. 2021.

AISSE, M. M. **Sistemas Econômicos de tratamento de esgotos sanitários.** Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES). Rio de Janeiro. 2000. 192 p.

ALBERTIN, R. M.; MORAES, E. NETO; G. de A.; ANGELIS, B. L. D.; CORVELONI, E. SILVA, F. F. **Diagnóstico da gestão dos resíduos sólidos urbanos do município de Flórida, Paraná.** Revista Agroambiente Online. v. 4. n. 2. Jul./Dez. 2010. p. 118 – 125.

ALKMIN, D. V.; JUNIOR, L. U. **Determinação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos (RSU) do lixão do município de Maria da Fé, Estado de Minas Gerais.** Revista Caminhos de Geografia (online). v. 18. n 61. Março/2017. p. 65-82.

ARCHELA, E.; CARRARO, A.; FERNANDES, F.; BARROS, O. N. F., ARCHELA, R. S. **Considerações sobre a geração de efluentes líquidos em centros urbanos.** Revista Geografia (Londrina). V. 12. N. 1 Jan./Jun. 2003. P. 517-525. Disponível em: <https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/index>. Acesso: Set. 2021.

ARMITAGE, N.; ROOSEBOOM, S. **The removal of litter from storm water conduits in the developing world.** Water Science and Technology. Volume 39, Issue 9, Pages 277–284, 1999.

ASHLEY, R.M., BERTAND-KRAJEWSKI, J. L., HVITVED-JACOBSEN, T. & VERBANCK, M. Solids in sewers; characteristics, effects and control of sewer solids and associated pollutants. Scientific and Technical Report No. 14. London: IWA Publishing. 2004.

ASLAM, M. T. **Settings of solids in raw wastewater – primary setting tanks and storm water tanks.** PhD Thesis. Technische Universitat Graz. 168 p. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário - Procedimento. NBR 12.208.** 1992. 5 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário – Procedimento. NBR 9648.** 1986. 5 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Resíduos Sólidos – Classificação. NBR 10.004.** 2004. 71 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Amostragem de resíduos - Procedimento; NBR 10.007.** 2004. 21 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL – ABES. CÂMARA TÉCNICA DE TRATAMENTO DE ESGOTOS – CTTE. **Nota Técnica 001/2020 – CTTE/ABES: O Novo Coronavírus e os Sistemas de Esgotamento Sanitário no Brasil. Abril, 2020.** 6 p. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1kigV6h7-qyWFNfSrNrXjSPpLVrupmrH_/view. Acesso em: Set. 2021.

AZEVEDO NETTO, J. M.; PERA, A. F.; HESS, M. L.; HESPANHOL, I.; PANNUTI, E. L.; MARTINS, J. A. **Projetos de Sistemas de Esgotos Sanitários.** Secretaria dos Serviços e Obras Públicas. Centro Tecnológico de Saneamento Básico (CETESB/SP). 1971. 318 p.

BERTOLINO, M., KONDAGESKI, J. H., WEINSCHUTZ, R. **Água de Chuva domiciliar no esgoto separador absoluto.** Artigos Técnicos. Revista DAE. Artigos Técnicos. V. 66. N° 23. Out./Dez. 2018. DOI:10.4322/dae.2018.035

BORTOLOTTO, N. POLETO, C. **Análise Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Grosseiros de Unidades Operacionais do Sistema de Esgotamento Insular, Florianópolis – SC.** Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação – RBCTI. V. 6. N° 1. 2021. ISSN: 2359-4748. DOI: <https://doi.org/10.18554/rbcti.v6i1.5402>. Acesso em: Set. 2021.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Insitui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos,

regulamenta o Inciso XIX do Art. 21 da Constituição Federal e altera o Art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.795, de 27 de abril de 1999.** Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.

BRASIL. **Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020).

BRASIL. **Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

BRASIL. **Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados.

