

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

Clarice Schlickmann Rottgers Cardoso

**Análise comparativa dos métodos de coleta seletiva de RSO por bombonas e contentores
no município de Florianópolis/SC**

Florianópolis

2022

Clarice Schlickmann Rottgers Cardoso

**Análise comparativa dos métodos de coleta seletiva de RSO por bombonas e contentores
no município de Florianópolis/SC**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientadora: Eng^a Karina da Silva de Souza,
Msc.

Coorientadora: Eng^a Mariana
Hammerschmitt Ecco.

Florianópolis

2022

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

Cardoso, Clarice Schlickmann Rottgers

Análise Comparativa dos Métodos de Coleta Seletiva de RSO por Bombonas e Contentores no Município de Florianópolis/SC / Clarice Schlickmann Rottgers Cardoso ; orientadora, Karina da Silva de Souza, coorientadora, Mariana Hammerschmitt Ecco, 2022.

88 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Engenharia Sanitária e Ambiental. 2. Resíduos sólidos orgânicos. 3. Coleta seletiva. 4. Valorização de resíduos. 5. Compostagem. I. da Silva de Souza, Karina. II. Hammerschmitt Ecco, Mariana. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. IV. Título.

Clarice Schlickmann Rottgers Cardoso

**Análise comparativa dos métodos de coleta seletiva de RSO por bombonas e contentores
no município de Florianópolis/SC**

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

Florianópolis, 9 de setembro de 2022.

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

Eng^a Karina da Silva de Souza, Msc.
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Eng^a Mariana Hammerschmitt Ecco
Coorientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Banca Examinadora:

Eng^o Marcelo Seleme Matias, Dr.
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

Eng^a Sara Meireles, Msc.
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado aos meus queridos e amados pais, Raquel e Valerio e a todos da minha família. Agradeço o apoio de sempre.

AGRADECIMENTOS

Sou extremamente grata a todos que de alguma forma contribuíram com minha formação acadêmica e com a realização deste trabalho.

Agradeço meu pai e minha mãe por todo apoio necessário, por se esforçarem para que eu sempre tivesse as melhores condições de alcançar meus objetivos e por serem os melhores exemplos de pessoas que eu posso ter. Agradeço também meus irmãos, Gabriel e Otavio por todo o convívio e por todas as situações que passamos juntos. Agradeço também os meus primos, tios e avós, que sempre foram muito presentes em minha vida e sempre trouxeram os melhores sentimentos, nas mais diversas situações.

Agradeço meu namorado Tunai pelo amor, apoio, paciência e dedicação, e que nas horas difíceis sempre esteve e está ao meu lado para acolher e incentivar.

Agradeço a todas as amigas da graduação, em especial Nati, Dai e Lidi com quem convivi esses últimos semestres. Obrigada pelo apoio, pelos desabafos, pelos trabalhos e projetos em grupo, pelas manhãs e tardes na BU, e principalmente pelos momentos de conversas que tornavam os dias na UFSC mais leves. E nesses últimos anos pelas várias reuniões online que a princípio eram para discutir assuntos de aulas, mas no final acabávamos falando sobre outros assuntos da vida (o que era bem mais interessante, não vou mentir), como uma forma de amenizar toda a saudade daquele convívio diário.

Agradeço a todos os servidores da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, com os quais aprendi muito sobre resíduos sólidos nesse ano de estágio e pela disponibilidade dos dados para realização deste trabalho. Também agradeço a Agroecológica, pela ajuda nos dias de amostragem no pátio de compostagem.

Agradeço em especial a orientadora Karina e coorientadora Mariana, por terem aceitado auxiliar na elaboração deste trabalho e pelo direcionamento e contribuições para finalizar este TCC.

Agradeço aos membros da banca avaliadora, Sara e Marcelo, obrigada pelas contribuições no meu trabalho e por terem aceitado o convite de participar da minha avaliação.

“Nada é permanente, exceto a mudança.”

(Heráclito de Éfeso)

RESUMO

A crescente populacional atrelada aos hábitos de consumo gera o aumento desenfreado dos resíduos sólidos, sendo cada vez mais necessárias maneiras de tratamento e destinações ambientalmente adequadas. Os resíduos classificados como sólidos urbanos no geral são divididos em três frações: orgânicos, recicláveis secos e rejeitos. O objetivo deste trabalho foi avaliar comparativamente os métodos de coleta seletiva de resíduos sólidos orgânicos por bombonas e contentores no município de Florianópolis/SC, que ocorre em sete localidades e são destinados à compostagem. A metodologia empregada consistiu na obtenção de dados através de pesquisas documentais, entrevistas, e consultas à base de dados interna da Secretaria Municipal do Meio Ambiente com intuito de descrever os processos de implantação dos dois modelos de coleta, identificar os recursos requeridos, potencialidades e limitações e avaliar a série histórica de resíduos coletados. Além disso, através de pesquisa em campo foi estimado o percentual de contaminantes presentes nas bombonas e nos contentores. As análises realizadas indicaram um percentual de contaminantes no modelo bombonas de 0,68% e no modelo de contentores o resultado foi 2,66% de contaminantes. Os resíduos não compostáveis mais encontrados foram sacolas plásticas, utilizadas comumente para armazenar os resíduos orgânicos. Verifica-se que a coleta seletiva de orgânicos traz inúmeros benefícios e implantá-la nos municípios reduz a quantidade de resíduos sólidos enviados diariamente aos aterros sanitários, contribuindo para aumento da vida útil do aterro, redução da emissão de gases de efeito estufa e retorno de nutrientes ao meio ambiente para produção de alimentos.

Palavras-chave: Resíduos sólidos orgânicos. Coleta seletiva. Valorização de resíduos. Compostagem.

ABSTRACT

The growing population linked to consumerism habits generates the unbridled increase of solid waste, being increasingly necessary ways of treatment and environmentally appropriate destinations. Waste classified as urban solids is generally divided into three fractions: organic, dry recyclables and tailings. The objective of this work was to comparatively evaluate the methods of selective collection of organic solid waste by plastic barrel and containers in the municipality of Florianópolis/SC, which takes place in seven locations and are intended for composting. The methodology used consisted of obtaining data through documentary research, interviews, and consultations with the internal database of the Municipal Environment Department in order to describe the implementation processes of the two collection models, identify the required resources, potentialities and limitations. and evaluate the historical series of collected waste. In addition, through field research, the percentage of contaminants present in the plastic barrel and containers was estimated. The analyzes carried out indicated a percentage of contaminants in the plastic barrel model of 0.68% and in the container model the result was 2.66% of contaminants. The most common non-compostable waste was plastic bags, commonly used to store organic waste. It is verified that the selective collection of organics brings numerous benefits and implementing it in the municipalities reduces the amount of solid waste sent daily to sanitary landfills, giving them a better environmentally adequate destination.

Keywords: Organic solid waste. Selective collect. Waste recovery. Compost.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Hierarquia da gestão dos resíduos sólidos	19
Figura 2 - Metas de Desvio de resíduos secos e orgânicos definidas para.....	20
Figura 3 - Composição gravimétrica média dos RSU coletados no Brasil.	22
Figura 4 - Metas estabelecidas no PLANARES para reciclagem da fração orgânica.	23
Figura 5 - Resultado da caracterização dos resíduos sólidos urbanos de Florianópolis,.....	25
Figura 6 - Comparação dos resultados da caracterização dos resíduos sólidos de Florianópolis, em 1988, 2002 e 2014.	25
Figura 7 - Localização das áreas onde foram analisadas as coletas de RSO, em Florianópolis.....	28
Figura 8 - Representação do Loteamento Jardim das Garças, com presença de condomínios multifamiliares.....	29
Figura 9 - Presença de outros condomínios multifamiliares no Loteamento Jardim das Garças.....	30
Figura 10 - Localização dos PEVs de bombonas no Loteamento Jardim das Garças.....	31
Figura 11 - Rua e residências na comunidade Morro do Quilombo.....	32
Figura 12 - Residências e contentores de rejeitos localizados no Morro do Quilombo	32
Figura 13 - Localização dos PEVs de bombonas na comunidade Morro do Quilombo.	33
Figura 14 - Ruas com calçamento e residências unifamiliares no bairro Monte Verde.	34
Figura 15 - Conjunto Habitacional Parque da Figueira no bairro Monte Verde.	34
Figura 16 - Localização dos PEVs de bombonas no bairro Monte Verde.	35
Figura 17 - Características das residências habitadas e outras em construção no Loteamento Portal do Ribeirão.....	36
Figura 18 - Presença de poucos condomínios multifamiliares e terrenos desocupados no Loteamento Portal do Ribeirão.....	36
Figura 19 - Localização dos PEVs de bombonas no Loteamento Portal do Ribeirão.....	37
Figura 20 - Ruas calçadas e residências unifamiliares no bairro Ratoles.....	38
Figura 21 - Ruas predominantemente residenciais do bairro Ratoles.	39
Figura 22 - Localização dos PEVSs de bombonas no bairro Ratoles (parte 1).....	39
Figura 23 - Localização dos PEVs de bombonas no bairro Ratoles (parte 2).	40
Figura 24 - Localização dos PEVs de bombonas no bairro Ratoles (parte 3).	40
Figura 25 - Localização dos PEVs de bombonas no bairro Ratoles (parte 4).	41
Figura 26 - Rodovias largas e presença significativa de condomínios.....	42
Figura 27 - Condomínio multifamiliares próximos aos centros universitários.	42

Figura 28 - Roteiro da coleta de RSO por caminhão satélite, no bairro Itacorubi.	43
Figura 29 - Presença significativa de condomínios multifamiliares no bairro Córrego Grande, na Rua João Pio Duarte Silva.	44
Figura 30 - Região próxima à UFSC com presença de condomínios multifamiliares e comércios locais, bairro Carvoeira na Rua Capitão Romualdo de Barros.	45
Figura 31 - Região próxima à UFSC com presença de condomínios multifamiliares e comércios locais, bairro Trindade na Rua Lauro Linhares.	45
Figura 32 - Roteiro da coleta de RSO por caminhão satélite, no Córrego Grande, Carvoeira e Trindade.	46
Figura 33 - Despejo dos RSO coletados com caminhão satélite.	49
Figura 34 - RSO coletados com caminhão satélite.	50
Figura 35 - Triagem manual dos RSO coletados com caminhão satélite.	50
Figura 36 - Descarga das bombonas de RSO.	51
Figura 37 - Despejo dos RSO das bombonas.	51
Figura 38 - Despejo dos RSO das bombonas.	52
Figura 39 - Contaminantes separados nas bombonas.	53
Figura 40 - Monitoramento da triagem dos RSO da coleta satélite.	53
Figura 41 - Informativo de educação ambiental entregue as residências.	55
Figura 42 - Balde de 3 litros para segregação na fonte.	56
Figura 43 - Ponto de entrega voluntária com bombonas.	56
Figura 44 - Veículo utilizado na coleta de bombonas.	57
Figura 45 - Caminhão satélite para coleta de resíduos orgânicos.	59
Figura 46 - Modelo de contentor utilizado na coleta satélite.	59
Figura 47 – Sacolas plásticas retiradas da coleta satélite.	74
Figura 48 – Embalagens plásticas recolhidas.	75
Figura 49 - Presença de fralda descartável misturada com RSO da coleta satélite.	75
Figura 50 – Presença de garrafas de vidro misturadas.	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Técnicas metodológicas utilizadas para atingir os objetivos.	26
Quadro 2 - Locais de cada modelo de coleta analisados.	28
Quadro 3 - Quadro resumo com as informações das áreas analisadas.	46
Quadro 4 - Comparativo dos recursos requeridos para os dois modelos de coleta de RSO.....	60
Quadro 5 - Quadro resumo das informações de cada roteiro de coleta.....	70
Quadro 6 - Quantidade de resíduos coletados no município de Florianópolis e valores de desvio do aterro, período: janeiro de 2017 a julho de 2022.....	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Cronograma das amostragens.....	47
Tabela 2 – Dados da coleta de RSO por meio de caminhão satélite, nos roteiros: Córrego Grande, Carvoeira e Trindade e Itacorubi.	73
Tabela 3 - Dados da coleta de RSO por meio de bombonas, nos roteiros: Monte Verde, Morro do Quilombo, Itacorubi (Jardim das Garças), Ratores e Ribeirão da Ilha.	76
Tabela 4 – Síntese dos resultados apresentados nas tabelas anteriores.	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CVR – Centro de Valorização de Resíduos

Comcap – Companhia de Melhoramentos da Capital

Est. – Estrada

PLANARES – Plano Nacional de Resíduos Sólidos

PMF – Prefeitura Municipal de Florianópolis

PMGIRS – Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

RDO – Resíduos Domiciliares

RPU – Resíduos de Limpeza Urbana

RSO – Resíduo Sólido Orgânico

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SMMA – Secretaria Municipal do Meio Ambiente

Siscore – Sistema de Coleta de Resíduos

Svr. – Servidão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVOS	16
1.1.1	Objetivo Geral.....	16
1.1.2	Objetivos Específicos	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	RESÍDUOS SÓLIDOS	17
2.1.1	Gestão integrada dos resíduos sólidos	17
2.2	LEGISLAÇÃO	18
2.3	COLETA SELETIVA E A VALORIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS.....	21
2.4	PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM FLORIANÓPOLIS.....	24
3	METODOLOGIA.....	26
3.1	OBTENÇÃO DOS DADOS.....	26
3.2	CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO.....	27
3.2.1	Loteamento Jardim das Garças (Itacorubi).....	29
3.2.2	Morro do Quilombo - Itacorubi	31
3.2.3	Monte Verde.....	33
3.2.4	Loteamento Portal do Ribeirão – Ribeirão da Ilha	35
3.2.5	Ratones.....	38
3.2.6	Itacorubi	41
3.2.7	Córrego Grande, Carvoeira e Trindade.....	43
3.3	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRAGEM PARA DETERMINAÇÃO DE... CONTAMINANTES.....	47
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
4.1	DESCRIÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DOS MODELOS DE COLETA	54
4.1.1	Coleta de bombonas.....	54

4.1.2	Coleta satélite	58
4.2	RECURSOS REQUERIDOS - POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES DE CADA COLETA	60
4.3	SÉRIE HISTÓRICA DAS QUANTIDADES DE RSO COLETADOS EM CADA ÁREA DE ESTUDO	65
4.4	DETERMINAÇÃO DA PORCENTAGEM DE CONTAMINANTES.....	73
5	CONCLUSÕES.....	80
	REFERÊNCIAS.....	82

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional desordenado e as mudanças nos comportamentos sociais causam aumentos nos consumos materiais e alimentares, que vinculados ao gerenciamento e descarte inadequado dos resíduos sólidos geram diversos impactos ambientais (MANO, et al., 2010).

No Brasil a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), aprovada pela Lei 12.305/2010, é crucial para implantação de coleta seletiva, logística reversa e compostagem dos resíduos sólidos orgânicos, seguindo a ordem de prioridade: “Não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2010).

Países em desenvolvimento, como o Brasil, vem buscando atividades que reduzam a produção de resíduos e maneiras de destinação correta. Isto é explicitado pelos indicadores básicos do monitoramento dos serviços de limpeza pública, dos quais apresentam uma evolução ao longo dos anos, ampliando a prestação adequada, rumo à sua plena universalização, tal qual já implementado em outros países do hemisfério norte, onde, por exemplo, os serviços de coleta estão universalizados desde o século XIX, e a destinação adequada há praticamente meio século (ABRELPE,2021).

Os resíduos sólidos urbanos no geral são divididos em três frações: orgânicos, recicláveis secos e rejeitos. No Brasil a geração de resíduo sólido urbano foi de 390 kg/hab/ano em 2020. Estima-se que do total de matéria orgânica coletada apenas 1,6% são destinadas para unidades de compostagem, sendo o restante encaminhado para outros destinos como lixões, aterros controlados e aterros sanitários (IPEA, 2012). Dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) do ano de 2020 afirmam que há 74 unidades de compostagem para recuperação de resíduos recicláveis orgânicos no país, nas quais foram recebidas 0,27 milhão de toneladas de RSO. Neste mesmo ano a quantidade total de RSU coletados foi 66,64 milhões de toneladas (BRASIL, 2021).

A gestão dos resíduos orgânicos, bem como a valorização destes sofre com a carência de informações, além dos descartes errôneos misturados com rejeitos e desconhecimento e descrédito de soluções alternativas ou descentralizadas (BRASIL, 2019b). Entretanto, de acordo com Adhikari *et. al* (2010) a dimensão demográfica da cidade, os investimentos de recursos públicos, a participação dos indivíduos da sociedade, entre outros fatores, são cruciais para determinar o método mais adequado para o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos e

alguns estudos elencam a compostagem como alternativa promissora para a reciclagem da fração orgânica gerada.

Na cidade de Florianópolis, de acordo com estudo gravimétrico realizado em 2014, cerca de 35% dos resíduos gerados são de origem orgânica, sendo que destes 24% são compostos por resíduos alimentares e 11% são resíduos verdes, provenientes de podas, capina e jardinagem (FLORIANÓPOLIS, 2016). Em 2021 foram coletados seletivamente e compostados no município 7.414 toneladas de resíduos sólidos orgânicos, correspondendo a 9,46% de desvio do aterro sanitário (FLORIANÓPOLIS, 2022).

Nesse contexto, o presente trabalho visou comparar os dois métodos da coleta pública exclusiva de orgânicos implantados no município de Florianópolis, nos quais são destinados a compostagem, identificando seus resultados, suas potencialidades e limitações.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral e os objetivos específicos deste trabalho estão apresentados nos Itens 1.1.1 e 1.1.2, respectivamente.

1.1.1 Objetivo Geral

Comparar os métodos de coleta seletiva de RSO por bombonas e contentores no município de Florianópolis/ SC.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Descrever o processo de implantação e operação dos sistemas das coletas seletivas de resíduos orgânicos no município de Florianópolis;
- b) Identificar os recursos requeridos em cada modelo de coleta, bem como suas potencialidades e limitações;
- c) Avaliar a série histórica dos RSO recolhidos desde a implantação das coletas;
- d) Estimar o percentual de resíduos não compostáveis (contaminantes) presentes nas bombonas e nos contentores.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo a Norma Brasileira Regulamentadora NBR 10.004 (ABNT, 2004a), os resíduos sólidos são definidos como sendo resultado de atividades industriais, domésticas, hospitalares, comerciais, agrícola, serviços e de varrição, podendo ser classificados como perigosos, não perigosos, inertes e não inertes.

Os resíduos sólidos podem ser divididos basicamente em duas frações: orgânica e inorgânica, das quais ambas podem ser recicladas (GORGATI; LUCAS JÚNIOR, 2000). Porém existe ainda na composição dos resíduos sólidos, os chamados rejeitos, dos quais são considerados aqueles que não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis (BRASIL, 2010).

