



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

STEPHANIE CABALINI ZUCOLOTO MAGALHÃES

INFLUÊNCIA DAS MODALIDADES DE EXECUÇÃO DA COLETA
SELETIVA NA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS
SECOS RECICLÁVEIS

VITÓRIA

2020

STEPHANIE CABALINI ZUCOLOTO MAGALHÃES

**INFLUÊNCIA DAS MODALIDADES DE EXECUÇÃO DA COLETA
SELETIVA NA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS
SECOS RECICLÁVEIS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial à obtenção de grau de Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável.

Orientador: Prof. Dr. Renato Ribeiro
Siman

Coorientadora: Luciana Yamane Harue

VITÓRIA

2020

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

M188i Magalhães, Stephanie Cabalini Zucoloto, 1991-
Influência das Modalidades de Execução da Coleta Seletiva
na Composição Gravimétrica dos Resíduos Secos Recicláveis /
Stephanie Cabalini Zucoloto Magalhães. - 2020.
131 f. : il.

Orientador: Renato Ribeiro Siman.

Coorientadora: Luciana Yamane Harue.

Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento
Sustentável) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro
Tecnológico.

1. Coleta Seletiva. 2. Modalidade. 3. Composição
Gravimétrica. 4. Custo. 5. Organizações de Catadores de
Materiais Recicláveis. 6. Resíduos Secos Recicláveis. I.
Ribeiro Siman, Renato. II. Yamane Harue, Luciana. III.
Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. IV.
Título.

CDU: 628

INFLUÊNCIA DAS MODALIDADES DE EXECUÇÃO DA COLETA SELETIVA NA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SECOS RECICLÁVEIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável (Modalidade Profissional) da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável na área de concentração em Saneamento Ambiental e Saúde Pública.

Aprovada em 27 de fevereiro 2020.

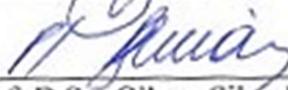
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. D.Sc. Renato Ribeiro Siman
Orientador - PPGES / CT / UFES



Prof. D.Sc. Luciana Harue Yamane
Coorientadora - PPGES / CT / UFES



Prof. D.Sc. Gilson Silva Filho
Examinador Interno - PPGES / CT / UFES



Prof. D.Sc. Gisele Lorena Diniz Chaves
Examinadora Externa - PPGEN / CEUNES / UFES

Em conformidade com as normas prescritas na Portaria Normativa Nº. 02/2016 – PRPPG/UFES, a assinatura do examinador interno (Prof. D.Sc. Gilson Silva Filho) e da examinadora externa (Prof. D.Sc. Gisele Lorena Diniz Chaves) foram representadas neste documento pela respectiva assinatura do presidente da sessão, Prof. D.Sc. Renato Ribeiro Siman. Ato contínuo, o Sr. Presidente da banca examinadora atesta que, a defesa foi realizada por meio de videoconferência, ou outro suporte eletrônico a distância equivalente.



Prof. D.Sc. Renato Ribeiro Siman
Orientador - PPGES / CT / UFES

À Deus, ao meu esposo e a minha família.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, quem tem me sustentado e renovado as minhas forças para me fazer chegar até aqui. Sem a presença Dele, certamente eu não conseguiria.

Agradeço ao meu esposo Guilherme, por toda a paciência e cuidado comigo durante todo o período do mestrado. Obrigada por ter esse coração amoroso e paciente e por me incentivar sempre.

À minha família por ter entendido todas as minhas ausências ao longo destes anos e por torcer pelo meu sucesso.

Aos meus amigos de oração, que estiveram batalhando junto comigo para que eu conseguisse concluir essa etapa na minha vida.

Ao meu orientador, Renato Siman, por toda paciência, cuidado, incentivo e aprendizado repassado ao longo dessa jornada que foi o mestrado. Muito obrigada por tudo.

Aos meus colegas do LAGESA que fizeram parte desse período comigo, aprendi muita coisa com cada um de vocês e agradeço todo aprendizado e ajuda que recebi.

Ao professor Gilson Silva, pelos ensinamentos, paciência e presteza que sempre teve comigo.

“Pois Dele, por Ele e para Ele são todas as coisas.

A Ele seja a glória para sempre! Amém.”