BRASIL. **Lei nº 13.005, de 25 de Junho de 2014.** Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências. Disponível em: <https://pne.mec.gov.br/18-planos-subnacionais-de-educacao/543-plano-nacional-de-educacao-lei-n-13-005-2014>. Acesso em: nov. 2021.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA). **Instrumentos das Políticas da gestão dos serviços públicos de saneamento básico. Lei Nacional de Saneamento Básico: perspectivas para as políticas e gestão dos serviços públicos.** Coord. Berenice de Souza Cordeiro. Brasília. 2009. 239 p. Disponível em: https://www.embasa.ba.gov.br/images/documents/1518/20180809_LIV_LeiNacionaldeSaneamentoBasico.pdf#page=34. Acesso em: Set. 2021.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Aplicação controlada de água residuária e lodo de esgoto no solo para melhorar e incrementar a agricultura do semi-árido nordestino.** Brasília. FUNASA. 2007. 120 p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento - SNS. Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento - SNIS. **25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos.** 2019. Brasília. 2020. 183 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **ProNEA – Educação Ambiental por um Brasil Sustentável.** Brasília. 2018. 5ª Edição. 104 p.

BRITES, A.P; GASTALDINI, M.DO C.C. **Avaliação da Carga Poluente no Sistema de Drenagem de Duas Bacias Hidrográficas Urbanas.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos. v. 12, n. 04, p. 211–221, 2007.

BORGES, N. B.; CAMPOS, J. R.; FERREIRA, G. T. **Caracterização e Aproveitamento dos resíduos removidos nos gradeamentos e desarenadores de estações de tratamento de esgotos.** ANAIS Congresso da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES). FENASAN. 2017. III-034. 11 p. Disponível em: <http://abes.locaweb.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento36/TrabalhosCompletoPDF/III-034.pdf>. Acesso em: Jan. 2021.

BORGES, N. B. **Aproveitamento dos resíduos gerados no tratamento preliminar de estações de tratamento de esgoto.** 2014. 238 f. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

CASAN. **Final de ano em Laguna: lixo nas redes de esgoto exige monitoramento e limpezas permanente.** Notícia. <https://www.casan.com.br/noticia/index/url/final-de-ano-em-laguna-lixo-nas-redes-de-esgoto-exige-monitoramento-e-limpezas-permanentes#0>. Janeiro, 2021. Acesso em: Mar. 2021.

CANHOLI, Aluísio Pardo. Drenagem Urbana e Controle de Enchentes. 2ª ed. São Paulo. Editora Oficina de Textos, 2014. 478 p. ISBN 978-85-7975-160-8.

CEMPRE. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado.** Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE). André Vilhena Organizador. 4. ed. São Paulo. 2018. 316 p.

COMPESA. **Campanha para descarte adequado de resíduos no esgoto reduz em 50% extravasamentos.** Notícia. <https://servicos.compesa.com.br/campanha-para-descarte-adequado-de-residuos-no-esgoto-reduz-em-50-extravasamentos/>. Maio de 2018. Acesso em: Mar. 2021.

CONSEMA. **Resolução nº 98, de 05 de Julho de 2017.** Aprova nos termos do Inciso XIII, do Art. 12, da Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009, a listagem das atividades sujeitas ao licenciamento ambiental, define os estudos ambientais necessários e estabelece outras providências.

CONSEMA. **Resolução nº 99, de 05 de Julho de 2017.** Aprova nos termos do Inciso XIV, do Art. 9º, da Lei Complementar Federal Nº 140, de 08 de dezembro de 2011, a listagem das atividades ou empreendimentos que causam ou podem causar impacto ambiental de âmbito local, sujeitas ao licenciamento ambiental municipal e estabelece outras providências.

DINIZ, M. A. O. M.; MELO, D. C. P.. **Potencial aproveitamento de lodo de ETE na construção civil em Recife/PE.** Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.10, n.5, p.187-203, 2019.

FIRJAN. **Manual de Gerenciamento de resíduos.** Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2019. 35 p.

FREITAS, R. X. A.; MELO, G. A. **Avaliação do uso de biocomposto de lodo de esgoto como substrato para produção de mudas.** Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas. Revista de Monografias Ambientais – REMOA. V. 12. N. 12. Agosto, 2012. P. 2665-2673.