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), são considerados Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) os resíduos domiciliares (RDO), originários de atividades domésticas em residências urbanas, e os resíduos de limpeza urbana (RPU), originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana (BRASIL, 2010).

Os resíduos sólidos urbanos são compostos por matéria orgânica e outros materiais típicos das atividades diárias humanas e sua composição está diretamente relacionada ao poder aquisitivo da população, seus hábitos e costumes e são constituídos basicamente por restos de alimentos e vegetais descartados (BRASIL, 2022).

2.1.1 Gestão integrada dos resíduos sólidos

O manejo dos resíduos sólidos envolve diferentes fases desde a geração, descarte, coleta, tratamento e disposição final. Existe uma ampla definição de conceitos de diversos autores associadas a gestão integrada de resíduos sólidos. Segundo Mesquita Júnior (2007), ao longo dos anos o tratamento meramente técnico não tem sido suficiente para resolver a problemática dos resíduos sólidos urbanos, trazendo resultados não muito expressivos, assim sendo, a questão insere-se em uma gestão participativa. A respeito disto, o conceito de gestão integrada segundo a mesma referência é:

Estabelecer e aprimorar a gestão dos resíduos sólidos, englobando todas as condicionantes envolvidas no processo e possibilitando um desenvolvimento uniforme e harmônico entre todos os interessados, de forma a atingir os objetivos propostos, adequados às necessidades e características de cada comunidade. Contempla os aspectos institucionais, administrativos, financeiros, ambientais, sociais e técnico-operacionais. (p.13)

A coleta, o tratamento e a disposição final dos resíduos são fases que devem integrar o sistema de gestão integrada, no qual deve-se acompanhar criteriosamente os processos aplicando técnicas e tecnologias mediante realidades de cada região, apoiado nos âmbitos sanitários, ambientais e econômicos (SOUZA, 2013).

2.2 LEGISLAÇÃO

A Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelecendo diretrizes relativas à gestão integrada e gerenciamento dos resíduos sólidos.

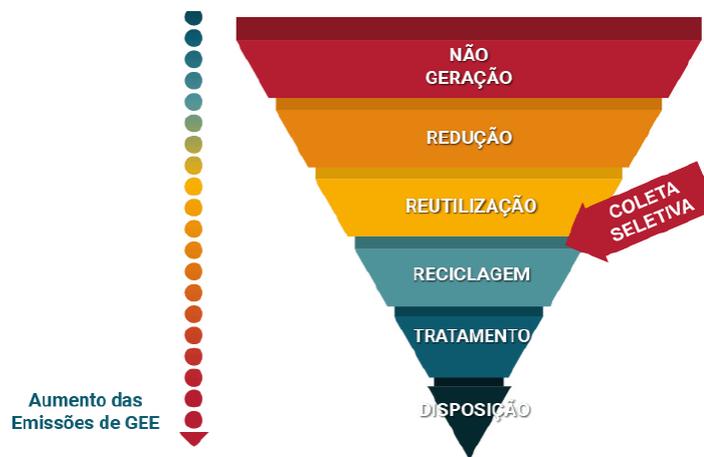
Segundo descrito na Lei, resíduo sólido é:

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 (Cap II, Art. 3, inciso XVI).

Assim sendo, a Lei estabeleceu a responsabilidade compartilhada entre poder público, consumidores, titulares de serviços públicos de limpeza urbana, empresas fabricantes e comércios de embalagens. Segundo a PNRS (2010), todos os setores públicos ou privados passam a ser corresponsáveis desde a geração dos resíduos sólidos até a destinação final ambientalmente adequada dos mesmos. Além disso, dispõe da gestão integrada, e a obrigatoriedade da participação da sociedade para as ações conjuntas visando reduzir os impactos dos resíduos no meio ambiente.

Ainda, de acordo com o Artigo 9º da Lei, fica estabelecida a ordem de prioridade na gestão e no gerenciamento de resíduos sólidos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. (BRASIL, 2010). A Figura 1 expõe de forma esquematizada a hierarquia da gestão dos resíduos sólidos.

Figura 1 – Hierarquia da gestão dos resíduos sólidos



Fonte: ProteGEEr apud Abreu e Schmidt (2021).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelece a necessidade da elaboração do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PGIRS, demonstrando a capacidade de gestão dos resíduos e o planejamento com metas e ações para a cada município do país. Os planos precisam ter um conteúdo mínimo apontando para soluções técnicas que estejam respaldadas no diagnóstico de cada município e suas particularidades e o poder público deve estabelecer a regulamentação baseado nos princípios da Política Federal (BRASIL, 2010).

A gestão de resíduos sólidos deve ser realizada por meio de um conjunto de ações realizadas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ecologicamente correta de resíduos sólidos e destinação ambientalmente correta de resíduos, de acordo com o disposto no art. com o planejamento de um plano municipal de gestão de resíduos sólidos ou com um plano de gestão de resíduos sólidos, exigido na Lei (BRASIL, 2010).

Atualmente por meio do Decreto 10.936 de 12 de janeiro de 2022 que regulamenta a PNRS, foi reconhecida a importância e a necessidade da segregação na fonte em três frações: recicláveis secos, orgânicos e rejeitos. Segundo o Decreto é responsabilidade do consumidor acondicionar de forma adequada e diferenciada os resíduos sólidos, na hipótese de haver sistema de coleta seletiva estabelecida pelo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos (BRASIL, 2022).

Em consonância à Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010), Florianópolis por meio do Decreto nº 17.910 de 22 de agosto de 2017 estabeleceu o Plano

Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos do município (PMGIRS) instituindo modelos de gestão de resíduos sólidos privilegiando a não geração, a minimização da geração e o manejo diferenciado, com a triagem, a compostagem e a recuperação dos resíduos que constituem bem econômico e valor social (FLORIANÓPOLIS, 2017). Segundo o PMGIRS, Florianópolis deverá recuperar 90% dos resíduos orgânicos e 60% dos recicláveis secos até o ano de 2030, com metas gradativas ao longo dos anos que podem ser visualizadas no quadro da Figura 2 (FLORIANÓPOLIS, 2017).

Figura 2 - Metas de Desvio de resíduos secos e orgânicos definidas para Florianópolis.

Ano	Meta Mínima de Desvio dos Recicláveis Secos (%)	Meta Mínima de Desvio dos Resíduos Orgânicos (%)
2016	18,0%	7,5%
2017	20,0%	15,0%
2018	24,0%	25,0%
2019	30,0%	35,0%
2020	37,0%	45,0%
2021	44,0%	55,0%
2022	50,0%	65,0%
2023	53,0%	75,0%
2024	54,0%	80,0%
2025	55,0%	85,0%
2026	57,0%	90,0%
2027	58,0%	90,0%
2028	58,0%	90,0%
2029	59,0%	90,0%
2030	60,0%	90,0%

Fonte: Florianópolis (2017).

Ainda, no município, por meio do Decreto nº 18.646 de 4 de junho de 2018 foi instituído o Programa Florianópolis Capital Lixo Zero, sendo um conjunto de projetos, ações, atividades e técnicas, métodos e inovações com o objetivo de incentivar a sociedade civil, a iniciativa privada e o poder público a não produção ou redução da geração e/ou ainda, a valorização dos RSU e sua reintrodução na cadeia produtiva. Desta forma, priorizando a necessidade da produção e o consumo consciente, responsável e sustentável com a não geração de resíduos e o combate ao desperdício, garantindo a hierarquia das prioridades, tal como definidas no Artigo 9º da Lei nº 12.305, objetivando a máxima segregação nas fontes geradoras, no tratamento dos resíduos orgânicos através da compostagem ou afins e na valorização dos recicláveis (FLORIANÓPOLIS, 2018a).

Em 8 de abril de 2019 foi instituída no município a Lei nº 10.501 que dispõe sobre a obrigatoriedade da destinação ambientalmente adequada de resíduos sólidos orgânicos por meio dos processos de reciclagem e compostagem priorizando uma implementação gradativa e adequada dos resíduos sólidos orgânicos, observando a tipografia: resíduos de poda, varrição e jardinagem; grandes geradores de resíduos alimentares; e resíduos domiciliares (FLORIANÓPOLIS, 2019).

De forma a atender a legislação foram implementados em Florianópolis dois modelos de coleta exclusiva de Resíduos Sólidos Urbanos Orgânicos (RSO), estando vigente desde 2020 em algumas regiões da cidade. São eles: coleta de bombonas e coleta satélite de contentores, as quais serão estudadas no presente trabalho.

2.3 COLETA SELETIVA E A VALORIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), é obrigação do município a implantação da coleta seletiva. Caracterizada com a segregação na fonte, na qual ocorre a separação dos resíduos recicláveis secos, no mínimo, estabelecendo progressivamente a segregação dos resíduos recicláveis orgânicos (BRASIL, 2021).

Segundo o Relatório Técnico da Organização Mundial das Nações Unidas (ONU, 2017) resíduos sólidos urbanos orgânicos são a fração de resíduos biodegradáveis de jardins e parques, resíduos de cozinha e alimentos de residências, restaurantes, empresas do âmbito alimentício, hotéis e mercados ou feiras de rua.

Como forma de minimizar o volume de resíduos enviados para disposição final, em unidades inadequadas ou mesmo reduzir os custos envolvidos nos aterros sanitários, a reciclagem de RSO é imprescindível, e conseqüente valorização por meio de técnicas de compostagem, sendo a que apresenta a maior viabilidade técnica e econômica e com menores riscos, tendo como grupo alvo os orgânicos de maior facilidade de segregação na fonte (BRASIL, 2022).

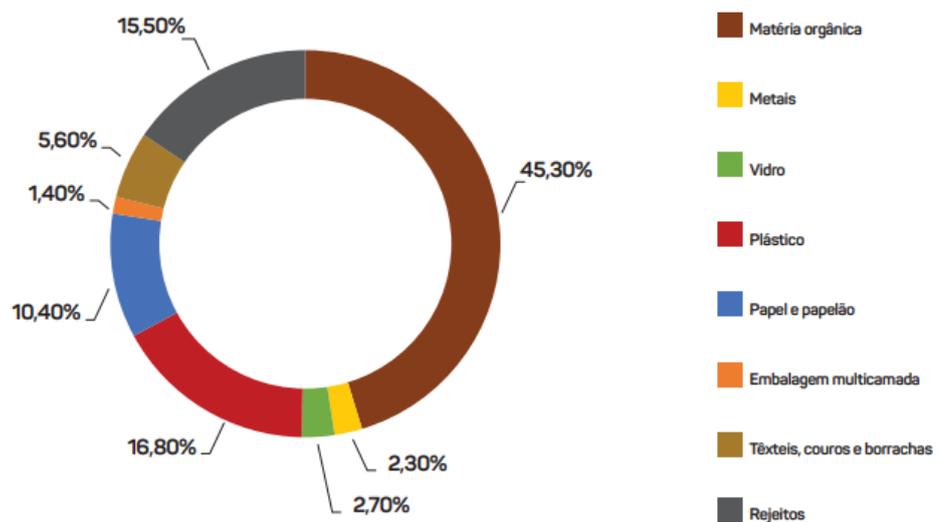
Por meio da decomposição biológica controlada dos resíduos orgânicos através de microrganismos, ocorre a compostagem em condições aeróbias e termofílicas. O resultado é um material estabilizado, com propriedades e características completamente diferentes daqueles que lhe deram origem, sendo um produto rico em substâncias húmicas e nutrientes minerais (SIQUEIRA; ASSAD, 2015).

Segundo dados da Organização das Nações Unidas (2017), estima-se que 8% do total de resíduos sólidos urbanos gerados mundialmente é recuperado através de compostagem. São praticadas estratégias e arranjos institucionais com objetivo de inserir a compostagem no âmbito da gestão dos resíduos sólidos urbanos, implementando métodos descentralizados, como a compostagem doméstica, comunitária e institucional, ou métodos centralizados de entrega voluntária e coleta porta a porta ou ponto a ponto.

A educação ambiental é um dos fatores mais importantes na gestão adequada e sustentável dos resíduos sólidos, utilizada como meio de mudança nas atitudes em relação ao correto descarte dos resíduos e à valorização do meio ambiente. A sensibilização das fontes geradoras, deve tratar a mudança de atitudes, de forma qualitativa e continuada, mediante um processo educacional crítico, conscientizador e contextualizado e, desta forma, aliar a implementação do sistema de coleta de resíduos (PENELUC; SILVA, 2008)

Segundo dados do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (ABRELPE, 2021), 45,30% dos resíduos sólidos coletados no país é matéria orgânica, sendo a principal componente dos RSU.

Figura 3 - Composição gravimétrica média dos RSU coletados no Brasil.



Fonte: Abrelpe (2021).

O resíduo orgânico quando não separado corretamente, é misturado com resíduos domiciliares que possuem como destino os aterros sanitários ou lixões, gerando despesas aos

municípios que poderiam tratar estes resíduos por métodos específicos, como a compostagem, gerando a reciclagem dos nutrientes (BRASIL, 2022).

De acordo com Thi *et al.* (2015) é primordial que haja uma separação adequada e de qualidade na fonte geradora, sendo este o fator chave para que haja êxito na gestão do resíduo orgânico, pois é através desta etapa que se pode dar prosseguimento adequado às etapas posteriores do processo.

Os resíduos orgânicos reduzem o tempo de vida útil e fazem com que os custos com operação e manutenção dos aterros sanitários aumentem, na medida em que a presença desses resíduos requer a adoção de técnicas e tecnologias voltadas à captação e tratamento do lixiviado e dos gases de efeito estufa gerados, em especial o metano. Assim, observa-se a importância da reciclagem da fração orgânica promovendo a segregação na fonte e novos modelos que priorizem esse tratamento à disposição final adequada. (BRASIL, 2019a).

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES) estabelece algumas metas a serem cumpridas no período de 2020 a 2040 para as cinco regiões do país. A Meta 7 aborda a reciclagem da fração orgânica dos RSU, compreendendo rotas tecnológicas, como compostagem e digestão anaeróbia, projetou-se a recuperação da fração orgânica em 13,5% até 2040 no Brasil. Especificamente a região Sul, na qual Florianópolis está inserido, a primeira meta estabelecida é de 3,6% de reciclagem dos RSO em 2024 (BRASIL, 2022). Na Figura 4 está mostrado o quadro que consta no Plano, com as metas de reciclagem da fração orgânica.

Figura 4 - Metas estabelecidas no PLANARES para reciclagem da fração orgânica.

REGIÃO/ANO	2020	2024	2028	2032	2036	2040
Norte	-	1,5%	3,0%	4,5%	6,0%	7,5%
Nordeste	-	1,5%	3,0%	4,5%	6,0%	7,5%
Centro-Oeste	-	1,9%	3,9%	5,8%	7,7%	9,6%
Sudeste	-	3,6%	7,2%	10,8%	14,4%	18,1%
Sul	-	3,6%	7,2%	10,8%	14,4%	18,1%
Brasil	SI*	2,7%	5,4%	8,1%	10,8%	13,5%

*Sem informação consolidada.

Fonte: Brasil (2022).

No Brasil atualmente ocorrem algumas iniciativas de coleta seletiva de orgânicos, como exemplo o Projeto Feiras e Jardins Sustentáveis implementado na cidade de São Paulo desde 2015, que consiste em oferecer o tratamento ambientalmente adequado através da compostagem para os resíduos orgânicos coletados nas feiras livres da capital paulista (SOUZA, 2021). Guarulhos, também no estado de São Paulo, a exemplo da capital inaugurou

no mês de maio deste ano o primeiro pátio de compostagem com o intuito de destinar os RSO de 15 feiras livres que ocorrem na cidade (GUARULHOS, 2022).

O município de Florianópolis é um dos pioneiros na coleta de RSO no âmbito residencial e serve de exemplo a outras cidades. Recentemente foi implantado no município de Marabá, no estado do Pará, o Projeto Põe no Balde, que começou a operar no mês de junho deste ano em dois condomínios residenciais com o objetivo de destinar os RSO a compostagem. Semelhante ao executado na capital catarinense, na modalidade de bombonas com segregação na fonte através de baldes de 5 litros e depósitos em PEVs de bombonas de 50 litros (MARABÁ, 2022).

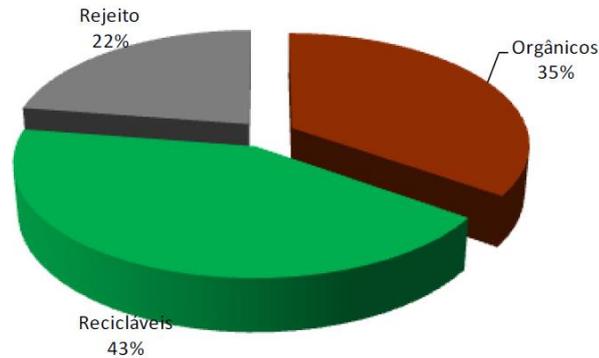
2.4 PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM FLORIANÓPOLIS

Com o aumento da população e da produção de resíduos, em 1958, surgiu o lixão da cidade de Florianópolis, tornando a destinação final um problema complexo, no qual os resíduos sólidos passaram a ser dispostos no manguezal do bairro Itacorubi, em uma área de aproximadamente 12 hectares. Foi assim durante mais de 30 anos, acarretando sérios problemas de saúde pública e de degradação do mangue. O lixão do Itacorubi foi desativado em 1990, devido à pressão popular (COMCAP, 2011).

As iniciativas de coleta seletiva no município iniciaram em 1986, em algumas comunidades. Foram evoluídas em anos seguintes, formalizando o Projeto Beija-flor, sendo o primeiro passo para a coleta seletiva que ocorre até hoje na cidade. Assim, Florianópolis se tornou a primeira cidade do Brasil a implantar a coleta seletiva porta a porta, sendo inspiração para demais cidades no país (COMCAP, 2011).

De acordo com o Plano Municipal de Coleta Seletiva, os resíduos sólidos de Florianópolis são compostos por: 22% de rejeitos, 35% de recicláveis orgânicos e 43% de recicláveis secos (Florianópolis, 2016). Conforme pode ser verificado no gráfico da Figura 5, detalhando a composição gravimétrica dos RSU do município.