Romanos 11:36

RESUMO

Este trabalho buscou avaliar a influência das modalidades de coleta seletiva (ponto de entrega voluntária - PEV, porta a porta, organizações de catadores de materiais recicláveis - OCMR e misto), nas composições gravimétricas e nos custos dos serviços, em municípios que possuem programas de coleta seletiva no Espírito Santo. Para analisar a influência das modalidades, foram utilizados dados de composições gravimétricas de resíduos secos recicláveis que chegavam nas OCMR e informações de municípios do ES que possuíam contrato de coleta seletiva no ano de 2017. Foi identificada a contribuição em peso, representada por kg de resíduos secos por modalidade de coleta seletiva no ano de 2017, sendo a modalidade misto maior contribuição (58,5%) do total coletado. Além disso, considerando o recorte da pesquisa, 55% da população do ES foram atendidos pelo serviço de coleta seletiva em 2017. No que se refere ao gerenciamento do serviço existe uma predominância no ES por se utilizar de OCMR (61,8%) na execução da coleta seletiva municipal. Ainda, foi identificado que o custo do serviço de coleta seletiva é cerca de 2,5 vezes maior que a coleta convencional quando é executado pelas OCMR e 4,4 vezes maior quando realizado por empresas terceirizadas. Foi possível identificar a composição gravimétrica dos resíduos secos coletados no ES, composta pelo grupo papeis e tetrapak com maior participação (54%), seguido por plásticos (17%), rejeitos (10%), vidros (9%), outros (7%) e metal (3%). Ademais, ainda foi obtido o indicador de produção de resíduos per capita de 12,79 kg de resíduos secos coletados/habitante atendido/ano e 6,58 kg de resíduos secos coletados/habitante total/ano no ES. Todas essas informações mostraram um panorama geral da operacionalidade dos programas de coleta seletiva municipais existentes a partir de dados primários, sendo este um diferencial das demais pesquisas.

Palavras-chave: Organizações de Catadores de Materiais Recicláveis; Resíduos Secos; Programa de Coleta Seletiva Municipal; Custo.

ABSTRACT

This work evaluated the influence of the selective collection modalities (drop-off points, door-to-door, Waste Pickers' Organizations - WPO and mixed), on gravimetric compositions and on service costs, in municipalities that have selective collection programs in Espírito Santo. To analyze the influence of the modalities, data from gravimetric compositions of recyclable dry waste that arrived at WPO and information from municipalities in ES that had a selective collection contract in 2017 were used. Was identified the contribution in kg of the dry waste by selective collection modality in the year of 2017, being the blended modality with most contribution (58,5%) from the waste collected. Besides that, considering the research clipping, 55% of the population from ES was attended by the selective collection service. In terms of the service management there is a predominance in ES to use the WPO in the selective collection execution. Still, was identified the selective collection it's nearly 2,5 times bigger than the conventional collection when executed by the WPO's and 4,4 times bigger when carried by third-party companies. Was possible identify the gravimetry composition from the dry waste collected in the ES, composed by paper group and tetrapak with most participation (54%), followed by plastics (17%), residues (10%), glasses (9%), others (7%) e metal (3%). Furthermore, was calculated the medium per capita of 12,79 kg of dry waste collected/habitant fulfilled/year and 6,58 kg of dry waste collected/habitant total/year in ES. All this information formed an overview of the operationality of existing municipal selective collection programs based on primary data, which is shown as a differentiator from other research.

Key words: Waste Pickers' Organizations, Dry Waste, Municipal Selective Collection Program, Cost.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Característica dos resíduos sólidos em função da renda e da densidade demográfica	11
Figura 02 - Composição gravimétrica dos resíduos provenientes da coleta seletiva – Brasil.....	12
Figura 03 - Elos da cadeia da reciclagem.....	20
Figura 04 - Fluxo logístico e os elos da cadeia da reciclagem.....	21
Figura 05 - Taxa de coleta domiciliar por região do país em 2017	25
Figura 06 – Massa per capita recuperada seletivamente por macrorregião do Brasil	27
Figura 07 - Representação espacial do serviço de coleta seletiva no país para o ano de 2016.....	29
Figura 08 - Percentuais em massa de resíduos de coleta seletiva de acordo com as regiões e executores do serviço para o ano de 2017	31
Figura 09 - Proporção entre o preço do serviço de coleta seletiva e o serviço de coleta domiciliar praticado no Brasil em 2017	38
Figura 10 - Custo da coleta seletiva em relação à coleta regular ao longo dos anos.....	39
Figura 11 - Motivos de não se obter êxito nos programas municipais de coleta seletiva	43
Figura 12 - Evolução com o tempo dos municípios com coleta seletiva no Brasil	43
Figura 13 - Fluxo da coleta dos RSU	48
Figura 14 - Distribuição das OCMR no Estado e a situação em que se encontravam	57
Figura 15 - Metodologia utilizada para determinação da composição gravimétrica..	62
Figura 16 – Modalidades de Coleta seletiva executadas pelos municípios capixabas no ano de 2017	65
Figura 17 - Representatividade das modalidades de coleta seletiva em relação à população atendida, para cada faixa populacional.....	66
Figura 18 - Modalidade de coleta seletiva praticada pelos municípios capixabas no ano de 2017	67
Figura 19 - Panorama da coleta de resíduos secos recicláveis (RSR) por modalidade em 2017 no Espírito Santo	68