GALARZA, L. H. W. **Modelagem da Dinâmica de Sistemas de Geração de Resíduos na Drenagem Urbana na Bacia do Itacorubi, em Florianópolis – SC.** Dissertação de Mestrado ao Programa de Pós-graduação em engenharia ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. 2016.

GAVA, T. **Análise das características que Influenciam no surgimento dos resíduos sólidos urbanos na rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio do meio, Município De Florianópolis/SC.** Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. 2012.

GUADAGNIN, M. R.; OENING, A. S.; LIMA, B. B.; DAL PONT, C. B.; VALVASSORI, M. L. **Estudo de composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos em municípios do sul catarinense.** Simpósio Internacional De Qualidade Ambiental. 2014. Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: ABES, 2014.

IBAM. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.** José Henrique Penido Monteiro (Coordenador). Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM). 2001. 204 p.

IBGE. **Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação brasileiros com data de referência de 1 de Julho de 2020.** Rio de Janeiro. 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/florianopolis/panorama>. Acesso em: Mar. 2021.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos.** 4 ed. Rio de Janeiro. 2005. 932 p.

LINS, E. A. M.; FERREIRA, N. S.; LINS, A. S. B. M. **Análise da Viabilidade do lodo de uma estação de tratamento de esgoto como insumo para um tijolo ecológico.** 2º Congresso

Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade – CONRESOL. Foz do Iguaçu. Paraná. ANAIS. 2019.

MARIM, C. B.; KRIESER, G.; FEIJÓ, J.; PEDRELLI, T. D. **Identificação das ligações prediais de esgoto irregulares ou clandestinas em um município do litoral de Santa Catarina.** Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. Rio de Janeiro – RJ. 2015. Disponível em: <https://abesnacional.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento29/TrabalhosCompletoPDF/II-133.pdf>. Acesso: Set. 2021.

MEDEMA, G.; HEIJNEN, L.; ELSINGA, G., ITALIAANDER, R. BROUWER, A. **Presence of SARS-Coronavirus-2 in sewage.** Environmental Science & Technology Letters. doi: 10.1021/acs.estlett.0c00357. Julho, 2020.

MENEZES, R. O.; CASTRO, S. R.; SILVA, J. B. G.; TEIXEIRA, G. P.; SILVA, M. A. M. **Análise estatística da caracterização gravimétrica de resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso do município de Juiz de Fora, Minas Gerais.** Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental. v. 24. n. 2. Rio de Janeiro. Mar./Abr. 2019. Artigo Técnico. p. 271-282.

METCALF & EDDY. **Wastewater Engineering - Treatment and Reuse.** 4th ed. New York, USA: McGraw Hill Companies Inc. 2003.

MORGADO, M.; INACIO, G. **Caracterização da composição de resíduos removidos em gradeamento de ETEs.** Revista Hydro. São Paulo. Março, 2014. P. 16 a 27.

NEVES, M. G. F. P. DAS; TUCCI, C. E. M. **Resíduos Sólidos na Drenagem Urbana: Aspectos Conceituais.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 13, p. 125–135, 2008.

PEREIRA, J. A. R.; SILVA, J. M. S. **Rede Coletora de esgoto sanitário: projeto, construção e operação.** 2 ed. Revisada e ampliada. Belém, 2010. 301 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. **Revisão do Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico (PMISB) de Florianópolis. – Versão Preliminar.**