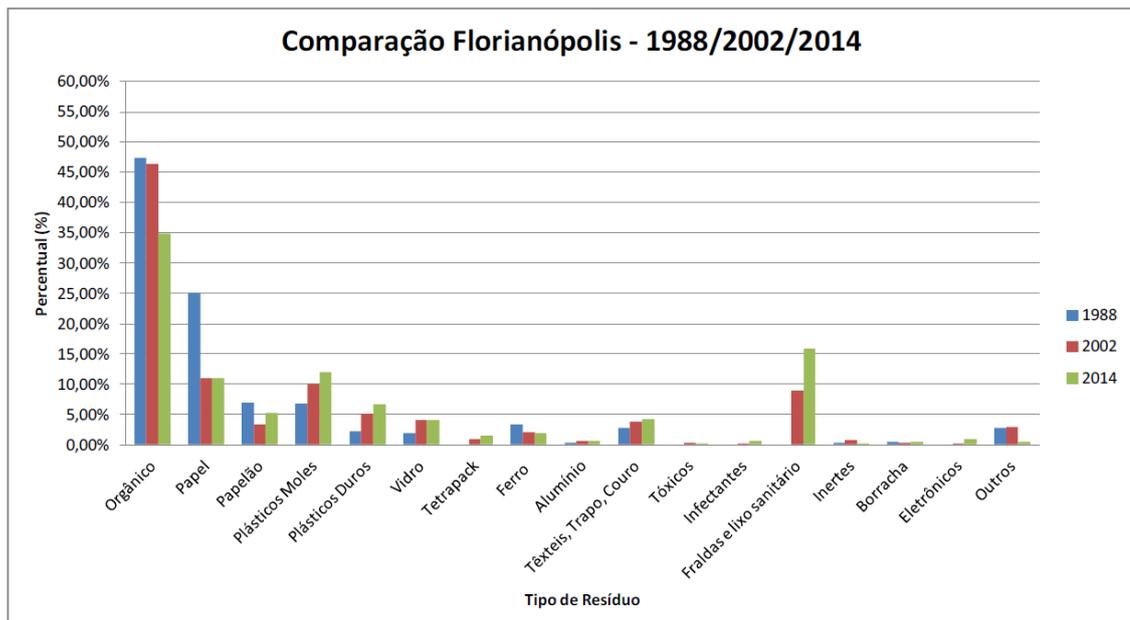
Figura 5 - Resultado da caracterização dos resíduos sólidos urbanos de Florianópolis,



Fonte: Florianópolis (2016).

Nos anos de 1988, 2002 e 2014 foram desenvolvidos estudos da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos gerados no município. Analisando a Figura 4 pode-se identificar uma considerável mudança no perfil de resíduo gerado no município ao longo dos anos.

Figura 6 - Comparação dos resultados da caracterização dos resíduos sólidos de Florianópolis, em 1988, 2002 e 2014.



Fonte: Florianópolis (2016).

O grande destaque identificado é o percentual de matéria orgânica que reduziu de 46,35% em 2002 para 35% em 2014. Ainda assim, como no restante do país, a fração orgânica é a de maior parte na geração dos resíduos sólidos.

No município atualmente a coleta de resíduos sólidos é realizada pela Superintendência de Resíduos Sólidos da SMMA e é dividida em quatro frações: recicláveis secos, vidros, orgânicos e rejeitos.

3 METODOLOGIA

A metodologia do presente trabalho tem propósito exploratório, se tratando de um estudo de caso, com abordagem qualitativa e quantitativa através de dados primários obtidos pela autora. As técnicas utilizadas para atingir os objetivos podem ser vistas no Quadro 1.

Quadro 1 - Técnicas metodológicas utilizadas para atingir os objetivos.

Objetivo	Técnicas metodológicas
1. Descrever o processo de implantação das coletas seletivas de orgânicos no município de Florianópolis;	Pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e entrevistas
2. Identificar os recursos requeridos em cada modelo de coleta, bem como suas potencialidades e limitações;	Pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e entrevistas
3. Avaliar a série histórica dos RSO recolhidos desde a implantação das coletas;	Pesquisa documental interna
4. Estimar o percentual de resíduos não compostáveis (contaminantes) presentes nas bombonas e nos contentores.	Pesquisa de campo

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

3.1 OBTENÇÃO DOS DADOS

Para realização deste trabalho e alcance dos objetivos 1 e 2 foram realizadas entrevistas com servidores da SMMA e operadores do pátio de compostagem. Os dados levantados para descrever o processo de implantação de cada sistema de coleta foi por meio de documentos internos da SMMA, apresentações em *Power Points*, fichas de abordagens e atas de reuniões realizadas com moradores dos locais de estudo, bem como planilhas de controle das coletas

realizadas. Além de dados internos da Secretaria, foram obtidos informativos através de sites da Prefeitura Municipal de Florianópolis.

Com acesso à base de dados do controle interno das coletas, o Sistema de Coleta de Resíduos (Siscore) foi possível obter os dados das pesagens para cada roteiro separadamente, dos quais são divididos e diferenciados de acordo com a origem. Inserindo o período determinado e local de origem, tem-se como resultado o Relatório de Movimentação de Resíduos com diversas informações como: data e hora da pesagem, tipo de coleta (seletiva), tipo dos resíduos (recicláveis orgânicos – restos de alimentos), origem, destino (Pátio de Compostagem – CVR) e peso líquido em quilogramas.

A partir dos dados obtidos no Siscore para cada roteiro, foi elaborado o gráfico da série histórica do quantitativo coletado através do *Excel*. Foram somados os dados diários em cada mês resultando no total coletado. As médias foram calculadas dividindo-se o total coletado no período pelas quantidades de meses para média mensal e pela quantidade de dias para média diária, sendo que as coletas ocorrem duas vezes na semana em cada localidade de estudo.

Estes dados do Siscore foram utilizados para atendimento dos objetivos 3 e 4.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

A presente pesquisa abrange os roteiros de coleta seletiva de resíduos orgânicos gerenciada pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente, atualmente em operação no município de Florianópolis e que são destinados ao Pátio de Compostagem nas dependências do Centro de Valorização de Resíduos, no bairro Itacorubi. Destes, 5 roteiros dispõem de coleta por meio de bombonas e 2 roteiros dispõem de coleta com caminhão satélite por meio de contentores.

Os resíduos gerados nas áreas de estudo determinadas são de origem doméstica (residências) ou comercial (bares, restaurantes, padarias, hotéis e centros empresariais).

Os locais de cada modelo de coleta que foram analisados neste trabalho podem ser consultados no Quadro 2.

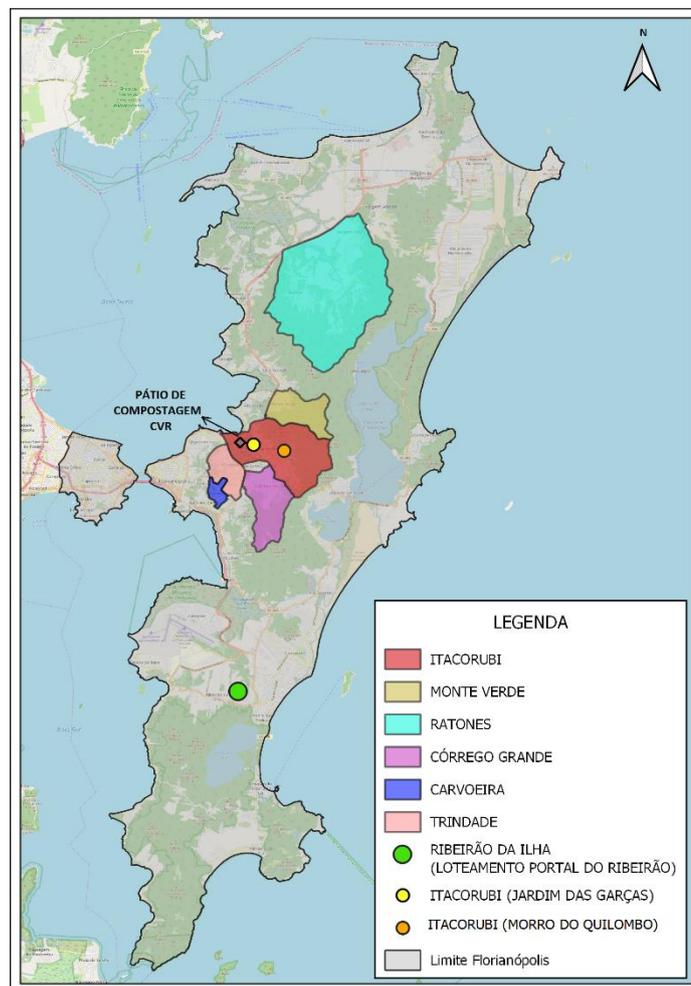
Quadro 2 - Locais de cada modelo de coleta analisados.

Modelo de coleta	Locais
Bombonas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Loteamento Jardim das Garças - Itacorubi 2. Morro do Quilombo - Itacorubi; 3. Monte Verde; 4. Loteamento Portal do Ribeirão - Ribeirão da Ilha; 5. Ratonos.
Satélite por contentores	<ol style="list-style-type: none"> 1. Itacorubi; 2. Córrego Grande, Carvoeira e Trindade.

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

O mapa da Figura 7 mostra as localidades analisadas no município de Florianópolis listadas acima, bem como e o Pátio de Compostagem do CVR.

Figura 7 - Localização das áreas onde foram analisadas as coletas de RSO, em Florianópolis.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

3.2.1 Loteamento Jardim das Garças (Itacorubi)

Pertencente ao bairro Itacorubi, o loteamento Jardim das Garças está localizado entre o Centro de Valorização de Resíduos e o Jardim Botânico de Florianópolis, com área de aproximadamente 54.000 m², no qual conforme figuras abaixo (Figura 8 e Figura 9) é caracterizado por condomínios multifamiliares, centros empresariais e comércios locais. A população residente pode ser classificada de acordo com a renda como média a alta (FLORIANÓPOLIS, 2014).

Figura 8 - Representação do Loteamento Jardim das Garças, com presença de condomínios multifamiliares.



Fonte: *Google Street View* (2021).

Figura 9 - Presença de outros condomínios multifamiliares no Loteamento Jardim das Garças.



Fonte: *Google Street View* (2021).

O loteamento Jardim das Garças foi o primeiro local a receber o projeto de coleta de RSO por bombonas devido à localização próxima com o CVR. Inicialmente a coleta foi implantada em 2 condomínios multifamiliares residenciais e logo expandido para 13 condomínios, os quais participam da coleta até os dias atuais. Atualmente são coletadas bombonas de 14 condomínios residenciais, 1 posto de combustível, 2 estabelecimentos de comércio de alimentos, 1 hotel e 3 centros empresariais. A sistemática aplicada no Loteamento se difere um pouco dos outros locais onde estão implantadas as coletas de bombonas. Estas ao invés de ficarem comumente dispostas nas ruas como PEVs, pertencem exclusivamente a cada estabelecimento ficando no interior destes e dispostas nas ruas apenas nos dias de coletas. A Figura 10 mostra os locais onde ocorrem as coletas.

Figura 10 - Localização dos PEVs de bombonas no Loteamento Jardim das Garças.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

3.2.2 Morro do Quilombo - Itacorubi

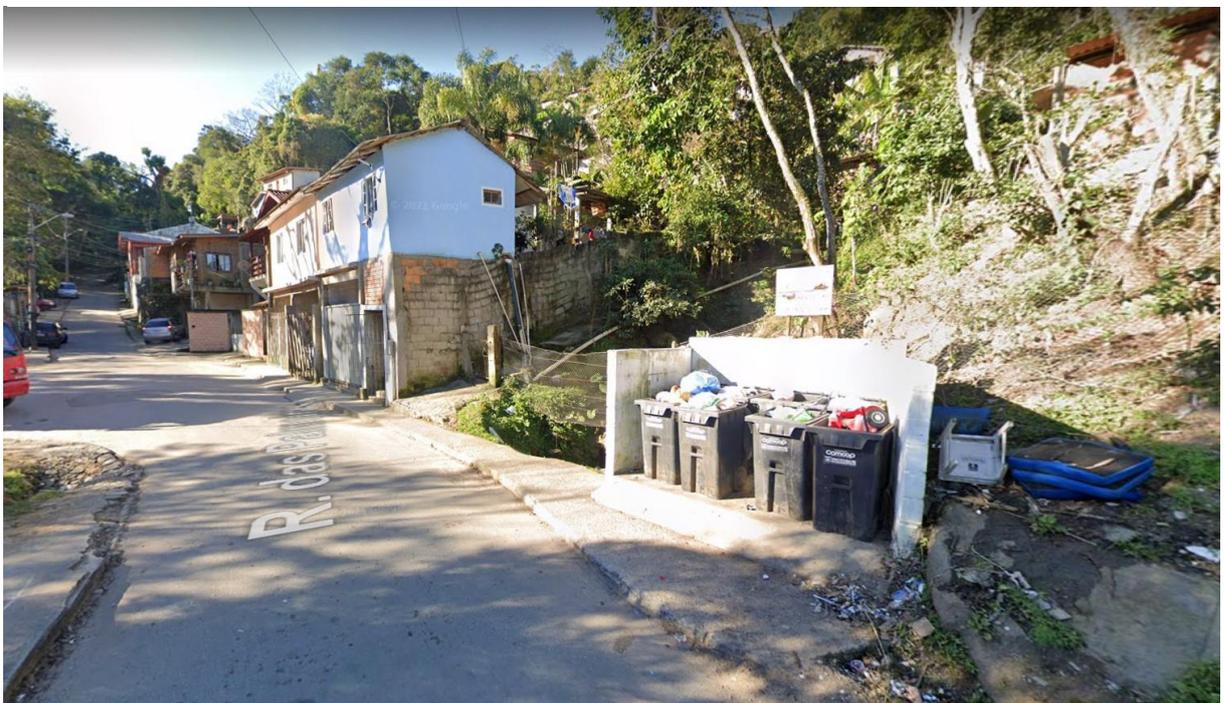
Comunidade localizada no bairro Itacorubi, caracterizada como Área de Interesse Social (AIS) (FLORIANÓPOLIS, 2010), com área de 270.000 m². Caracterizado por ocupação desordenada em ruas íngremes, possui carência de infraestrutura pública com a maioria da população de baixa renda e uma minoria de média renda (FLORIANÓPOLIS 2014). O local é caracterizado por possuir demanda de problemas sociais e pontos onde ocorre o descarte de resíduos de forma inadequada. Abaixo a Figura 11 e Figura 12 demonstram o local.

Figura 11 - Rua e residências na comunidade Morro do Quilombo.



Fonte: *Google Street View* (2021).

Figura 12 - Residências e contentores de rejeitos localizados no Morro do Quilombo

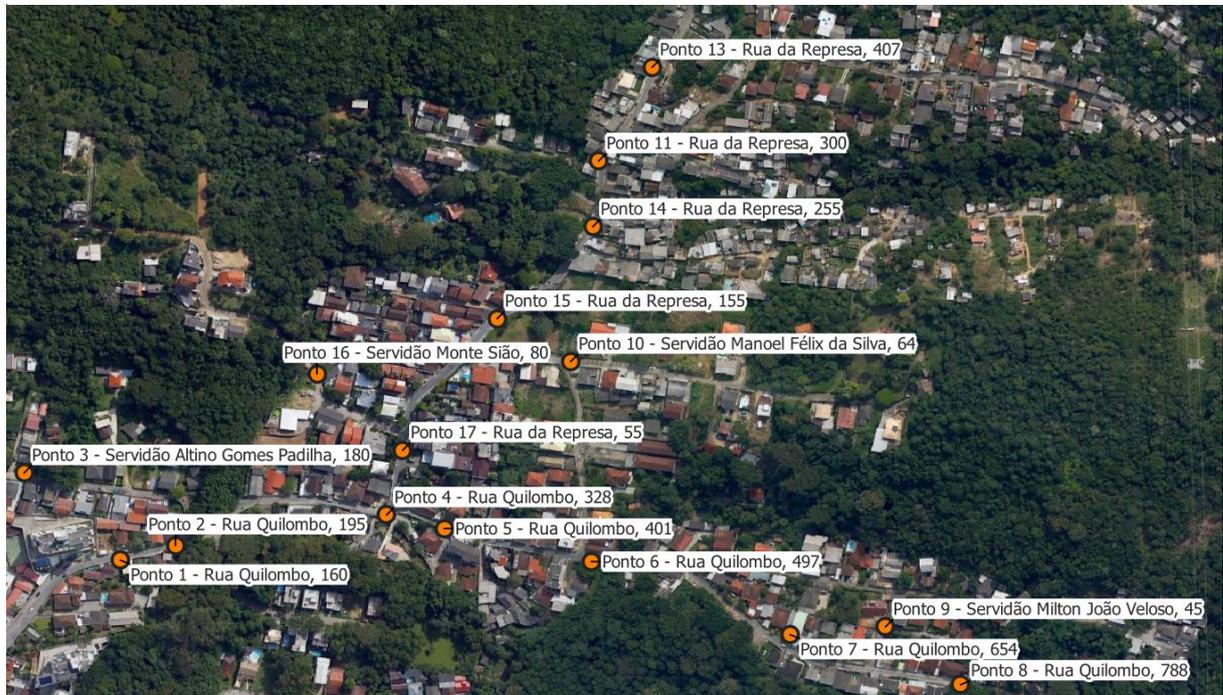


Fonte: *Google Street View* (2021).

Foram implantados 17 pontos de entrega voluntária com bombonas para descarte de resíduos orgânicos. As ruas contempladas foram: Rua Quilombo, Srv. Altino Gomes Padilha,

Srv. Milton João Veloso, Rua da Represa, Srv. Monte Sião, Srv. Manoel Félix da Silva e Rua das Palmeiras. Os PEVs implantados podem ser observados na Figura 13.

Figura 13 - Localização dos PEVs de bombonas na comunidade Morro do Quilombo.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

3.2.3 Monte Verde

Bairro localizado no centro-norte da ilha de Santa Catarina, com área total de 5,02 km², não sendo totalmente ocupada. O local é predominantemente residencial com população residente de 6.429 habitantes (FLORIANÓPOLIS, 2018b).

Com o plano de habitar a região, no final dos anos 1980 a Companhia de Habitação do Estado de Santa Catarina (COHAB-SC) implantou naquela localidade, um conjunto habitacional com casas, além de escola, supermercado e centro comunitário. Além disso, foi um dos primeiros bairros da capital a ser contemplado com coleta seletiva, em 1986, por meio do Programa Beija-Flor. O objetivo era tratar o resíduo domiciliar dentro das comunidades que o produziam: o material reciclável seco era comercializado, o material orgânico era tratado através da compostagem (o adubo resultante era utilizado em hortas comunitárias) e os rejeitos eram encaminhados ao ponto de coleta convencional mais próximo. Atualmente o bairro possui uma população caracterizada como média e baixa renda (principalmente na região do Conjunto

Habitacional Parque da Figueira) (FLORIANÓPOLIS, 2014). As fotos a seguir demonstram o local (Figura 14 e Figura 15).

Figura 14 - Ruas com calçamento e residências unifamiliares no bairro Monte Verde.



Fonte: *Google Street View* (2021).

Figura 15 - Conjunto Habitacional Parque da Figueira no bairro Monte Verde.