Figura 20 - Quantidade de resíduos secos coletados por grupos e distribuídos por região do Espírito Santo.....	68
Figura 21 - Quantidade de resíduos secos coletados para todos os arranjos de modalidade executados no ano de 2017.....	71
Figura 22 - Contribuição em kg de rejeitos por arranjo de modalidade de coleta seletiva no ano de 2017	71
Figura 23 - Média das porcentagens de cobertura da população atendida pelo serviço de coleta seletiva, por região do ES.....	74
Figura 24 - Responsável pela execução do serviço de coleta seletiva no ES.....	75
Figura 25 – Composição gravimétrica dos grupos de resíduos secos coletados em 2017 no ES.....	81
Figura 26 - Composição gravimétrica dos resíduos secos coletados no ES por faixa populacional	87
Figura 27 – Quantidade de resíduos secos coletados por grupos e distribuídos por região do Espírito Santo.....	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Definições de Resíduos Sólidos e Rejeitos.....	13
Quadro 02 - Equívocos cometidos na separação dos materiais quanto aos aspectos técnicos, de qualidade e econômicos.....	13
Quadro 03 - Atores formais e informais na GIRS	18
Quadro 04 – Fatores que influenciam nos custos da coleta seletiva de acordo com o executor	34
Quadro 05 – Serviços prestados por diferentes atores na etapa de coleta dos materiais	40
Quadro 06 – Modalidade de coleta seletiva e suas características.....	45
Quadro 07 - Degraus de eficiência das OCMR	51
Quadro 08 - Fluxo metodológico para o desenvolvimento da pesquisa proposta	54
Quadro 09 - Solicitações às concessionárias de energia.....	59
Quadro 10 - Forma de apresentação dos dados coletados para a composição gravimétrica.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Indicador médio de geração de resíduos per capita em relação à população urbana	26
Tabela 02 - Evolução do índice de ocorrência de coleta seletiva dos municípios participantes dos anos de 2015 a 2017	26
Tabela 03 - Massa recuperada de recicláveis secos dos municípios participantes, segundo a faixa populacional	28
Tabela 04 - Quantidade de municípios com iniciativas de Coleta seletiva no Brasil em 2018.....	28
Tabela 05 - Abrangência do serviço de coleta seletiva de acordo com a modalidade e faixa populacional	30
Tabela 06 - Custo da coleta seletiva nas capitais da região Sudeste do Brasil	37
Tabela 07 - Situação das OCMR no ES no ano de 2017 por região	56
Tabela 08 - Médias e desvios dos grupos de resíduos separados pela origem da modalidade	69
Tabela 09 - Cobertura do serviço de coleta seletiva, de acordo com a população atendida, para os municípios capixabas estudados	72
Tabela 10 – Preço médio pago por tonelada por etapa do gerenciamento de resíduos sólidos classe II no ES – GeoObras-ES	77
Tabela 11 - Preço médio pago por tonelada pelas etapas do gerenciamento de resíduos sólidos classe II no ES em 2017- Snis	77
Tabela 12 – Preço médio pago por tonelada pelas etapas do gerenciamento de resíduos sólidos classe II associados às faixas populacionais no ES – GeoObras-ES	78
Tabela 13 – Valor médio pago pela coleta seletiva e pela coleta convencional por t de resíduos – Snis 2017	79
Tabela 14 - Médias e desvio padrão encontrados para as amostras dos grupos de resíduos a partir da composição gravimétrica dos resíduos secos.....	81
Tabela 15 - Indicador massa de resíduos secos recicláveis coletados no ES em 2017	82
Tabela 16 - Indicador de coleta de resíduos secos por habitante, distribuídos por faixa populacional.....	85
Tabela 17 - Desvio de resíduos secos recicláveis por faixa populacional no ano de 2017 no ES	86