Secretaria Municipal de Infraestrutura. Jan. 2021. 251 p. Disponível em: <http://portal.pmf.sc.gov.br/entidades/infraestrutura/index.php?cms=consulta+publica+pmisb+2021&menu=0>. Acesso em: Fev. e Set. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. Decreto nº 17.910, de 22 de agosto de 2017. **Institui o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) da cidade de Florianópolis para o período de 2018 a 2021 e dá diretrizes para sua revisão.** Acesso em: Set. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. Lei nº 7.474, de 19 de Novembro de 2007. **Dispõe sobre a Política Municipal de Saneamento Ambiental, Cria o Conselho Municipal de Saneamento, Autoriza convênio com a CASAN e dá outras providências.** Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sc/f/florianopolis/lei-ordinaria/2007/747/7474/lei-ordinaria-n-7474-2007-dispoe-sobre-a-politica-municipal-de-saneamento-ambiental-cria-o-conselho-municipal-de-saneamento-autoriza-convenio-com-a-casan-e-da-outras-providencias>. Acesso em: Set. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE INDAIATUBA. **SAAE faz manutenção de poço de visita no Jardim do Sol.** Notícia. <https://www.indaiatuba.sp.gov.br/relacoes-institucionais/imprensa/noticias/25846/>. Setembro, 2017. Acesso em: Mar. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. **Descarte de objetos obstrui rede de esgoto e prejudica funcionamento.** Notícia. <https://www.uberlandia.mg.gov.br/2020/05/13/descarte-de-objetos-obstrui-rede-de-esgoto-e-prejudica-o-funcionamento/>. Maio, 2020. Acesso em: Mar. 2021.

PROSAB; CASTILHO JUNIOR, A. B. DE (COORDENADOR). **Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para Municípios de Pequeno Porte.** Rio de Janeiro: ABES, 2003. v. 32.

POLETO, C.; MARTINEZ, L. L. G. . **Sedimentos Urbanos: Ambiente e Água.** HOLOS Environment (Online), v. 11, p. 1-15, 2011.

POMPÊO, C. A. **Drenagem Urbana Sustentável.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos. V. 5. N. 1. P. 15-24. Jan/mar. 2000. Associação Brasileira de Recursos Hídricos.

SANTA CATARINA. **Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009.** Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências.

SANTA CATARINA. Lei Ordinária nº 10.949, de 09 de Novembro de 1998. **Dispõe sobre a caracterização do Estado em dez regiões hidrográficas.** Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/sc/lei-ordinaria-n-10949-1998-santa-catarina-dispoe-sobre-a-caracterizacao-do-estado-em-dez-regioes-hidrograficas>. Acesso em: Set. 2021.

SANTA CATARINA. SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SUSTENTÁVEL (SDS). CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CRH). **Resolução nº 18, de 29 de Novembro de 2017. Aprova o Plano Estadual de Recursos Hídricos.** Disponível em: http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/mvs/conselho/resolucao/Resolucao_CERH_n_018_aprova_PERH.pdf. Acesso em Set. 2021.

SANTA CATARINA. Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Santa Catarina. Secretaria De Estado do Desenvolvimento Econômico e Sustentável. Diretoria de Saneamento e Meio Ambiente. Florianópolis. SDS, 2018. 400 p. Disponível em: <https://www.sde.sc.gov.br/index.php/biblioteca/recursos-hidricos-e-saneamento/plano-estadual-de-residuos-solidos-de-santa-catarina/1367-plano-estadual-de-residuos-solidos-de-santa-catarina/file>. Acesso em: Set. 2021.

SANTA CATARINA. SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina – PERH/SC.** Disponível em: http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Plano%20Estadual/etapa_e/perh_sc_plano_d_e_acoas-2017-final.pdf. Acesso em: Set. 2021.

SANTA CATARINA. **Lei nº 13.557, de 17 de novembro de 2005. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e adota outras providências.** Disponível em: http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2005/13557_2005_lei.html. Acesso: Set. 2021.

SANTA CATARINA. **Lei nº 13.517, de 04 de Outubro de 2005. Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento e estabelece outras providências.** Disponível em: http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2005/13517_2005_Lei.html. Acesso: Set. 2021.

SILVA, W. R.; POAGUE, K. I. H.; NUNES, J. C. S. **Estudo de viabilidade econômica do aproveitamento comercial de areia retida no tratamento preliminar da ETE Onça – MG.** The Journal of Engineering and Exact Sciences – JCEC. Vol. 04. N. 04. 2018.

SOARES, E. L. S. F. **Estudo da caracterização gravimétrica e poder calorífico dos resíduos sólidos urbanos.** Programa de Pós-graduação em engenharia civil (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro. Dissertação. 150 p.