Fonte: *Google Street View* (2021).

Atualmente estão instaladas bombonas em 37 locais, estrategicamente determinados devido à adesão e concentração das residências em torno. As ruas contempladas com os PEVs de bombonas são: Brejaúba, Cambará, Guaramirim, Imbúia, Matiambu, Ingabau, Salgueiro, Sarandi, Sassafrás, Tarumã, Carandá, Ibatingui, Marfim, Içara, Louro, Alecrim, Guapere, Mané Vicente, Congonhas, Príncipe e Coimbra. Estas localidades podem ser observadas na Figura 16.

Figura 16 - Localização dos PEVs de bombonas no bairro Monte Verde.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

3.2.4 Loteamento Portal do Ribeirão – Ribeirão da Ilha

No bairro Ribeirão da Ilha, localizado na parte sul de Florianópolis, as bombonas estão instaladas no Loteamento Portal do Ribeirão, com área de aproximadamente 200.000 m². Caracterizado como um loteamento planejado, de relevo plano e em crescimento no qual ainda

existem lotes não ocupados e população de classe média. A maior parte das residências são unifamiliares e construções geminadas, com minoria de condomínios multifamiliares. As figuras abaixo (Figura 17 e Figura 18) demonstram o local.

Figura 17 - Características das residências habitadas e outras em construção no Loteamento Portal do Ribeirão.



Fonte: A autora (2022).

Figura 18 - Presença de poucos condomínios multifamiliares e terrenos desocupados no Loteamento Portal do Ribeirão.



Fonte: A autora (2022).

Estão instaladas bombonas em 17 pontos de coleta. As ruas contempladas com os PEVs de bombonas para orgânicos são: Ingá Mirim, Ipê da Praia, Canela Amarela, Jabuticabeira do Sul, Embaúba do Ribeirão, Timbaúba do Ribeirão, Cedro Rosa, Valdecir Izidoro, Manoel Moreira e Cedro Rosa do Sul. Os locais com PEVs de bombonas estão indicados na Figura 19.

Figura 19 - Localização dos PEVs de bombonas no Loteamento Portal do Ribeirão.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

3.2.5 Ratonos

Bairro localizado no norte do município com área total de 32,30 km², na qual a taxa de ocupação é pequena e ainda há áreas residenciais consideradas rurais, segundo Plano Diretor do município. Possui características predominantemente de residências unifamiliares caracterizadas por populações de classe baixa e média renda. Nos últimos anos no bairro estão sendo implantados condomínios residenciais multifamiliares de grande porte, caracterizados por população de maioria classe média renda (FLORIANÓPOLIS 2014). Segundo dados do último Censo Demográfico, a população era de 1.120 habitantes (FLORIANÓPOLIS, 2018b). As fotos das Figuras 20 e Figura 21 demonstram o local.

Figura 20 - Ruas calçadas e residências unifamiliares no bairro Ratonos.



Fonte: *Google Street View* (2021).

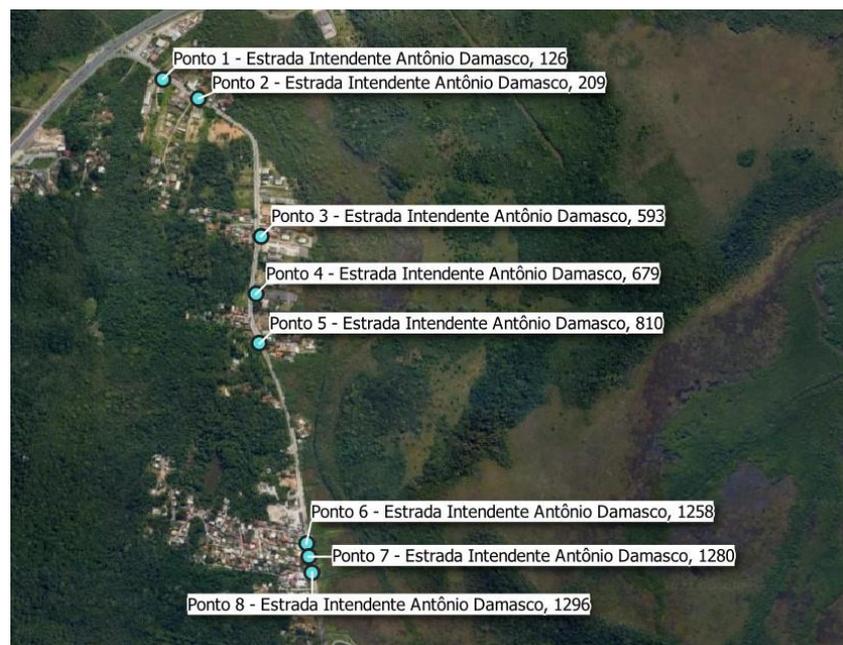
Figura 21 - Ruas predominantemente residenciais do bairro Ratonés.



Fonte: *Google Street View*, 2021.

Atualmente estão instaladas bombonas em 29 pontos de coleta, estrategicamente determinados devido à adesão e concentração das residências no entorno, abrangendo uma área de aproximadamente 4 km². As ruas contempladas com os PEVs de bombonas são: Estr. Intendente Antônio Damasco, Svr. João Luzia da Ventura, Svr. Família Damasco, Rua Ilha da Galha Azul, Estr. João Januário da Silva, Rua Ilha dos Tucanos. Os locais onde foram instalados os PEVs podem ser observados na Figura 22, Figura 23, Figura 24 e Figura 25.

Figura 22 - Localização dos PEVs de bombonas no bairro Ratonés (parte 1).



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 23 - Localização dos PEVs de bombonas no bairro Ratoles (parte 2).



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 24 - Localização dos PEVs de bombonas no bairro Ratoles (parte 3).



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Figura 25 - Localização dos PEVs de bombonas no bairro Ratoles (parte 4).



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

3.2.6 Itacorubi

O bairro está localizado na região central da Ilha com uma área de 12,76 km² com uma população de 15.665 habitantes (FLORIANÓPOLIS, 2018b). Na localidade há empresas estatais ocasionando a presença de servidores públicos, fato que gerou intensa ocupação e verticalização ao longo dos anos. Ainda, conta com intensa circulação de universitários devido à presença do principal campus da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) e o Centro de Ciências Agrárias da UFSC. Ainda, segundo dados da prefeitura a região de coleta é classificada como classe média a alta (FLORIANÓPOLIS, 2014) As fotos apresentadas abaixo (Figura 26 e Figura 27) demonstram o bairro.

Figura 26 - Rodovias largas e presença significativa de condomínios multifamiliares no bairro Itacorubi.



Fonte: *Google Street View* (2021).

Figura 27 - Condomínio multifamiliares próximos aos centros universitários.



Fonte: *Google Street View* (2021).

Itacorubi foi o primeiro bairro a ser contemplado com a coleta satélite de contentores com rota que abrange uma área de aproximadamente 0,80 km², contendo 110 estabelecimentos passíveis de coleta, como condomínios multifamiliares em sua maioria, bares, restaurantes,

padarias, hotéis e centros empresariais. Iniciou em junho de 2021, sendo hoje aderida por 80 condomínios multifamiliares e 3 centros empresariais. Ressalta-se que a comunidade Morro do Quilombo e o Loteamento Jardim das Garças mesmo pertencentes ao bairro Itacorubi continuam com as coletas por bombonas, não estando inseridas no roteiro da coleta satélite. A Figura 28 mostra a rota desta coleta destacada na cor vermelha.

Figura 28 - Roteiro da coleta de RSO por caminhão satélite, no bairro Itacorubi.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

3.2.7 Córrego Grande, Carvoeira e Trindade

Os três bairros são adjacentes e próximos ao bairro Itacorubi, juntos contemplam uma área de 9,92 km² (FLORIANÓPOLIS, 2018b) e população de 28.787 habitantes. Possuem características semelhantes ao bairro Itacorubi, com intensa presença de condomínios multifamiliares, centros empresariais e comércios. Na região há a intensa presença de

universitários nas moradias devido às instalações da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) no bairro Trindade. Assim sendo, segundo caracterização da região a população se enquadra como classe média (FLORIANÓPOLIS, 2014). As figuras abaixo mostram as características dos bairros Córrego Grande (Figura 29), Carvoeira (Figura 30) e Trindade (Figura 31).

Figura 29 - Presença significativa de condomínios multifamiliares no bairro Córrego Grande, na Rua João Pio Duarte Silva.



Fonte: *Google Street View* (2021).

Figura 30 - Região próxima à UFSC com presença de condomínios multifamiliares e comércios locais, bairro Carvoeira na Rua Capitão Romualdo de Barros.



Fonte: *Google Street View* (2021).

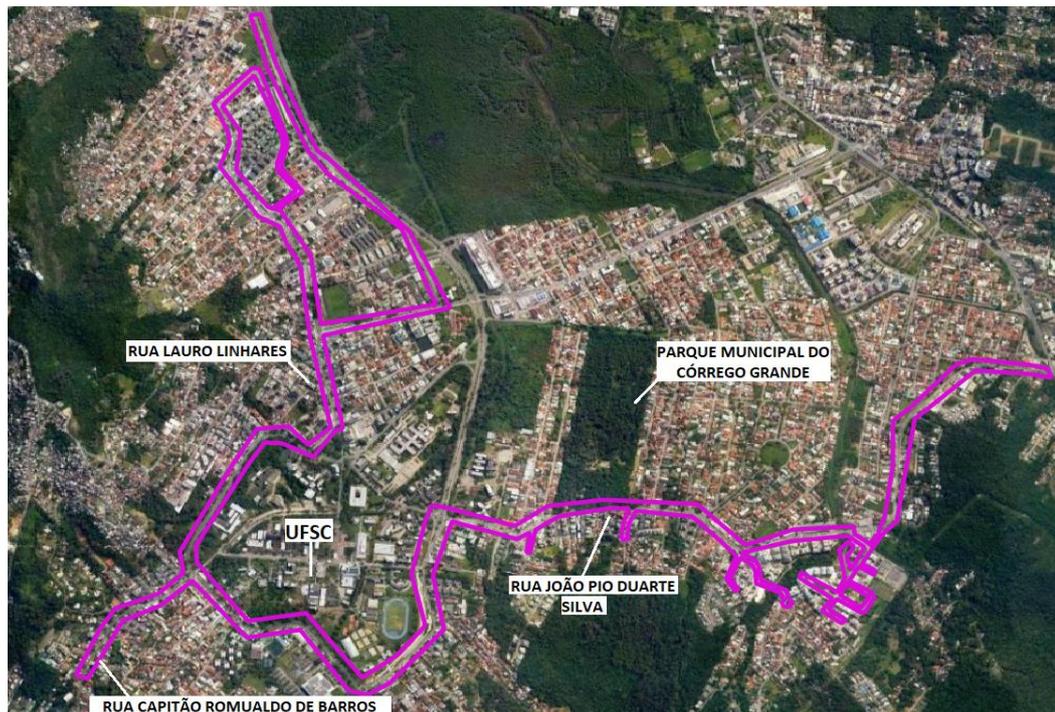
Figura 31 - Região próxima à UFSC com presença de condomínios multifamiliares e comércios locais, bairro Trindade na Rua Lauro Linhares.



Fonte: *Google Street View* (2021).

A coleta de RSO atualmente contempla apenas parte de cada bairro abrangendo uma área total de coleta de 1,33 km², na qual são percorridas as vias principais. Atualmente participam 50 condomínios multifamiliares, 3 restaurantes, 2 comércios de alimentos e 1 hospital. A Figura 32 mostra o roteiro realizado pelo caminhão satélite nesta região destacado na cor roxa.

Figura 32 - Roteiro da coleta de RSO por caminhão satélite, no Córrego Grande, Carvoeira e Trindade.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Os dados descritos acima estão compilados e demonstrados no Quadro 3 abaixo.

Quadro 3 - Quadro resumo com as informações das áreas analisadas.

Roteiro	Modelo de coleta	Área abrangida (km ²)	Número de unidades habitacionais e comércios abrangidos	Número de PEVs
Loteamento Jardim das Garças (Itacorubi)	Bombonas	0,054	ND	21
Morro do Quilombo (Itacorubi)	Bombonas	0,27 ¹	ND	17
Monte Verde	Bombonas	0,60 ¹	ND	37
Ribeirão da Ilha	Bombonas	0,20 ¹	ND	17
Ratones	Bombonas	4,00 ¹	ND	29

Quadro 3 - Quadro resumo com as informações das áreas analisadas (continuação).

Roteiro	Modelo de coleta	Área abrangida (km ²)	Número de unidades habitacionais e comércios abrangidos	Número de PEVs
Itacorubi	Contentores	0,80	110	NA
Córrego Grande, Carvoeira e Trindade	Contentores	1,33	241	NA

¹ Área total da localidade, considerando que todos os moradores têm acesso aos PEVs.

ND: Informação não disponível.

NA: Não aplicável.

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

3.3 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRAGEM PARA DETERMINAÇÃO DE CONTAMINANTES

Segundo a NBR 10007/2004 (ABNT,2004b), que descreve os requisitos para amostragem de resíduos sólidos, para obtenção da faixa de variação da concentração do resíduo devem ser coletadas no mínimo três amostras simples. Desta forma foram realizadas três amostragens para cada local de estudo, totalizando 15 amostragens para coleta de bombonas e 6 amostragens para coleta satélite de contentores.

As análises ocorreram em seis dias, sendo os dias de coleta segunda, terça, quinta e sexta-feira. A Tabela 1 expõe o cronograma das análises efetuadas.

Tabela 1 - Cronograma das amostragens.

DATA	DIA DA SEMANA	ÁREA DE ESTUDO	MÉTODO DA COLETA
13/jun	Segunda-feira	➤ Córrego Grande, Carvoeira e Trindade	➤ Contentores
		➤ Monte Verde	
		➤ Morro do Quilombo	➤ Bombonas
		➤ Itacorubi (Jardim das Garças)	➤ Bombonas

Tabela 1 - Cronograma das amostragens (continuação).

DATA	DIA DA SEMANA	ÁREA DE ESTUDO	MÉTODO DA COLETA
14/jun	Terça-feira	➤ Itacorubi	➤ Contentores
		➤ Ratos	➤ Bombonas
		➤ Ribeirão da Ilha	➤ Bombonas
20/jun	Segunda-feira	➤ Córrego Grande, Carvoeira e Trindade	➤ Contentores
		➤ Monte Verde	➤ Bombonas
		➤ Morro do Quilombo	➤ Bombonas
		➤ Itacorubi (Jardim das Garças)	➤ Bombonas
21/jun	Terça-feira	➤ Itacorubi	➤ Contentores
		➤ Ratos	➤ Bombonas
		➤ Ribeirão da Ilha	➤ Bombonas
23/jun	Quinta-feira	➤ Córrego Grande, Carvoeira e Trindade	➤ Contentores
		➤ Monte Verde	
		➤ Morro do Quilombo	➤ Bombonas
		➤ Itacorubi (Jardim das Garças)	➤ Bombonas
24/jun	Sexta-Feira	➤ Itacorubi	➤ Contentores
		➤ Ratos	➤ Bombonas
		➤ Ribeirão da Ilha	➤ Bombonas

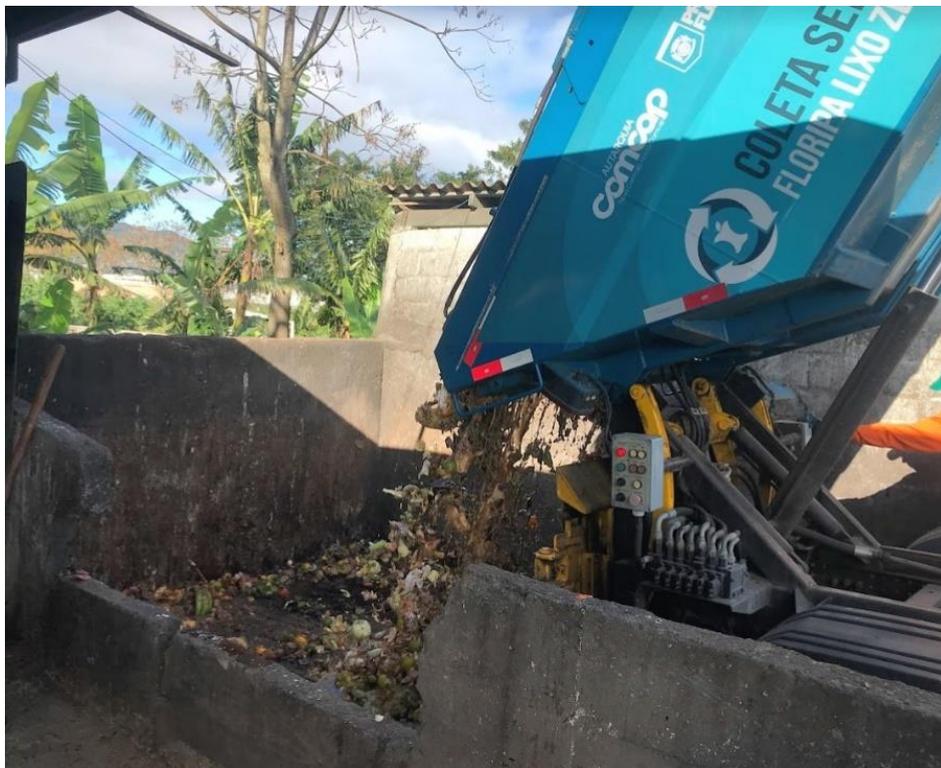
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Os caminhões que coletam os RSO, tanto na coleta de bombonas como na coleta de contentores são pesados na balança rodoviária que fica dentro do pátio do Centro de Valorização de Resíduos da SMMA. Em posse dos valores de peso bruto (conjunto caminhão

+ carga) e o peso líquido (carga), os dados são adicionados ao sistema de controle Siscore. Desta forma, obtendo acesso ao sistema foi possível coletar os dados dos pesos em quilogramas dos resíduos sólidos orgânicos coletados em cada roteiro nas datas especificadas na Tabela 1. Após a pesagem, o caminhão segue para o pátio de compostagem, onde são descarregados os resíduos

O caminhão satélite descarrega os resíduos orgânicos por meio de basculamento (Figura 33), em uma baia em concreto construída para esta finalidade (Figura 34), após isto há o trabalho manual de triagem dos resíduos com auxílio da ferramenta forçado curvo para retirada dos materiais não compostáveis (Figura 35).

Figura 33 - Despejo dos RSO coletados com caminhão satélite.



Fonte: A autora (2022).

Figura 34 - RSO coletados com caminhão satélite.



Fonte: A autora (2022).

Figura 35 - Triagem manual dos RSO coletados com caminhão satélite.



Fonte: A autora (2022).