Tabela 18 – Composição gravimétrica média dos resíduos secos gerados em relação à faixa populacional dos municípios.....	86
Tabela 19 - Kg de resíduos secos coletados por grupos e distribuídos por região do Espírito Santo em 2017	88

LISTA DE ABREVIações

Aderes - Agência de Desenvolvimento das Micro e Pequenas Empresas e do Empreendedorismo

Amunes - Associação dos Municípios do Estado do Espírito Santos

GIRS - Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos

LEV – Local de Entrega Voluntária

MPES - Ministério Público do Espírito Santo

OCMR - Organizações de Catadores de Materiais Recicláveis

PEV – Ponto de Entrega Voluntária

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

RSR – Resíduos Sólidos Recicláveis

RSU - Resíduos Sólidos Urbanos

Sedurb - Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano

Sindimicro - Instituto para Desenvolvimento do Empreendedorismo do Estado do Espírito Santo

SLPMRS – Serviço Público de limpeza urbana e Manejo de Resíduos Sólidos

Snis – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

TCA - Termos de Compromisso Ambiental

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. OBJETIVOS	9
2.1 OBJETIVO GERAL	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
3.1 CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	10
3.2 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	14
3.2.1 Elos da cadeia de reciclagem	20
3.2.2 Cobertura da Coleta seletiva	24
3.2.3 Custo da Coleta seletiva	32
3.3 COLETA SELETIVA	39
3.4 EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE COLETA SELETIVA	50
4. METODOLOGIA.....	54
4.1 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	54
4.1.1 Área de Estudo	55
4.1.2 Identificação da Modalidade de Coleta seletiva	58
4.1.3 Identificação da Cobertura da Coleta seletiva	59
4.1.4 Identificação dos Custos dos Serviços de Coleta seletiva	60
4.1.5 Caracterização dos resíduos secos recicláveis coletados no Espírito Santo	61
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
5.1 AVALIAÇÃO DAS FORMAS DE EXECUÇÃO, COBERTURAS E CUSTO DA COLETA SELETIVA NO ESPÍRITO SANTO.....	65
5.2 COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA E EFICIÊNCIA DE COLETA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS SECOS RECICLÁVEIS NO ESPÍRITO SANTO	80

6. CONCLUSÕES	90
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
APÊNDICE A – PLANILHA DAS COMPOSIÇÕES GRAVIMÉTRICAS POR MUNICÍPIO DO ES.....	102

1. INTRODUÇÃO

A coleta seletiva pode ser definida como a coleta dos resíduos sólidos que foram previamente separados obedecendo uma classificação ou obedecendo a sua composição, tendo como exemplo dos materiais coletados o papel, papelão, metal, vidro, plástico, dentre outros (CAMPOS, 2014). A implementação da coleta seletiva é uma diretriz estabelecida pela PNRS servindo de instrumento para a efetivação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (BRASIL, 2010).

Todos os instrumentos e diretrizes expostos pela PNRS, tem por objetivo a ampliação dos serviços público de limpeza urbana e manejo de resíduos e, conseqüentemente, o aumento das taxas de cobertura destes serviços nos municípios brasileiros. De acordo com as principais fontes de pesquisa na área de resíduos sólidos, para o ano de 2018, a cobertura do serviço de coleta seletiva nos municípios brasileiros foi de 22% (CEMPRE, 2019), 38,1% (SNIS, 2019) e 73,1% (ABRELPE, 2019).

Não existe um modelo único e ideal de coleta seletiva a ser aplicado nos municípios. Para a sua definição são recomendadas orientações quanto às solicitações existentes nos planos municipais, conhecimento do mercado local de resíduos recicláveis, experiência dos gestores locais, características gerais dos municípios, dentre outros (BESEN *et al.*, 2017).

A coleta seletiva pode ser implementada por diversas modalidades, como por meio dos pontos de entrega voluntária (PEVs), porta a porta, fontes particulares ou estas associadas entre si, e para cada modalidade existem vantagens e desvantagens associadas que devem ser analisadas pelos gestores (BRINGHETI (2004); RUTKOWSKI e RUTKOWSKI, 2015; DOUGLAS e LEIFSO, 2015); GARCIA, 2016; MARELLO e HELWEGE, 2018).