SOUZA, L. P. S.; SOARES, A. F. S.; NUNES, B. C. R.; COSTA, F. C. R.; SILVA, L. F. de M.; **Presença do novo coronavírus (SARS-CoV-2) nos esgotos sanitários: apontamento para ações complementares de vigilância à saúde em tempos de pandemia.** Vigilância Sanitária em debate. Vol. 8, Nº 3. pp 132-138. 2020.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. L. DE. **Drenagem Urbana.** [s.l.] Abrh/Editora da Universidade/UFRGS, 1995.

TUCCI, C. E. M. **Água no Meio Urbano.** Capítulo 14. Livro Água Doce. Dez. 1997. 40 p.

TUCCI, C. E. M. **Águas Urbanas.** Estudos Avançados. V. 22 (63). P. 97-112. 2008.

VEGA, C.A.; BENÍTEZ, S.O.; BARRETO, M.E.R. **Solid waste characterization and recycling potential for a university campus.** *Waste Management*, v. 28, supl. 1, p. S21-S26. 2008.

VILHENA, A. **Guia da coleta seletiva de lixo.** Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE). São Paulo. 2013. 30 p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2 ed. Belo Horizonte, DESA-UFMG, 1996.

WEF – WATER ENVIRONMENTAL FEDERATION. **Preliminary treatment for wastewater facilities - manual of practice – MOP 2.** 1 ed. Alexandria, EUA, 1994.

ANEXOS



Companhia Catarinense
de Águas e Saneamento

CT/D - 1869

Florianópolis, 15 de dezembro de 2020.

Ao Senhor
Prof. Dr. Cristiano Poletto
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
Av. Bento Gonçalves, nº 9500 – Campus do Vale
91501-970 Porto Alegre – RS
E-mail: cristiano.poletto@ufrgs.br

Senhor Professor,

Com os nossos renovados cumprimentos, e em atenção ao Ofício nº 02/2020, no qual solicita à CASAN a autorização para que a Sra. Nadine Lory Bortolotto, estudante do Programa de Mestrado Profissional da Rede em Gestão e Regulação em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas - ANA, possa desenvolver seus estudos para Dissertação de Mestrado nas unidades operacionais do Sistema de Esgotamento Sanitário Insular em Florianópolis/SC, apresentamos a seguir as nossas considerações.

A solicitação da estudante foi autorizada e deverá ser acompanhada durante todo o período de estudos, nas dependências do SES Insular pela funcionária da Companhia, a Eng.ª Júlia de Araújo Pascal.

Contato: e-mail: jpascal@casan.com.br; telefone: (48) 3271-4516.

Por fim, reiteramos protestos de estima e consideração, ficando à disposição para outros esclarecimentos.

Respeitosamente,

ROBERTA MAAS
DOS
ANJOS:02594576980

Assinado de forma
digital por ROBERTA
MAAS DOS
ANJOS:02594576980

Eng.ª ROBERTA MAAS DOS ANJOS
Diretora-Presidente



Companhia Catarinense
de Águas e Saneamento

Florianópolis, 13 de agosto de 2021.

OFÍCIO Nº 05/2021

Da: GUC – Universidade Corporativa CASAN

Para: Nadine Lory Bortolotto

UFRGS/IPH

Assunto: Resposta a solicitação de dados da CASAN para fins acadêmicos

Em resposta a solicitação dos dados pluviométricos da Estação de Tratamento de Esgoto Insular, encaminhamos documento com as informações de precipitação do período de janeiro à julho/2021 disponibilizado pela GMA/DIREH – Gerência de Meio Ambiente/Divisão de Recursos Hídricos da CASAN.

A CASAN parabeniza pela iniciativa do estudo, e gostaria que, se possível, os resultados obtidos por meio do projeto sejam compartilhados com a Companhia através do e-mail guc@casan.com.br para compor nosso acervo técnico. Além disso, pedimos que referencie e agradeça à CASAN por viabilizar as informações para o desenvolvimento do trabalho.

Permanecemos à disposição para eventuais dúvidas.

Atenciosamente,

Gerência Universidade Corporativa - CASAN