Em relação as coletas das bombonas, como é feito mais de um roteiro por dia, à medida que o caminhão chegava, foram separadas em grupos de acordo com a área de estudo para que

não houvesse mistura dos resíduos e suas origens (Figura 36). Primeiramente foram retiradas as tampas das bombonas, posteriormente esvaziadas, descarregando os resíduos na concha da máquina retroescavadeira (Figura 37). por ser em menor volume, e os contaminantes retirados de forma manual (Figura 38). As imagens abaixo mostram os procedimentos descritos.

Figura 36 - Descarga das bombonas de RSO.



Fonte: A autora (2022).

Figura 37 - Despejo dos RSO das bombonas.



Fonte: A autora (2022).

Figura 38 - Despejo dos RSO das bombonas.



Fonte: A autora (2022).

Para os dois modelos de coleta os resíduos considerados contaminantes foram separados e colocados em bombonas vazias (Figura 39) para serem pesados em uma balança digital com precisão de 0,05 kg. Houve o acompanhamento dos processos de descarregamento e triagem dos resíduos em todos os dias de amostragem, na qual foram anotadas as informações relevantes do processo, como pode ser visualizado na Figura 40.

Os valores obtidos na pesagem manual dos contaminantes foram contabilizados em planilhas físicas e posteriormente trabalhados em planilha Excel, juntamente com os dados de peso líquido de cada roteiro, extraídos do Siscore, para poder realizar os cálculos do percentual de contaminante de cada dia e região amostrada.

Além da obtenção dos dados de pesos dos contaminantes, foram cronometrados os tempos de descarga dos RSO de cada caminhão respectivo, de forma a possibilitar a avaliação do objetivo nº 2. A descarga da coleta satélite é por meio de basculamento automático, no qual é acionado o comando no caminhão. Já na coleta de bombonas, estas são descarregadas de forma manual por dois garis da coleta e são colocadas em cima de *pallets* de madeira dispostos no pátio de compostagem.

Figura 39 - Contaminantes separados nas bombonas para pesagem.



Fonte: A autora (2022).

Figura 40 - Monitoramento da triagem dos RSO da coleta satélite



Fonte: A autora (2022).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DESCRIÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DOS MODELOS DE COLETA

A implantação das coletas foi feita em etapas com expansão ao longo do tempo. A coleta por meio de bombonas seguiu uma sequência de quatro etapas. Primeira etapa: implantação no Loteamento Jardim das Garças; Segunda etapa: implantação no bairro Monte Verde; Terceira etapa: expansão para comércios do Loteamento Jardim das Garças e Quarta etapa: implantação na comunidade Morro do Quilombo e nos bairros Ribeirão da Ilha e Ratonés.

A coleta satélite por contentores ocorreu em duas etapas, a primeira com a implantação da coleta no bairro Itacorubi e a segunda etapa com a implantação do roteiro que abrange os bairros Córrego Grande, Carvoeira e Trindade

4.1.1 Coleta de bombonas

Por meio do projeto contemplado com o Fundo Socioambiental da Caixa, através de edital do Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), foram adquiridos insumos para a implantação da coleta de bombonas de orgânicos no município de Florianópolis. Em novembro de 2020 foi primeiramente implantada no bairro Itacorubi, em 02 condomínios residenciais verticais localizados no loteamento Jardim das Garças em forma de projeto piloto. Foram selecionados dois condomínios localizados na mesma rua, dos quais foram estrategicamente selecionados devido a localização próxima ao Centro de Valorização de Resíduos da SMMA/Comcap. O projeto avançou para mais uma fase em dezembro de 2020, para o restante dos condomínios do Jardim das Garças (em torno de 11 condomínios) e no bairro Monte Verde, no qual foram dispostas bombonas no formato de PEVs em 03 ruas do bairro. Posteriormente o passo seguinte foi a expansão da coleta nos comércios (bares, restaurantes, padarias e semelhantes) no Loteamento Jardim das Garças. Após a expansão no Itacorubi, houve nos meses de janeiro e fevereiro de 2021 as etapas seguintes de expansão no bairro Monte Verde, onde foram incluídas mais 06 ruas no roteiro e dispostos mais PEVSs para coleta. Em outubro de 2021 seguindo a mesma sistemática executada no bairro Monte Verde, foi implantada na comunidade Morro do Quilombo, bairro Itacorubi, e no Loteamento Portal do Ribeirão no bairro Ribeirão da Ilha. Por fim, mais recentemente, em janeiro de 2022 foi implantada no bairro Ratonés.

A implantação das coletas iniciou com o estudo das áreas de implantação dos PEVs e reuniões com lideranças comunitárias para organização das ações no bairro. Seguidas das intervenções de mobilização social com equipe de educação ambiental a fim de divulgar a coleta seletiva de orgânicos na comunidade, promovendo o gerenciamento dos resíduos, com participação nos sistemas da coleta pública e a sensibilização sobre a valorização do orgânico e a responsabilidade coletiva, orientando os munícipes a participarem do sistema de coleta ponto a ponto.

Esta etapa de educação ambiental é de extrema importância na implantação das coletas, na qual os responsáveis vão em cada residência, conversam com cada morador e entregam informativos com as devidas diretrizes (Figura 41), socializando os materiais de comunicação. Além disso também foram realizadas reuniões comunitárias com objetivo de apresentar a nova coleta e mobilizar os moradores.

Figura 41 - Informativo de educação ambiental entregue às residências.

2. ORGÂNICOS
Restos de alimentos, cascas de frutas, verduras, ovos, borra de café, folhas secas e demais produtos de origem vegetal e animal que entram em decomposição natural.

DESTINO:
COMPOSTAGEM
Faça compostagem no jardim ou quintal, em minhocário ou encaixote para pontos de entrega voluntária (PEV) e pátes comunitários. O composto orgânico serve para adubar vasos, hortas e jardins urbanos.

COLETA SELETIVA DE VERDES
Entregue restos de poda para a Coleta Seletiva de Verdes da Comcap, conforme calendário anual por bairro, ou leve aos Ecopontos.

COLETA CONVENCIONAL
Reduza quanto puder a quantidade de orgânicos na coleta convencional. Apenas em último caso, se não puder compostar em casa ou levar a pontos de entrega voluntária.

3. REJEITOS
Lixo de banheiro (papel higiênico, absorventes, fraldas, máscaras descartáveis), fitas adesivas, embalagens muito sujas e papel muito engordurado.

DESTINO: COLETA CONVENCIONAL

COMPOSTAGEM FLORIPA
VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

RECICLE SEUS HÁBITOS. SE PARE OS RESÍDUOS. PRODUZA MENOS LIXO.

90% dos resíduos coletados em Florianópolis seguem para aterro sanitário. A meta Floripa Lixo Zero é recuperar pelo menos 60% desses materiais até 2030.

O NOSSO LIXO DE CADA DIA

7000Ton (como é hoje) | 1,1 KC* (meta 2030)

RECICLÁVEIS 1,73 G | ORGÂNICOS 383 G | REJEITOS 242 G

90% É UTILIZADO POR NÃO HAVER SEPARAÇÃO PREVIA | RECUPERAR 90% DOS ORGÂNICOS E 90% DOS RECICLÁVEIS

RECICLE SEUS HÁBITOS!
A berraça é bicho bravo, come tudo que lhe dá... Mas a berraça da Comcap sabe que uma coisa é uma coisa, outra coisa, é outra coisa.
Só não engole lixo todo misturado.

1. RECICLÁVEIS SECOS
DESTINO: COLETA SELETIVA

PAPÉIS
Jornais, revistas, folhas e folhetos (de preferência sem rasgar nem amassar) e caixas de papelão desmontadas.

METAIS
Latas limpas de bebidas e de alimentos, panelas, pregos e parafusos, grampos e cliques, fios, objetos de ferro ou latão e aerossóis.

PLÁSTICOS
Embalagens e utensílios como garrafas, frascos e potes, sacos e sacolas, baldes, canetas, brinquedos, canos, tubos e conexões de PVC e radiografias.

VIDROS*
Embalagens (garrafas, potes e frascos) vazias, copos e taças.

*O vidro tem situação diferenciada porque além da coleta seletiva de porta em porta, a Comcap oferece pontos de entrega voluntária (PEV) e Ecopontos para onde o cidadão pode levar.

Descubra o ponto de entrega voluntária mais próximo no site www.pmt.sc.gov.br/comcap

Fonte: Acervo SMMA (2020).

Foi realizada a entrega de baldes com capacidade de 3 litros (Figura 42) a cada residência que demonstrou interesse em participar da coleta mediante assinatura de Termo de Empréstimo. O morador em posse do recipiente dispõe os resíduos gerados em sua residência e se dirige ao PEV mais próximo, depositando o conteúdo nas bombonas (Figura 43) que será posteriormente coletada com veículo adequado (Figura 44) a esta finalidade.

Figura 42 - Balde de 3 litros para segregação na fonte.



Fonte: Acervo SMMA (2020).

Figura 43 - Ponto de entrega voluntária com bombonas.



Fonte: Acervo SMMA (2020)

Figura 44 - Veículo utilizado na coleta de bombonas.



Fonte: Acervo SMMA (2020).

A coleta é realizada duas vezes por semana em cada localidade, na qual são trocadas as bombonas cheias por vazias e higienizadas. As bombonas devidamente coletadas são destinadas ao Pátio de Compostagem localizado no Centro de Valorização de Resíduos da SMMA, no bairro Itacorubi, o qual detém uma área de 2.500 m². Os resíduos são despejados e triados de forma manual para retirar possíveis contaminantes ao processo de compostagem. Após isto, os orgânicos sem contaminantes são levados às leiras de compostagem e as bombonas lavadas com jatos de água em alta pressão para serem armazenadas em depósito.

O Manual de Orientação da Compostagem Doméstica, Comunitária e Institucional de Resíduos Orgânicos aborda algumas diretrizes para a coleta de resíduos orgânicos. Para segregação na fonte são necessários recipientes de armazenamento com boa vedação e tamanhos apropriados para o manejo e o transporte dos resíduos. Estão descritas sugestões como baldes de 3 a 20 litros (dependendo da quantidade de resíduos gerada) e bombonas de 30 ou 50 litros com alças laterais e tampas vedáveis. O primeiro passo é a sensibilização com grupo capacitado para realizar as ações necessárias, desde a educação ambiental até a sensibilização dos moradores para a segregação das frações (BRASIL, 2017). Assim, como consta neste tópico, a implantação da coleta no modelo de bombonas seguem as diretrizes acima descritas.

4.1.2 Coleta satélite

A coleta satélite de RSO iniciou em junho de 2021, em alguns condomínios multifamiliares e comércios do bairro Itacorubi. O roteiro foi expandido em outubro de 2021 aos bairros Córrego Grande, parte da Carvoeira e Trindade.

O planejamento do serviço iniciou com o levantamento dos condomínios da região a ser atendida e com visitas in loco para cadastramento dos representantes, geralmente o síndico ou zelador, de cada condomínio. De forma a convidá-los a participar das reuniões para apresentação do projeto e receber as informações prestadas via *WhatsApp* internamente nos condomínios, junto aos moradores.

Houve também intervenções de educação ambiental, bem como reuniões de apresentação e de mobilização social com os responsáveis dos condomínios e estabelecimentos. Além disso, foi elaborada uma capacitação para os zeladores e colaboradores a fim de informar as diretrizes da coleta.

A partir do cadastramento dos condomínios multifamiliares, mistos ou comerciais, bem como dos comércios existentes na região, foi elaborado um *checklist* para levantamento do número dos participantes e realizar os ajustes necessários, tanto de intercorrências durante a coleta, como para notificação dos não participantes. A partir deste documento, é possível saber o número de estabelecimentos participantes da coleta a cada mês.

A coleta é realizada duas vezes por semana em cada localidade através de veículo caminhão satélite (Figura 45). O acondicionamento dos recicláveis orgânicos deve ser realizado através de sacos compostáveis, armazenados em contentores plásticos (Figura 46) com capacidade de 120 litros, especificado pela ABNT 15.911-2 no modelo europeu, cor marrom, em quantidades suficientes para o acondicionamento dos resíduos do imóvel. A utilização de saco compostável é opcional, sendo que resíduos orgânicos podem ser dispostos diretamente nos contentores. Os sacos são indicados para auxiliar na higienização dos contentores.

Figura 45 - Caminhão satélite para coleta de resíduos orgânicos.



Fonte: Acervo SMMA (2021).

Figura 46 - Modelo de contentor utilizado na coleta satélite.



Fonte: Acervo SMMA (2021).

Os contentores são basculados para dentro do caminhão e os resíduos orgânicos destinados ao pátio de compostagem localizado no Centro de Valorização de Resíduos (CVR), mesmo local onde são destinadas as bombonas. Os resíduos orgânicos são despejados mecanicamente pelo caminhão e triados de forma manual, separando possíveis contaminantes ao processo de compostagem. Após isto, os orgânicos sem contaminantes são distribuídos nas leiras de compostagem.

Segundo abordado por Abreu e Schmidt (2021), um sistema de coleta seletiva envolve três etapas: mobilização social, coleta diferenciada e destinação dos resíduos, sendo realizados em cinco passos. Fase preparatória: conhecer a situação; Diagnóstico: saber como está a situação do município; Planejamento: alternativas para implementação do sistema de coleta seletiva; Implementação da coleta seletiva: ações para realizá-la; manter o sistema de coleta seletiva. Assim sendo, a implantação da coleta seletiva de orgânicos no município de Florianópolis, como descrito neste tópico, seguiu e continua seguindo os processos mencionados pelos autores e isto é crucial para garantir o correto funcionamento do sistema e ações envolvidas.

4.2 RECURSOS REQUERIDOS - POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES DE CADA COLETA

A coleta de resíduos sólidos em um município necessita de diversos recursos para que ocorra com qualidade e proatividade, sem causar transtornos à população e ao prestador do serviço público. A implementação de ambas as coletas em estudo neste trabalho apresenta particularidades quanto a necessidade dos recursos, demonstrando potencialidades e limitações. No Quadro 4 está demonstrado o comparativo dos recursos.

Quadro 4 - Comparativo dos recursos requeridos para os dois modelos de coleta de RSO.

RECURSO	MODELO DE COLETA	
	Bombonas	Satélite (contentores)
Sensibilização	Equipe vai de casa em casa explicando sobre as diretrizes da coleta e conversando com cada morador	Equipe conversa com zelador ou síndico dos condomínios e estes ficam responsáveis por repassar as informações para os moradores
Sistema da coleta	Ponto a ponto; Porta a porta (Loteamento Jardim das Garças)	Porta a porta
Número de funcionários na coleta	1 motorista e 2 garis	1 motorista e 2 garis
Transporte	Caminhão de pequeno porte com carroceria	Caminhão de médio porte, com caçamba basculante diferenciada
Quantidade coletada	Em média 500 kg por trajeto	Em média 2.200 kg por trajeto
Descarga	Manual, com tempo médio de três minutos	Basculamento automático, com tempo médio de um minuto

Quadro 4 - Comparativo dos recursos requeridos para os dois modelos de coleta de RSO (continuação).

Higienização da bombona ou contentor	Realizada por equipe responsável pela compostagem no pátio do CVR, pelo prestador do serviço de coleta / destino final	Realizada pela zeladoria do condomínio ou comércio
Tratamento de efluentes gerados	Grande volume gerado de forma concentrada no pátio de compostagem do CVR, necessita de disponibilidade de tratamento no local	Geração difusa, cada cliente é responsável pelo tratamento e manutenção
Número de funcionários na compostagem	2 para descarga e triagem dos resíduos, 1 para movimentação até as leiras e 1 para lavagem das bombonas	2 para triagem dos resíduos e 1 para movimentação até as leiras
Custos envolvidos na operação	<ul style="list-style-type: none"> • Impressão de informativos: adesivos para bombonas e baldes e <i>folders</i>; • Compra de baldes para cada residência (R\$ 8,50 a unidade com adesivo); • Compra de bombonas (R\$ 98,40 a unidade com adesivo); • 2 caminhões, sendo 1 titular e 1 reserva (R\$ 217.500,00); • Funcionários; • Custo operacional de equipamentos, água e energia elétrica para lavagem das bombonas; • Implantação e Manutenção do sistema de tratamento de efluentes da lavagem de bombonas; • Local para guarda das bombonas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Impressão de informativos: <i>folders</i>; • 2 caminhões, sendo 1 titular e 1 reserva (R\$ 684.500,00); • Funcionários.

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Algumas questões são relevantes nas particularidades mencionadas, a primeira diferença está na ação do processo de sensibilização e educação ambiental, na qual a equipe responsável pelas informações da coleta, no caso das bombonas, conversa com cada morador

responsável pela segregação, enquanto nos condomínios, onde ocorre a coleta satélite por contentores, conversa-se com zeladores ou síndicos e estes repassam as informações aos responsáveis pela segregação, o que pode causar algumas divergências. Isto se deve as características de cada modelo, tendo como alvo diferentes públicos, sendo que a coleta satélite está mais focada em condomínios onde não se tem acesso direto aos moradores.

O transporte necessário para cada coleta também difere, enquanto as bombonas são coletadas com caminhão de pequeno porte e carroceria passível de compra com certa facilidade, a caçamba basculante do caminhão satélite foi elaborada com auxílio de engenheiro mecânico e executada por empresa especializada devido à necessidade requerida. Outro fator relevante é a quantidade coletada, visto o quadro acima percebe-se a discrepância entre os valores. Enquanto por bombonas coleta-se em média 500 kg por viagem, com a coleta satélite é possível 4 vezes mais em média e isto se deve justamente a capacidade e mecanismo dos transportes utilizados.

Uma questão de relevante importância é a higienização das bombonas e dos contentores, enquanto as bombonas são coletadas e higienizadas pela operadora dos serviços de coleta e destino de resíduos, no caso pela equipe da compostagem contratada pela prefeitura, nas dependências do CVR, os contentores devem ser higienizados pelos responsáveis dos condomínios. O Manual de Orientação de Compostagem Doméstica, Comunitária e Institucional de Resíduos Orgânicos ressalta a importância de se ter equipamentos apropriados para uma adequada higienização dos contentores e bombonas, como mangueiras, lavadoras de alta pressão, escovas e esponjas (BRASIL, 2017). Há a opção da utilização de sacos compostáveis, porém possuem alto valor para compra, o que muitas vezes gera negativas por parte dos condomínios e comércios.

Uma particularidade do sistema de coleta por bombonas é a suscetibilidade a furtos. Por ficarem dispostas nas ruas houve casos de roubo destas, causando transtornos para a comunidade e a prestação do serviço público.