De acordo com Cempre (2018), os modelos de coleta seletiva que encontraram uma maior adesão foram aqueles que se utilizaram da combinação entre as formas de execução. Briachini, Pellegrini e Sacconi (2011) reforçam dizendo que a escolha da modalidade de coleta seletiva influencia diretamente no índice de recuperação dos resíduos secos e recomendam que a modalidade seja escolhida após realização de um planejamento e definição de quais serão os tipos e a qualidade dos materiais exigidos para serem segregados na fonte.

As características dos resíduos sólidos variam por diversos fatores como os econômicos, sociais, culturais, climáticos, religiosos, relevo, escolaridade, nível de urbanização dentre outros, que configuram distintas composições gravimétricas para uma mesma região, estado ou país (IBAM, 2001; KIRAMA *et al.*, 2012; GUERRERO, MASS, HOGLAND, 2013; KHAN, KUMAR, SAMADDER, 2016; MAYO, 2016; BERTANZA, ZILIAN, MENONI, 2018).

Dessa forma, o conhecimento das características específicas dos municípios poderá indicar a melhor forma de realização do gerenciamento integrado de resíduos sólidos (GIRS), por meio do qual poderão construir ferramentas, como os indicadores e os índices, para servir de suporte e acompanhar a evolução dos programas implantados, e assim, diminuir os custos do GIRS (BESEN, 2011; VARELLA, 2011; BRINGHENTI, ZANDONADE, GUNTHER, 2011; SANJEEVI, SHAHABUDEEN, 2015; BESEN *et al.*, 2017).

O custo do serviço de coleta seletiva pode variar de acordo com a diversidade de materiais aceitos no sistema de coleta, quando abrangidas áreas urbanas que possuem baixo poder aquisitivo, quando ocorre aquisição de máquinas e equipamentos para execução do serviço, pagamento de taxa pelo rejeito gerado, quem realiza a coleta de resíduos, modalidade de coleta adotado, utilização de centros de triagem e armazenamento de resíduos secos, dentre outros (PARREIRA, OLIVEIRA, LIMA, 2009; PARREIRA, 2010; PARREIRA, OLIVEIRA E LIMA, 2009; BOHM *et al.*, 2010; BOHM *et al.*, 2010; VARELLA, 2011; MUELLER, 2013; DUTRA, YAMANE, SIMAN, 2018).

Portanto, Sanjeevi e Shahabudeen (2015) ressaltaram que para se obter uma gestão eficiente e eficaz, é necessário que sejam conhecidos e medidos o desempenho dos quesitos operacionais. Neste sentido, podem ser destacados os valores per capita de coleta convencional e de coleta seletiva, os índices de rejeitos, perfil dos contribuintes, indicadores, índices de desvio de aterro sanitário, dentre outros, que são destacados por Brinhenti (2004), Varella (2011), Bianchini, Pallegriani e Sacconi (2011). O conhecimento desses parâmetros aliado ao planejamento das ações dentro de um programa de coleta seletiva, podem garantir não só o bom desempenho do programa como também a redução de custos para o município.

Neste contexto, onde se faz tão importante o conhecimento dos índices e parâmetros operacionais para o planejamento e obtenção de um bom desempenho nos programas municipais de coleta seletiva, a pesquisa pretende fornecer ferramentas de apoio à decisão que possam ser utilizadas pelos gestores a partir de uma análise realizada dos programas municipais de coleta seletiva existentes no Espírito Santo.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a influência das modalidades de coleta seletiva nos municípios do Espírito Santo no que tange à composição gravimétrica e o custo do serviço, avaliando também o efeito das modalidades na composição dos resíduos secos recicláveis coletados, de forma a servir de ferramenta de apoio à decisão na implementação do sistema de coleta seletiva municipal.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar o objetivo principal do presente estudo foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- 1. Avaliar as coberturas, as modalidades e o custo da coleta seletiva nos municípios do Espírito Santo; e
- 2. Avaliar a composição gravimétrica e a eficiência de coleta dos resíduos secos nos municípios do Espírito Santo.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal nº. 12.305/10, descreve que classificação de resíduos sólidos pode ser feita com relação a origem e periculosidade. Para a classificação pela origem, podem ser divididas em urbanos, domiciliares, industriais, agrossilvopastoris, de construção civil, de mineração, de serviços de saúde, de serviços de transporte, de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, de limpeza urbana e dos serviços públicos de saneamento (BRASIL, 2010). A norma NBR 10004 (ABNT, 2004), assim como a PNRS, descreve a classificação de resíduos sólidos de acordo com a periculosidade, descrevendo-os como perigosos (classe I) e não perigosos não inertes (classe II-A) e inertes (classe II-B).

Para que seja realizada a classificação dos resíduos sólidos, deve ser feita a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de suas propriedades e componentes, sendo este último, realizado a partir da sua comparação com listagens de resíduos e substância que possuem um impacto ambiental e na saúde conhecidos. Neste contexto, destacam-se os laudos de classificação que apresentam a origem dos resíduos, a descrição do processo de segregação e a descrição do critério adotado na escolha dos parâmetros analisados (ABNT, 2004).

Dependendo do objetivo que se pretende, faz-se fundamental a caracterização dos resíduos sólidos podendo ser uma importante ferramenta de gestão. De acordo com Ibam (2001), a caracterização dos resíduos sólidos pode indicar algumas alternativas de aproveitamento quanto à reciclagem e em estudos na área. As características dos resíduos sólidos podem variar por diversos fatores econômicos, culturais, geográficos, sociais, religiosos, climáticos, dentre outros (Ibam, 2001). A Figura 01 mostra a característica dos resíduos sólidos de acordo com a densidade demográfica e renda.

Khan, Kumar e Samadder (2016) complementam dizendo que fatores como a escolaridade da população e o nível de urbanização das cidades também interferem no tipo e na quantidade de resíduos sólidos produzidos. Além destes, também possuem influência nas características dos resíduos fatores culturais, estilo de vida

da população e a disponibilidade de recursos naturais (MAYO, 2016; GUERRERO, MAAS; HOGLAND, 2013; KIRAMA *et al.*, 2012).

Figura 01 - Característica dos resíduos sólidos em função da renda e da densidade demográfica

Densidade Demográfica	<p>Densidade demográfica: Alta Nível de Renda: Baixo</p> <p>Exemplos: Cidades da Índia, China, Egito</p> <p>Características do lixo: Média geração <i>per capita</i>, teor médio de embalagens e alto teor de restos de alimentos.</p> <p>Gestão do lixo: Coleta inadequada do lixo. Crescente preocupação em fechar lixões e criar aterros sanitários com controles ambientais. Indústrias de reciclagem abastecidas por catadores trabalhando nas ruas e nos lixões.</p>	<p>Densidade demográfica: Alta Nível de Renda: Alto</p> <p>Exemplos: Japão, Alemanha, Bélgica, costa leste dos EUA.</p> <p>Características do lixo: Alta geração <i>per capita</i>. Alto teor de embalagens.</p> <p>Gestão do lixo: Coleta total de lixo, com foco em programa de gestão seletiva. Incineração usada para gerar energia. Aterro Sanitário, com controles ambientais, como forma de destinação final.</p>
	<p>Densidade demográfica: Baixa Nível de Renda: Baixo</p> <p>Exemplos: Áreas rurais da África e de algumas regiões da América Latina.</p> <p>Características do lixo: Baixa geração <i>per capita</i>. Alto teor de restos de alimentos.</p> <p>Gestão do lixo: Coleta inadequada do lixo. Lixão como principal forma de destinação.</p>	<p>Densidade demográfica: Baixa Nível de Renda: Alto</p> <p>Exemplos: Canadá, países nórdicos, interior dos EUA.</p> <p>Características do lixo: Alta geração <i>per capita</i>. Alto teor de embalagens e com grande parcela de resíduos de jardinagem.</p> <p>Gestão do lixo: Coleta total do lixo. Aterro sanitário como principal forma de destinação. Algumas iniciativas de reciclagem, dependendo da região. Compostagem de resíduos orgânicos.</p>
	Nível de Renda	

Fonte: Cempre (2010).