Segundo comparação feita em estudo de Bringhenti (2004), há vantagens e desvantagens quanto os modelos de coleta porta a porta e PEVs. Na coleta porta a porta os aspectos positivos são: dispensa do deslocamento do cidadão o que influi positivamente quanto à participação na coleta seletiva e facilidade de identificar os domicílios e estabelecimentos participantes; e como aspectos negativos tem-se: necessidade de maior infraestrutura de coleta, representada pelo aumento da frota de veículos e recursos humanos, e apresenta custos mais altos de coleta e transporte comparado com outras modalidades de coleta seletiva. Já a coleta em

PEVs apresenta como vantagens: redução de custos de coleta e transporte, com otimização de percursos e frequências, especialmente, em bairros com população esparsa e em função do tipo de recipiente e estímulo educativo adotados, permite a separação e o descarte de resíduos, por tipos, facilitando a triagem posterior; e como desvantagens: requer maior disponibilidade da população, que deverá se deslocar, suscetibilidade a vandalismo, exigência de manutenção e limpeza periódicas, não possibilita a identificação dos domicílios e estabelecimentos participantes dificultando a avaliação da adesão da comunidade ao programa.

Foram obtidos apenas os valores de custo dos caminhões e bombonas, e visto a falta de informação sobre os custos envolvidos nos sistemas em valores para os demais recursos, foi apenas elencada a listagem dos itens que compõem os custos de cada sistema, de forma a possibilitar a comparação.

Os custos relacionados com a coleta seletiva podem aumentar ou diminuir dependendo das condições locais reais, como a vida útil real dos equipamentos que armazenam os resíduos (algumas cidades lidam com vandalismo e furtos e precisam trocar com mais frequência), proporção de habitantes que participam e outros custos relacionados, por exemplo, a limpeza dos equipamentos (SLAVÍK; DOLEJL; RYBOVÁ, 2021).

Na Itália a coleta dos resíduos orgânicos nas zonas urbanas é realizada normalmente com pequenos contentores plásticos de 25-30 litros. Os moradores são obrigados a separar diferentes materiais nos contêineres e expô-los na rua, próximo ao ponto de produção. A coleta exige que os garis manuseiem os contêineres na beira da calçada, realizando movimentos manuais para levantar as lixeiras plásticas do solo até o veículo de coleta. O gari levanta cada contentor pequeno, transferindo os resíduos orgânicos para dentro de contentor acoplado ao veículo de coleta que despeja os resíduos para dentro do caminhão e, em seguida, devolve a lixeira vazia ao cidadão. Estas ações dão propensão a riscos de problemas ergonômicos devido ao movimento repetitivo e pesos levantados diariamente. Uma equipe de uma ou duas pessoas normalmente gerencia os resíduos orgânicos, no caso de tripulação de uma pessoa, o mesmo operador de resíduos conduz o veículo de coleta e recolhe os contentores de resíduos no passeio e na equipe de duas, um trabalhador normalmente dirige o veículo de coleta e o outro coleta os recipientes de resíduos. (BOTTI *et.al.*, 2020).

Esta sistemática italiana de coleta se assemelha com o modelo de bombonas em estudo neste trabalho, fazendo levantar a questão da desvantagem da coleta manual das bombonas, que oferecem riscos à saúde dos garis. Diferente do caminhão satélite, no qual a coleta praticamente

toda automatizada, sendo necessário somente o gari encaixar o contentor de 120 litros no elevador do caminhão.

Em Florianópolis, no bairro Monte Cristo há o projeto de gestão comunitária dos resíduos orgânicos chamado “Revolução dos Baldinhos”, semelhante ao modelo de bombonas em estudo neste trabalho. Criado em 2008, para melhorar a questão do descarte irregular de resíduos e o surgimento de ratos no bairro, caracterizado por uma população em situação de pobreza, vulnerabilidade social e baixo índice de escolarização, com muitas famílias provenientes de áreas rurais. Inicialmente a coleta era feita porta a porta, mas com o crescimento do projeto foi mudado para PEVs com bombonas para facilitar a logística. Os resíduos orgânicos são destinados ao pátio de compostagem no interior da própria comunidade. Este projeto demonstra a viabilidade de gestão comunitária de resíduos orgânicos, explanando a reciclagem dos RSO e o enorme potencial de reciclagem (BRASIL, 2017).

Outro projeto também em Florianópolis é a gestão de resíduos orgânicos em três unidades do SESC (Serviço Social do Comércio). Com início em 2012, 670 toneladas de resíduos orgânicos foram tratadas até o ano de 2014, gerando 210 toneladas de compostos que foram doados para prefeituras, escolas e comunidades, para recuperação de espaços públicos, criação e manutenção de hortas escolares, bem como aplicados na agricultura orgânica e nos espaços verdes da própria Instituição. Com a implantação do projeto, teve como vantagens a diminuição de custos com a compra de adubos para jardinagem e manutenção e de sacos de lixo (BRASIL, 2017).

Segundo consta em documento redigido por Centemero *et. al.* (2015), a cidade de Milão na Itália começou a implementar a coleta de resíduos orgânicos residenciais em novembro de 2012, antes estava disponível apenas para atividades comerciais, como restaurantes, escolas, supermercados e hotéis. Em junho de 2014, esta coleta de resíduos foi estendida a 100% da população, sendo a primeira metrópole da Europa a ter maiores números de reciclagem de RSO, separados na fonte. As intensas atividades de comunicação desempenharam papel importante. Em primeiro lugar, os gestores de edifícios multifamiliares foram sensibilizados, depois os municípios receberam previamente uma cartilha com explicações sobre o novo serviço. A ampla sensibilização foi realizada em paralelo com a entrega gratuita de calendários, folhetos multilíngues de sensibilização, uma aplicação gratuita para smartphone, anúncios em rádio, TV jornais e um número de telefone gratuito. Além disso foram disponibilizados aos moradores da cidade baldes de 10 litros para a segregação na fonte, juntamente com 25 sacos compostáveis para servirem de incentivo. O diferencial é que o pequeno balde da cozinha tem uma estrutura

especial e arejada para garantir a oxigenação ideal do saco e do seu conteúdo, minimizando assim os inconvenientes relacionados com a formação de odores e líquidos. Os resíduos são dispostos em frente as casas em contentores menores, de 25 a 30 litros para residências unifamiliares e em residências multifamiliares são dispostos em contentores de 120 litros de cor marrom. Esta prática é semelhante a implantada no município de Florianópolis no modelo de contentores, na qual a fração orgânica é armazenada e coletada no mesmo contentor de 120 litros e cor marrom.

O caso de Milão mostra que é possível implantar sistema de coleta seletiva de lixo orgânico domiciliar em cidades metropolitanas densamente povoadas com excelentes resultados quantitativos e serviço de alto padrão (CENTEMERO, 2015).

4.3 SÉRIE HISTÓRICA DAS QUANTIDADES DE RSO COLETADOS EM CADA ÁREA DE ESTUDO

A elaboração e visualização dos gráficos abaixo é importante para as análises das quantidades de RSO coletados em cada mês. O Gráfico 1 demonstra a série histórica da coleta por bombonas desde a primeira implantação em novembro de 2020 até o mês de junho de 2022. A localidade com maior peso coletado ao longo dos meses decorridos é o Loteamento Jardim das Garças, no qual detém o maior peso, 7.980 kg no mês de agosto de 2021. O bairro Monte Verde é o segundo a apresentar quantidades significativas, sendo que nos meses de janeiro, março, abril, maio e junho de 2021 obteve o maior peso coletado. E as outras três localidades restantes, e últimas a terem a implantação da coleta, apresentam valores inferiores.

O comportamento das coletas é semelhante para todas as localidades, início com adesão menor e aumentando ao longo dos meses. Porém percebe-se uma disparidade a partir do mês de julho de 2021 nas quantidades coletadas no Loteamento Jardim das Garças, enquanto houve um decaimento nas coletas do Monte Verde. Outra questão importante é a proximidade entre as quantidades de resíduos coletados mensalmente nos bairros Ribeirão da Ilha, Ratonos e na comunidade Morro do Quilombo e a semelhança no comportamento dos gráficos.

Analisando o período explicitado no gráfico, a coleta das bombonas no Loteamento Jardim das Garças resultou em uma média de coleta dos RSO de 600 kg/dia. Mensalmente são coletados em média 4.849 kg e desde o início da implantação da coleta em novembro de 2020 até o final do mês de junho deste ano, foram desviados 96.990 kg de RSO do aterro sanitário, provenientes desta localidade.

O bairro Monte Verde possui a média de coleta diária de 400 kg/dia, sendo aproximadamente em média 3.210 kg/mês, contabilizando os dados no período desde o início da coleta em dezembro de 2020 até o mês de junho deste ano. Desta forma, já foram destinadas a compostagem 59.320 kg de RSO.

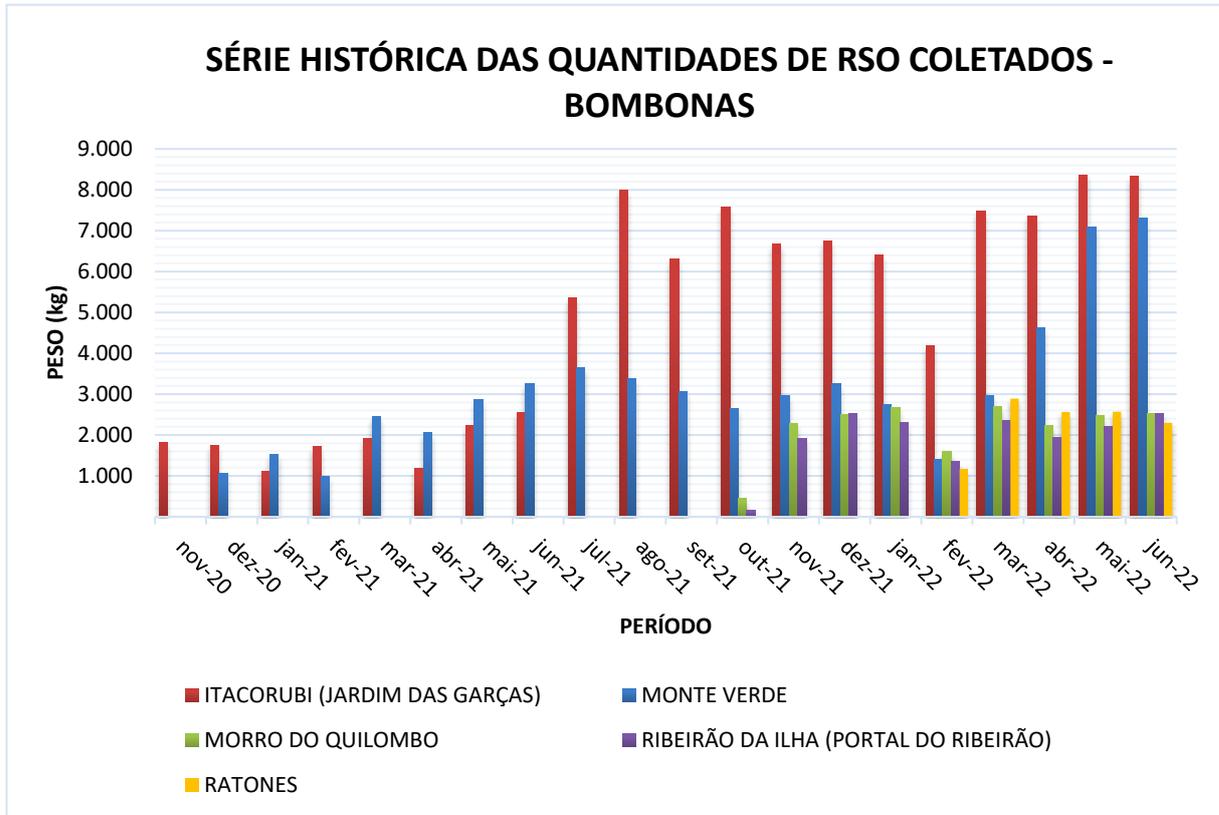
Na comunidade Morro do Quilombo são coletados em média 270 kg/dia, sendo 2.160 kg/mês, em relação ao período descrito no gráfico. Desde o início da coleta em outubro de 2021 até o final do mês de junho deste ano, foram coletados 19.440 kg de RSO no bairro, dos quais foram destinados a compostagem e desviados do aterro sanitário.

As coletas no Loteamento Portal do Ribeirão resultaram em uma média de 240 kg/dia, sendo 1.921 kg/mês. Assim sendo, foram desviadas do aterro sanitário 17.290 kg de RSO coletados no bairro desde outubro de 2021 até o mês de junho deste ano.

O bairro Ratoles obtém a média diária de 274 kg de RSO coletados, sendo 2.189 kg/mês. Desta forma, desde o início da coleta em fevereiro deste ano até o final do mês de junho, foram desviadas do aterro sanitário 11.490 kg de RSO coletados no bairro.

Não foi possível quantificar diretamente os participantes na coleta de cada localidade, visto a indisponibilidade de dados que comprovem a real participação de cada morador. Tendo os dados de número de bombonas recolhidas em média em cada localidade, foi possível comparar a participação de cada bairro no último mês de junho, pela média de RSO recolhidos por bombona. No Loteamento Jardim das Garças foram recolhidas 29 bombonas, resultando em uma média de 31,95 kg de RSO/bombona. Na comunidade Morro do Quilombo foram recolhidas diariamente 18 bombonas, resultando em um total de 15,62 kg de RSO/bombona. No bairro Monte Verde foram coletados resíduos em 49 bombonas, totalizando 16,55 kg RSO/bombona. Nos bairros Ribeirão da Ilha e Ratoles são coletadas em média 18 bombonas em cada, resultando em 15,62 e 14,20 kg RSO/bombona respectivamente. Dessa forma, a média de peso por bombona recolhida foi de 18,79 kg de RSO.

Gráfico 1 - Série histórica dos pesos em kg dos RSO coletados mensalmente com o método de bombonas.



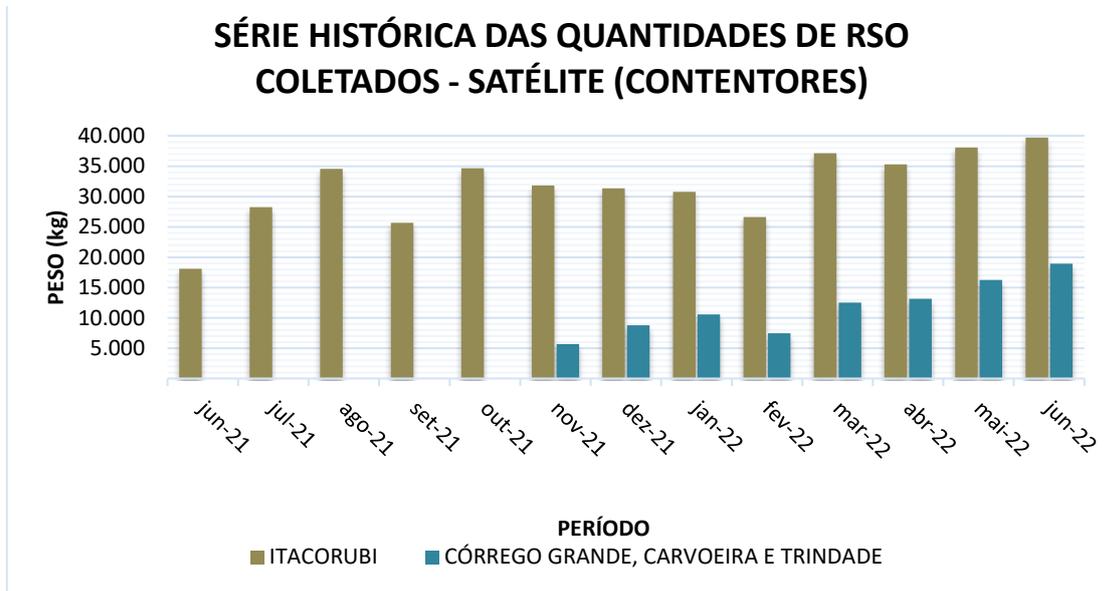
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

No Gráfico 2 estão explicitados os dados de pesos em quilogramas dos RSO coletados dos contentores por meio de caminhão satélite, nos roteiros dos bairros Itacorubi, Córrego Grande, Carvoeira e Trindade.

A coleta no bairro Itacorubi iniciou cinco meses antes que nos demais bairros e se destaca pelos altos valores em quantidades coletadas, mantendo-se acima dos 25.000 kg mensais, sendo o maior peso de 39.700 kg no mês de junho deste ano. Percebe-se outra questão relevante quanto ao primeiro mês de implantação da coleta, no qual mostraram valores significativos em peso coletado, sendo notável a diferença entre o roteiro Córrego Grande, Carvoeira e Trindade.

O roteiro que abrange os bairros Córrego Grande, Carvoeira e Trindade iniciou as coletas com valores menores de pesos, mas ao longo dos meses é perceptível o aumento gradativo. Enquanto a média mensal deste roteiro é de 11.665 kg, no bairro Itacorubi são coletados em média 31.690 kg mensalmente.

Gráfico 2 - Série histórica dos pesos em kg dos RSO coletados mensalmente com o método de contentores pela coleta satélite.

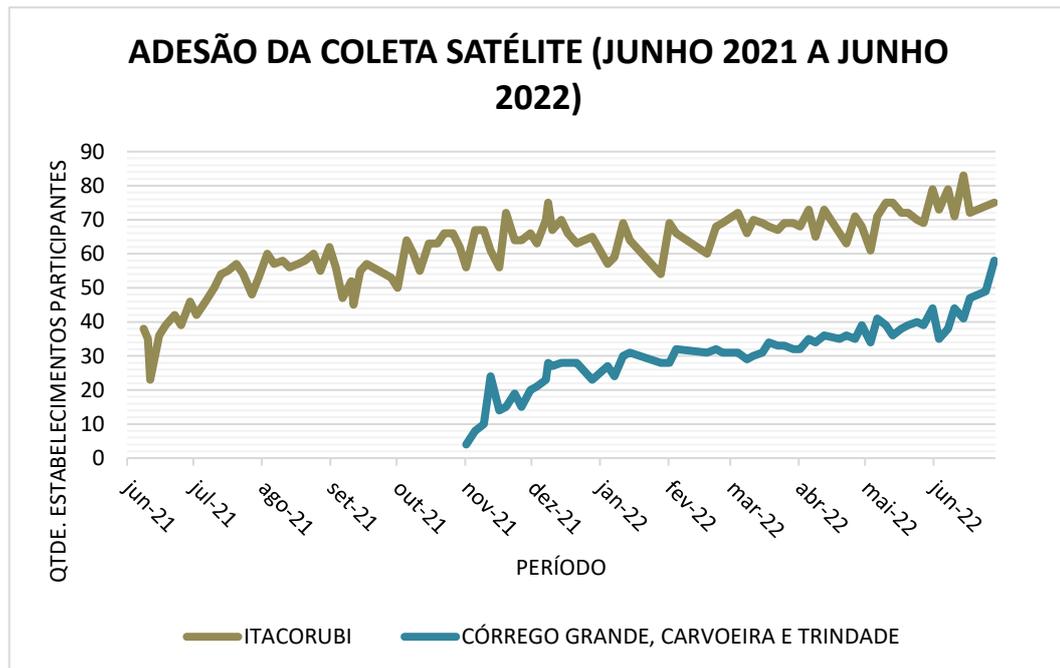


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Devido a coleta satélite ser sistema porta a porta, é possível a elaboração e preenchimento de *checklist* a cada coleta e desta forma obter a quantidade total de estabelecimentos participantes. Assim, conseguiu-se elaborar o Gráfico 3 demonstrando a série histórica de adesão no período de um ano para os dois roteiros em estudo neste trabalho, a fim de avaliar a evolução da participação. Nos dois roteiros percebe-se que o número de estabelecimentos foram aumentando ao longo do período, acompanhando o comportamento da série histórica de coleta, apresentada no Gráfico 3.

Com o total de RSO coletados e participantes, estimou-se a média de produção mensal por estabelecimento para cada roteiro, considerando o período total. No bairro Itacorubi participaram da coleta a média de 61 estabelecimentos e foram coletados a média mensal de 31.690 kg, tendo como média de produção 519,51 kg de RSO por estabelecimento ao mês. No roteiro Córrego Grande, Carvoeira e Trindade a coleta ocorreu na média de 30 locais com média mensal de 10.371 kg, resultando em uma média de 345,70 kg de RSO por estabelecimento ao mês. Assim sendo visto os gráficos e os resultados das médias mensais para os estabelecimentos participantes, a produção no bairro Itacorubi é maior.

Gráfico 3 - Histórico da adesão dos estabelecimentos na coleta satélite



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

O comportamento da população contemplada com a coleta satélite é semelhante ao que diz Bringhenti e Günther (2011) em que de forma geral a participação voluntária da população nos programas de coleta seletiva é baixa, mas que pode aumentar em longo prazo e a participação efetiva tende a crescer gradativamente na medida em que também se incrementem as ações mobilizadoras. Ainda a autora afirma que no planejamento da implantação de coleta seletiva, mensurar a participação da população é fator determinante para o investimento a ser aplicado e é uma das principais dificuldades pois depende de vários fatores como perfil socioeconômico e cultural da população, grau de instrução e acesso à educação. Desta forma, são necessárias ações para adequar o projeto à realidade local, regular o funcionamento da logística implantada e a tornar eficiente a estratégia para sensibilização e motivação da população. Considerando-se que a participação voluntária da população nos programas de coleta seletiva é baixa, mas que pode aumentar em longo prazo e que a participação efetiva tende a crescer gradativamente na medida em que também se incrementem ações mobilizadoras.

No Quadro 5 estão compiladas as informações das coletas em cada área de estudo.

Quadro 5 – Quadro resumo das informações de cada roteiro de coleta.

Roteiro	Modelo de coleta	Área abrangida (km ²)	Número de unidades habitacionais e comércios abrangidos	Número de PEVs	Média mensal recolhida(kg)
Loteamento Jardim das Garças (Itacorubi)	Bombonas	0,054	ND	21	4.849
Morro do Quilombo (Itacorubi)	Bombonas	0,27 ¹	ND	17	2.160
Monte Verde	Bombonas	0,60 ¹	ND	37	3.210
Ribeirão da Ilha	Bombonas	0,20 ¹	ND	17	1.921
Ratones	Bombonas	4,00 ¹	ND	29	2.189
Itacorubi	Contentores	0,80	110	NA	31.690
Córrego Grande, Carvoeira e Trindade	Contentores	1,33	241	NA	11.665

¹ Área total da localidade, considerando que todos os moradores têm acesso aos PEVs.

ND: Informação não disponível.

NA: Não aplicável.

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Para se ter uma compreensão do histórico de coletas em todo o município de Florianópolis, foi elaborado o Quadro 6, no qual verificam-se as quantidades de resíduos coletados e desviados do aterro sanitário no período de janeiro de 2017 a junho de 2022. Ressalta-se que os resíduos classificados como outros são de origem domiciliar do tipo volumosos, eletroeletrônicos, entre outros.

Quadro 6 - Quantidade de resíduos coletados no município de Florianópolis e valores de desvio do aterro, período: janeiro de 2017 a julho de 2022.

Resíduo	Ano					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022 ¹
	Total coletado (t)					
Recicláveis secos	20.188	13.513	14.074	13.502	11.804	6.874
Orgânicos	3.448	3.115	4.154	5.077	7.414	4.294
Rejeitos	273.911	195.786	198.349	191.075	192.390	118.814
Outros	10.428	3.628	6.220	10.893	12.242	9.112
Desvio de RSO do aterro sanitário²	3,20%	4,12%	5,33%	6,58%	9,46%	8,82%
Desvio de Recicláveis Secos do aterro sanitário³	15,24%	14,55%	14,69%	14,24%	12,26%	11,49%

Desvio Total de RSU do aterro sanitário⁴	7,67%	7,70%	8,18%	8,42%	8,59%	8,03%
--	-------	-------	-------	-------	-------	-------

¹ Dados obtidos até o mês de julho de 2022.

² Massa coletada de Orgânicos dividida pela massa gerada de Orgânicos (35% do total de RSU coletados).

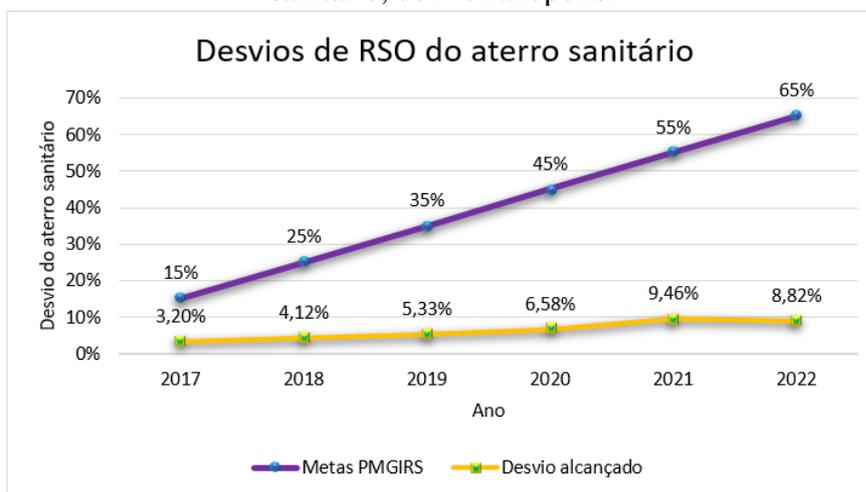
³ Massa coletada de Recicláveis Secos dividida pela massa gerada de Recicláveis Secos (43% do total de RSU coletados).

⁴ Massa coletada de Recicláveis Secos e Orgânicos dividida pela massa total coletada de RSU.

Fonte: Adaptado de Florianópolis (2022) e Florianópolis (2016).

Para fins de análise comparativa foi elaborado o Gráfico 5, a partir dos dados de desvio de RSO do aterro sanitário demonstrados acima e as metas mostradas na Figura 2, no período de janeiro de 2017 até o mês de julho deste ano. No ano de 2021 foram evitados de mandar para o aterro sanitário 7.414 toneladas de RSO, equivalendo a um desvio de 9,46%. Percebe-se que as metas estabelecidas no Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos estão acima do alcançado em todo o período, porém Florianópolis a cada ano aumenta a quantidade de resíduos desviados do aterro. com propensão a alcançar os 10% até final deste ano. Percebe-se que a partir de 2021, quando a coleta da fração orgânica dos RSU estava ampliando houve um aumento bem representativo do desvio.

Gráfico 5 - Comparativo entre metas e valores alcançados para desvio de RSO do aterro sanitário, de Florianópolis.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

É importante ressaltar que os dados de massa de resíduos coletados apresentados no Quadro 6, e utilizados nos cálculos de percentual de desvio, referem-se àqueles pesados na entrada do CVR e disponibilizados em tempo real através da ferramenta Residuômetro no portal eletrônico da PMF (FLORIANÓPOLIS, 2022). Ou seja, os resíduos orgânicos contabilizados

são aqueles provenientes da coleta seletiva pública (porta a porta, ponto a ponto – PEVs e Ecopontos) e oriundos de grandes geradores, que por meio de convênio, tratam os seus resíduos no pátio de compostagem do CVR.

Outras iniciativas que possuem tratamento *in loco* (compostagem domiciliar, compostagem institucional em escolas, e empresas privadas que prestam serviço de coleta e tratamento) não são contabilizadas. Neste sentido, o real desvio de RSO do aterro sanitário é ainda maior.

Os resíduos orgânicos coletados no município ao invés de destinados ao aterro sanitário, são encaminhados ao processo de compostagem e o composto orgânico é usado em ações e práticas de agricultura urbana, no ajardinamento e paisagismo de ruas, parques e praças, em hortas urbanas comunitárias e institucionais (redes municipais de saúde e educação) (FLORIANÓPOLIS, 2017).

A compostagem é uma alternativa para o tratamento dos RSO e, conseqüentemente, ocorre a minimização da parcela a ser encaminhada ao aterro sanitário. A fração orgânica dos resíduos quando dispostos nos aterros sanitários sofrem transformações físicas, químicas e biológicas gerando líquidos lixiviados. A poluição pelos lixiviados está associado às elevadas concentrações de carga orgânica e nitrogenada que se fazem presentes em sua composição e quando dispostos inadequadamente no meio ambiente causam diversos impactos ambientais podem acometer a fauna e a flora aquática, e a qualidade da água dos ambientes receptores, bem como acarretar problemas de saúde pública (GOMES *et. al.*, 2015).

Como exemplo de estrutura com bom gerenciamento de resíduos sólidos pode-se citar a Itália, a qual está entre os principais geradores de biorresíduos da Europa com várias instalações de compostagem. Entre 1997 e 2017 a quantidade de resíduos orgânicos coletados separadamente aumentou em um fator de 10, e no ano de 2015 quase 6,1 milhões de toneladas de RSO foram recolhidos nos municípios italianos, sendo um dos países que lidera a coleta seletiva de RSU e especificamente de resíduos orgânicos com maiores proporções de RSO encaminhados para compostagem. Em 2018, 58% de todos RSU foram separados na fonte, com picos de 72% nas regiões de Veneto e Trentino-Alto Ádige e em outras sete regiões italianas com mais de 60%. Atualmente, cerca de 35 milhões de habitantes na Itália estão envolvidos em esquemas de coleta intensiva de resíduos orgânicos, desviando cerca de 6,5 milhões de toneladas de resíduos para reciclagem (BRUNI *et. al.*, 2020).

Num cenário em que a União Europeia estabelece novas metas de reciclagem para cumprir os princípios de uma economia circular, bem como o aumento na produção de resíduos,

a gestão correta dos resíduos torna-se uma ferramenta fundamental para cumprir os objetivos de circularidade e sustentabilidade. Neste sentido, é dada especial atenção à hierarquia da gestão de resíduos, na qual se estabelecem as medidas prioritárias das melhores práticas ambientais de gestão de resíduos. Especificamente, a maior prioridade está associada às atividades de prevenção, preparação para reutilização e valorização, enquanto a deposição em aterro está associada à prioridade mínima, uma vez que já não é considerada uma forma sustentável de gestão de resíduos. (BRUNI *et. al.*, 2020).

4.4 DETERMINAÇÃO DA PORCENTAGEM DE CONTAMINANTES

Após compilação dos dados obtidos nas coletas amostradas, foram elaboradas as tabelas abaixo. A Tabela 2 expõe os valores de porcentagem de contaminantes em relação ao peso total coletado com caminhão satélite nos roteiros que abrangem os bairros Córrego Grande, Carvoeira, Trindade e Itacorubi. Enquanto a Tabela 3 mostra os dados da coleta por bombonas, dos roteiros Monte Verde, Morro do Quilombo, Itacorubi (Jardim das Garças), Ratonas e Ribeirão da Ilha (Portal do Ribeirão).

Tabela 2 – Dados da coleta de RSO por meio de caminhão satélite, nos roteiros: Córrego Grande, Carvoeira e Trindade e Itacorubi.

Córrego Grande, Carvoeira e Trindade			
Data	Peso total coletado (kg)	Peso dos contaminantes (kg)	Percentual de contaminantes (%)
13/06/2022	2.820	61,93	2,20%
20/06/2022	2.410	79,71	3,31%
23/06/2022	2.510	63,9	2,55%
Percentual médio			2,69%
Itacorubi			
Data	Peso total coletado (kg)	Peso dos contaminantes (kg)	Percentual de contaminantes (%)
14/06/2022	5.280	75,49	1,43%
21/06/2022	5.110	201,46	3,94%
24/06/2022	3.700	94,80	2,56%
Percentual médio			2,64%

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Os percentuais de contaminantes das coletas satélites estão muito próximos, o roteiro Córrego Grande e bairros adjacentes resultou em uma média de 2,69%, enquanto o roteiro Itacorubi resultou 2,64%. Assim percebe-se um comportamento semelhante da segregação na fonte.

Ressalta-se que no dia 14/06 houve uma ação diferenciada na triagem dos resíduos do bairro Itacorubi, no qual foi feita uma segunda etapa abrindo todos os sacos plásticos não compostáveis e retirando os resíduos orgânicos dentro deles. Desta forma, havendo um refinamento na triagem, ocorreu um percentual de contaminantes inferior aos outros, porém é um trabalho com demasiado tempo, consumindo cerca de 1 hora a mais que o normal. Outro destaque é a diferença do peso total coletado no bairro Itacorubi, entre o dia 24/06 e os outros dois dias de coleta do mesmo roteiro.

O resíduo não compostável mais presente na coleta satélite, nos dois roteiros em estudo foi sacola plástica (Figura 47), utilizada para acondicionar os RSO, além de outros plásticos das embalagens de alimentos (Figura 48), bem como resíduos de banheiro (Figura 49), sachês de molhos, isopor, vidro (Figura 50) e fezes de animais.

Figura 47 – Sacolas plásticas retiradas da coleta satélite.



Fonte: A autora (2022).

Figura 48 – Embalagens plásticas recolhidas na coleta satélite.



Fonte: A autora (2022).

Figura 49 - Presença de fralda descartável misturada com RSO da coleta satélite.



Fonte: A autora (2022).

Figura 50 – Presença de garrafas de vidro misturadas com RSO da coleta satélite.



Fonte: A autora (2022).

Tabela 3 - Dados da coleta de RSO por meio de bombonas, nos roteiros: Monte Verde, Morro do Quilombo, Itacorubi (Jardim das Garças), Ratones e Ribeirão da Ilha.

Monte Verde			
Data	Peso total coletado (kg)	Peso dos contaminantes (kg)	Percentual de contaminantes (%)
13/06/2022	860	3,92	0,46%
20/06/2022	1420	20,88	1,47%
23/06/2022	860	1,74	0,20%
Percentual médio			0,71%
Morro do Quilombo			
Data	Peso total coletado (kg)	Peso dos contaminantes (kg)	Percentual de contaminantes (%)
13/06/2022	270	4,22	1,56%
20/06/2022	430	9,03	2,10%
23/06/2022	250	2,14	0,86%
Percentual médio			1,51%

Tabela 4 - Dados da coleta de RSO por meio de bombonas, nos roteiros: Monte Verde, Morro do Quilombo, Itacorubi (Jardim das Garças), Ratonés e Ribeirão da Ilha (continuação).

Itacorubi (Jardim das Garças)			
Data	Peso total coletado (kg)	Peso dos contaminantes (kg)	Percentual de contaminantes (%)
13/06/2022	910	1,00	0,11%
20/06/2022	690	4,86	0,70%
23/06/2022	820	1,94	0,24%
		Percentual médio	0,35%
Ratonés			
Data	Peso total coletado (kg)	Peso dos contaminantes (kg)	Percentual de contaminantes (%)
14/06/2022	320	6,94	2,17%
21/06/2022	310	0,35	0,11%
24/06/2022	250	0,20	0,08%
		Percentual médio	0,79%
Ribeirão da Ilha (Portal do Ribeirão)			
Data	Peso total coletado (kg)	Peso dos contaminantes (kg)	Percentual de contaminantes (%)
14/06/2022	350	5,32	1,52%
21/06/2022	360	0,15	0,04%
24/06/2022	270	0,20	0,07%
		Percentual médio	0,54%

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

As coletas por bombonas apresentaram menores percentuais de contaminantes comparados a coleta satélite, sendo a comunidade Morro do Quilombo a com maior valor expressivo de média. Semelhante a coleta satélite, o contaminante encontrado com maior frequência foi a sacola plástica não compostável utilizada para acondicionar os resíduos.

Na Tabela 4 estão sintetizados os valores da média ponderada de contaminantes pelo peso recolhido de cada local, em cada modelo de coleta.

Tabela 5 – Síntese dos resultados apresentados nas tabelas anteriores.

Modelo de coleta	Contaminação
Bombonas	0,68%
Satélite	2,66%

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

A coleta satélite apresentou contaminantes quase quatro vezes mais que a coleta por bombonas, este fato pode estar atrelado a algumas particularidades, desde as divergências na sensibilização e educação ambiental que ocorrem para cada sistema, bem como a diferença dos públicos-alvo. Enquanto a coleta por bombonas atende regiões predominantemente de residências unifamiliares, a coleta satélite é direcionada para condomínios multifamiliares, nos quais, muitas vezes, a responsabilidade pelos resíduos gerados pelo morador é transferida para outros ou pela acomodação de como são tratados os resíduos segundo diretrizes de cada condomínio.

Segundo Klaus Fricke aborda em vídeo, na Alemanha a porcentagem de resíduos não compostáveis encontrados na fração de RSO é de 1 a 10% (GIZ BRASIL, 2021). Em outro estudo, Sailer *et. al* (2021) conclui que há diferença entre os resíduos orgânicos coletados no meio rural e no meio urbano na Alemanha, tendo a área de pesquisa o município de Tübingen com seus distritos e aldeias vizinhas. De acordo com o autor, em regiões rurais os contaminantes são 2,83% do RSO coletados, enquanto no meio urbano o valor é de 5,07%.

Estudos realizados em outros países revelaram resultados próximos para percentuais de resíduos não compostáveis presentes na fração orgânico. Segundo pesquisas de Puyelo *et al.* (2013), na região da Catalunha situada no nordeste da Espanha, os contaminantes presentes nos RSO geram o percentual de 5,06%. Em 2013, a cota média não compostável entre RSO entregues às usinas de compostagem na cidade de Milão, na Itália foi 4,8% em peso, com casos de melhores práticas apresentando menos de 2,0% de impurezas. A cota não compostável consiste em diferentes itens de plástico (ou seja, sacos, copos, etc.) e outros materiais não compostáveis (ou seja, vidro, pedras, metais, etc.) (CENTEMERO *et. al.*, 2015)

Sendo assim, os valores encontrados para os dois sistemas de coleta foram satisfatórios se comparados com estudos semelhantes em outras regiões do mundo. Porém a problemática na coleta dos resíduos orgânicos no município de Florianópolis está em torno de como são triados, de forma manual em árduas horas de trabalho, isto seria resolvido com a inserção de um método mecanizado e a maior sensibilização do usuário, como resultado das campanhas de educação ambiental realizadas, para melhores segregações na fonte e acondicionamento dos resíduos de forma correta em sacos do tipo compostáveis.

O tempo de decomposição da maioria dos resíduos orgânicos é curto (até um ano), enquanto os resíduos inorgânicos demoram muitos anos para se decompor. Dessa forma, a presença destes materiais em uma leira de compostagem acarretará um composto de baixa

qualidade, contaminado com metais pesados, plásticos, vidros e outros materiais indesejados para o solo e elementos que não absorvidos pela vegetação (BRASIL, 2017).

Assim sendo, a separação dos resíduos na fonte, tanto em ambiente domiciliares quanto institucionais, acompanhado de uma coleta seletiva é primordial para a eficiência de um sistema de compostagem (INÁCIO *et. al.*, 2009 apud SOUZA, 2021).

Sem a separação exitosa na fonte geradora, e sem ser devidamente triado e compostado, o único destino seria apenas aterros com a única vantagem da diminuição de volume ((FRICKE *et al.*, 2017) e ao invés disso o intuito é a formação de um composto rico em nutrientes para ser utilizado na agricultura urbana, no ajardinamento e paisagismo de ruas, parques e praças, em hortas urbanas comunitárias e institucionais.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho apresentou a análise e comparação de dois modelos de coleta seletiva de resíduos orgânicos, que são desviados do aterro sanitário e destinados à compostagem.

A implementação das coletas de bombonas e por caminhão satélite de contentores no município de Florianópolis demonstram ser eficientes para a coleta de RSO, tendo cada uma suas características e limitações. A viabilidade da implantação de cada modelo de coleta deve levar em conta o público-alvo, localização, quantidade gerada, entre outros fatores relevantes.

Os resultados obtidos pela composição da série histórica de coletas indicaram que a coleta por bombonas possui valores inferiores de quantidades recolhidas, se comparado com a coleta satélite por contentores. O pico de RSO coletado por bombonas em uma única localidade foi de 8.340 kg/mês, enquanto na coleta satélite o pico foi de 39.700 kg/mês, sendo este quase 5 vezes superior. Entretanto os resultados para as análises de contaminantes mostraram que nas bombonas o resultado é menor, sendo 0,68% a presença dos mesmos e nos contentores 2,66%. Neste sentido, observa-se que no modelo satélite a quantidade coletada é maior, bem como a quantidade de contaminantes também é superior.

Os percentuais de contaminantes encontrados não são valores considerados grandes e estão dentro do esperado em comparação com trabalhos semelhantes em outros locais. Porém, a questão principal é em relação à forma de triagem destes materiais vindos da coleta satélite principalmente, visto que é realizada de forma manual, em exaustivas horas de trabalho com riscos à saúde e ergonomia dos trabalhadores. Com a pretensão de expandir a coleta para outras localidades do município, ficará inviável retirar cada contaminante do montante que chega ao pátio de compostagem e isso fará com que erroneamente sejam destinados plásticos, vidros, metais, dentre outros materiais, às leiras de compostagem, acarretando um composto final inadequado. Ressalta-se a importância de uma segregação mais minuciosa na fonte para evitar transtornos, bem como a utilização de sacos compostáveis adequados para este tipo de coleta. Além disso, com a ampliação das quantidades recolhidas será necessária a mecanização do processo de triagem, com rasgas sacos e esteiras para retirada dos contaminantes, por exemplo.

No Brasil ainda há poucas iniciativas de valorização de resíduos orgânicos e em virtude da implantação de coleta seletiva de orgânicos em meio urbano Florianópolis vem se destacando e ao longo dos anos aumentam os percentuais de desvios do aterro sanitário, com a expansão das coletas. Já recolheu 4.294 toneladas de RSO desde o começo do ano de 2022 até o mês de julho, estando com indicador de 8,82% de desvio de resíduos orgânicos do aterro

sanitário, mesmo distante das metas estabelecidas pelo PMGIRS, mas dando o primeiro passo na qual é possível perceber mudanças positivas.

Quanto as metas estabelecidas no Plano Nacional de Resíduos Sólidos para o país no período de 2020 a 2040, o desvio de orgânicos do aterro sanitário em 2024 deverá atingir 3,6% na região Sul devendo este valor ser aumentado a cada ano. Assim, em relação ao PLANARES Florianópolis com o valor de desvio atual está próximo de alcançar a meta estabelecida para o ano de 2032 que é de 10,8% para a região Sul do país, na qual o município está inserido, sendo um resultado muito satisfatório em relação as metas nacionais.

Desta forma, o desvio dos aterros sanitários traz inúmeros benefícios no âmbito da qualidade ambiental, bem como a redução de emissões de gases de efeito estufa, além de redução de custos associados à disposição final dos resíduos. Assim, a implantação dos modelos de coleta seletiva de orgânicos descritos neste trabalho serve de exemplo a outros municípios brasileiros.

Recomenda-se aos trabalhos futuros verificar se o modelo de compostagem aplicado hoje no município de Florianópolis é compatível com a ampliação das coletas e o atingimento das metas estabelecidas no PMGIRS. Além disso, sugere-se a realização de estudo gravimétrico dos resíduos recolhidos pela coleta convencional nos locais onde há coleta de orgânicos, de forma a avaliar a tendência de redução da composição de orgânicos na massa de resíduos sólidos urbanos. É importante, ainda, dar continuidade aos estudos em relação aos contaminantes encontrados, como forma de compreender o comportamento dos participantes e estabelecer as diretrizes cabíveis para que não ocorram problemas com o composto final gerado.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro. 2004a. 71 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10007**: Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro. 2004b. 21 p.
- ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020**. São Paulo, 2021.
- ABREU, Maria de Fátima; SCHMIDT, Thilo. **Tratamento e Valorização de Resíduos Sólidos Urbanos**. Apresentação técnica para módulo Planejamento e Implementação da Coleta Seletiva. Universidade Técnica de Braunschweig / ProteGEEr. 202.
- ADHIKARI, B.K.; TRÉMIER, A.; MARTINEZ, J., BARRINGTON, S. Home and community composting for on-site treatment of urban organic waste: perspective for Europe and Canada. **Waste Manage. Res.**, v. 28, pp. 1039– 1053, 2010.
- BOTTI, Lucia; BATTINI, Daria; SGARBOSSA, Fabio; MORA, Cristina. Door-to-door waste collection: analysis and recommendations for improving ergonomics in an italian case study. **Waste Management**, [S.L.], v. 109, p. 149-160, maio 2020. Elsevier BV. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X20301902?casa_token=Q7OHKY0WiQMAAAAA:nWLqXQ1sHMMtOqkpE6aS-aV2I01IDk0iX7YpMkzG-lkq_tc2ZARD1cSWRHZQjuUUFa6VV76v-cA#b0020. Acesso em: 20 ago. 2022.
- BRASIL. **Lei 12.305 de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n o 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2010. p. 1–19.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico Temático: Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos**. Visão Geral 2020. Brasília: 2021.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: manual de orientação**. Ministério do Meio Ambiente, Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo, Serviço Social do Comércio. Brasília, DF. 2017. 68 p. Disponível em: http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/municipioverdeazul/2016/07/rs6-compostagem-manualorientacao_mma_2017-06-20.pdf> Acesso em: 18 ago. 2022.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2022. Disponível em: < https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/lixao-zero/plano_nacional_de_residuos_solidos-1.pdf> Acesso em: 23 jun. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. **Programa Nacional Lixão Zero**. Brasília, DF, 2019a. 72 p. Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana, 2. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/lixao-zero/Programa-Lixao-Zero.pdf/@download/file/Programa-Lixao-Zero.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2022.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB**. Brasília. Ministério das Cidades, 2019b. 240 p. Disponível em: < https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/plansab/Versao_Conselhos_Resolucao_Alta_Capa_Atualizada.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2022.

BRINGHENTI, Jaqueline. **Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos: aspectos operacionais da participação da população**. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 2004. Tese. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-07122009-091508/publico/JacquelineBringheti.pdf>. Acesso em: 20 ago 2022.

BRINGHENTI, Jacqueline R.; GÜNTHER, Wanda M. Risso. Participação social em programas de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos. **Eng Sanit Ambient**, Vitória (ES), v. 16, n. 4, p. 421-430, out/dez 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/tXswjvzFzYf7RKYWD6sNN7D/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 24 ago. 2022.

BRUNI, Cecilia; AKYOL, Çağrı; CIPOLLETTA, Giulia; EUSEBI, Anna Laura; CANIANI, Donatella; MASI, Salvatore; COLÓN, Joan; FATONE, Francesco. Decentralized Community Composting: past, present and future aspects of italy. **Sustainability**, [S.L.], v. 12, n. 8, p. 3319, 19 abr. 2020. MDPI AG. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/8/3319/htm>. Acesso em: 17 ago. 2022.

CENTEMERO, Massimo; RICCI, Marco; GIAVINI, Michele; DALL'ANNA, Dario; CAMPAGNOL, Jenny; LONGU, Gianluca. Italian Composting Council Annual Report. **CIC-Associação de Compostagem e Biogás**, [S.L.], 2015. Italian Composting Council. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.2890.1926>.

COMCAP. Companhia de Melhoramento da Capital. Município de Florianópolis. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. 2011. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/07_05_2012_13.59.35.81b0f19d15f63a9db92ec27aa923530e.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2022.

FLORIANÓPOLIS. Prefeitura Municipal. **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 2018-2021 e dá as Diretrizes para sua Revisão. Diário Oficial do Município de Florianópolis, Florianópolis, SC. 2017. Disponível em:< <https://www.pmf.sc.gov.br/sistemas/pmgirs/decreto.php>>. Acesso em: 05 ago. 2022.

FLORIANÓPOLIS. Prefeitura Municipal. **Decreto nº 18.646, de 04 de junho de 2018.** Institui o Programa Florianópolis Capital Lixo Zero, o grupo de governança e dá outras providências. 2018a. Diário Oficial do Município de Florianópolis, Florianópolis, SC, 04 jun. 2018. Disponível em:
<https://leismunicipais.com.br/a/sc/f/florianopolis/decreto/2018/1864/18646/decreto-n-18646-2018-institui-o-programa-florianopolis-capital-lixo-zero-o-grupo-de-governanca-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 05 ago. 2022.

FLORIANÓPOLIS. Prefeitura Municipal. **Geoprocessamento. Mapas para download** Florianópolis, SC. 2018b. Disponível em: <
<https://www.pmf.sc.gov.br/entidades/geo/index.php?cms=mapas+para+download&menu=0>>. Acesso em: 10 ago. 2022.

FLORIANÓPOLIS. Prefeitura Municipal. **Mapa de Distribuição de Mortalidade Infantil conforme Classe Social e Renda Domiciliar por microárea.** Florianópolis, SC. 2014. Disponível em: <
http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/27_02_2014_16.22.31.9f7975614b15d19d9cfa18c65f26ee86.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2022.

FLORIANÓPOLIS. Prefeitura Municipal. **Lei nº 10501, de 8 de abril de 2019.** Dispõe sobre a obrigatoriedade da reciclagem de resíduos sólidos orgânicos no município de Florianópolis. Florianópolis, Santa Catarina. 2019. Disponível em: <
<https://leismunicipais.com.br/a1/sc/f/florianopolis/lei-ordinaria/2019/1051/10501/lei-ordinaria-n-10501-2019-dispoe-sobre-a-obrigatoriedade-da-reciclagem-de-residuos-solidos-organicos-no-municipio-de-florianopolis>. Acesso em: 3 ago. 2022.

FLORIANÓPOLIS. Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Plano Municipal de Coleta Seletiva.** Florianópolis, SC, 2016. Disponível em: https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/24_08_2016_15.27.09.9b56b5b392c9a3ed272b055da90b836c.pdf. Acesso em: 02 jul. 2022.

FLORIANÓPOLIS. Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico.** Florianópolis, SC, 2010. Disponível em: http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/06_06_2012_14.04.25.da52287614078c9d7de177baaa656c8f.pdf. Acesso em: 02 jul. 2022.

FLORIANÓPOLIS. Prefeitura Municipal. **“Residuômetro” do Município de Florianópolis.** Elaborado por Secretaria Municipal do Meio Ambiente. 2022. Disponível em:
<https://www.pmf.sc.gov.br/entidades/residuos/index.php?cms=residuometro+em+tempo+real&menu=0>. Acesso em: 10 ago. 2022.

FRICKE, Klaus *et al.* **Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos Urbanos - transferência de experiência entre a Alemanha e o Brasil.** Braunschweig: Technische Universitaet Braunschweig, 2017. 389 p. Disponível em:
<http://protegeer.gov.br/images/documents/297/TUBS,%202015%20->

%20Gest%C3%A3o%20sustent%C3%A1vel%20de%20RSU_Part%202.PDF. Acesso em: 17 ago. 2022.

GIZ NO BRASIL. **Biotechnologies for organic waste recovery - Parte I.** Universidade Técnica de Braunschweig / Protegeer. YouTube. 26 de jun. de 2021. Aula virtual. Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=dtqvbbwXz_o&t=2320s>. Acesso em: 5 de ago. de 2022.

GOMES, Luciana Paulo; KOHL, Cláudia Adriana; SOUZA, Caroline Lobato de Lima; REMPEL, Neuri; MIRANDA, Luis Alcides Schiavo; MORAES, Carlos Alberto Mendes. Avaliação ambiental de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos precedidos ou não por unidades de compostagem. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [S.L.], v. 20, n. 3, p. 449-462, set. 2015. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/RjfGYSqPrr5Rx3PGbnJDZkD/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 ago. 2022.

GORGATI, Cláudia Q.; LUCAS JÚNIOR, Jorge de. Fração orgânica de lixo urbano como substrato para biodigestor. **Fração orgânica de lixo urbano como substrato para biodigestor.** Energia na Agricultura, São Paulo, v. 14, p. 45 - 54, 2000.

GUARULHOS. Prefeitura Municipal. **Prefeitura entrega o 24º Ecoponto e o Pátio Municipal de Compostagem.** Guarulhos, São Paulo. 2022. Disponível em: <https://www.guarulhos.sp.gov.br/article/prefeitura-entrega-o-24o-ecoponto-e-o-patio-municipal-de-compostagem>. Acesso em: 13 ago. 2022.

IPEA- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos.** Relatório de pesquisa. Brasília. 2012. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7633/1/RP_Diagn%C3%B3stico_2013.pdf. Acesso em: 23 ago. 2022.

MANO, Eloisa Biasotto; PACHECO, Élen B. A. V.; BONELLI, Cláudia M. C. Meio ambiente, poluição e reciclagem. **Engenharia Sanitária Ambiental**, vol.15, n.4, 2010

MARABÁ. Prefeitura Municipal. **Seagri: Começa a funcionar a Compostagem no Residencial Jardim do Éden.** Marabá, Pará. 2022. Disponível em: <https://maraba.pa.gov.br/seagri-compostagem-residencial-jardimdoeden/>. Acesso em: 13 ago. 2022.

MESQUITA JÚNIOR, José Maria de. **Gestão integrada de resíduos sólidos.** Coordenação de Karin Segala. – Rio de Janeiro: IBAM, 2007. Disponível em: < https://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/01-girs_md1_1.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2022.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DAS NAÇÕES UNIDAS. ONU. **Organic Waste**

Management in Latin America: Challenges and Advantages of the Main Treatment Options and Trends United Nations Environment Programme. 2017. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/onu-meio-ambiente-ingles/>.

PENELUC, Magno da Conceição; SILVA, Sueli Almuiña Holmer. Educação ambiental aplicada à gestão de resíduos sólidos: análise física e das representações sociais. **Revista Faced**, Salvador, v. 14, p. 135-165, 2008. Disponível em: <http://arquivo.ambiente.sp.gov.br/cea/2016/08/R3.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2022.

PUYUELO, Belén; COLÓN, Joan; MARTÍN, Patrícia; SÁNCHEZ, Antoni. Comparison of compostable bags and aerated bins with conventional storage systems to collect the organic fraction of municipal solid waste from homes. A Catalonia case study. **Waste Management**, [S.L.], v. 33, n. 6, p. 1381-1389, jun. 2013. Elsevier BV. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2013.02.015>>. Acesso em: 5 de ago. de 2022.

SAILER, Gregor; EICHERMÜLLER, Johanna; POETSCH, Jens; PACZKOWSKI, Sebastian; PELZ, Stefan; OECHSNER, Hans; MÜLLER, Joachim. Characterization of the separately collected organic fraction of municipal solid waste (OFMSW) from rural and urban districts for a one-year period in Germany. **Waste Management**, [S.L.], v. 131, p. 471-482, jul. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2021.07.004>

SIQUEIRA, Thais Menina Oliveira de; ASSAD, Maria Leonor Ribeiro Casimiro Lopes. COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO ESTADO DE SÃO PAULO (BRASIL). **Ambiente & Sociedade**, [S.L.], v. 18, n. 4, p. 243-264, dez. 2015. FapUNIFESP (SciELO).

SLAVÍK, Jan; DOLEJL, Martin; RYBOVÁ, Kristýna. Mixed-method approach incorporating Geographic information system (GIS) tools for optimizing collection costs and convenience of the biowaste separate collection. **Waste Management**, [S.L.], v. 134, p. 177-186, out. 2021. Elsevier BV. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X2100386X?casa_token=B3hxIVOzvyYAAAAA:agYMZnePRTc4SqJwcDfe2YpMcTU7UdJHITyrvggv3dLjgcP3grY3h1HH6JoUmvldZe2-6x7cfWI. Acesso em: 20 ago. 2022.

SOUZA, Fernanda Tavares de. **Participação popular na gestão integrada dos resíduos sólidos orgânicos**. 2013. 128 f. Tese (Doutorado) - Curso de Desenvolvimento em Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.

SOUZA, Marcelo Alves de. **LIXO ZERO? Uma pesquisa-ação na co-construção de uma solução territorial para os resíduos sólidos urbanos**. 2021. 312 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/41005>. Acesso em: 13 ago. 2022.

THI, N.B.D.; KUMAR, G.; LIN, C. An overview of food waste management in developing countries: current status and future perspective. **Journal of Environmental Management**, v. 157, p. 220-229, 2015.