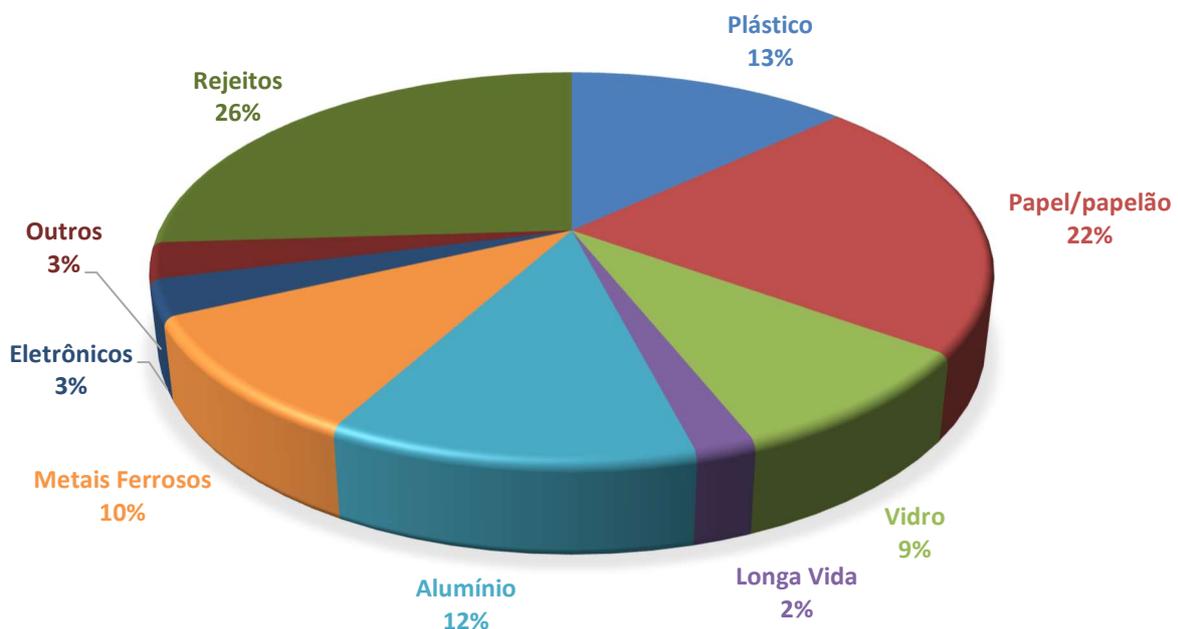
Como exemplo destas interferências apontadas, Hoornweg e Bhada-tata (2012) destacaram que em países em desenvolvimento (que possuem renda per capita média e baixa) é encontrada uma maior parcela de resíduos orgânicos no total dos resíduos sólidos urbanos. Já a fração seca reciclável (papel, papelão, plástico, vidro, metal, dentre outros) aumenta em países que possuem renda alta.

Campos (2013) destacou que os resíduos sólidos urbanos possuem características distintas. No entanto, para que estes consigam ser inseridos em uma cadeia precisam ser adotadas estratégias e etapas de produção diferenciadas em concordância com as particularidades apresentadas por cada grupo. Os resíduos descartados apresentam grande quantidade e muita diversidade. Ainda assim, a fração que é separada não consegue ser totalmente comercializada. Bertanza, Ziliani e Menoni (2018) afirmaram que, ao comparar a quantidade de resíduos sólidos coletados em municípios que possuem maior contribuição por fontes como comércios e indústrias

com aqueles onde predominam a coleta de resíduos domésticos, o primeiro caso apresentou maiores valores *per capita* de geração de resíduos sólidos.

Cempre (2019) mostrou dados da composição gravimétrica média de programas de coleta seletiva do Brasil, constatou que a porcentagem de rejeitos ainda é alta representando cerca de 26% do total. Destaca-se o papel/papelão, que continua sendo o principal material reciclável coletado, seguido dos plásticos em geral, alumínio, metais, vidros, outros e embalagens longa vida (Figura 02).

Figura 02 - Composição gravimétrica dos resíduos provenientes da coleta seletiva – Brasil



Fonte: Produzido a partir de Cempre (2019).

Ibanez-Fores *et al.* (2018) estudaram a evolução da gestão municipal de resíduos sólidos no município de João Pessoa no período de 10 anos, sendo um dos pioneiros na implantação da modalidade porta-a-porta no Brasil. Concluíram que das frações dos resíduos coletados seletivamente o plástico e o papel foram os materiais que são mais frequentemente coletados e os que possuíram maior evolução em toneladas ao longo dos anos pesquisados.

Cabe destacar que o resíduo sólido pode ser classificado como passível de reaproveitamento/reciclagem ou como rejeito, dependendo da região do país, das características físicas do seu local de geração, dentre outros fatores. Sendo assim, é fundamental que a definição de rejeito seja conhecida e aplicada corretamente para que não haja perdas no sistema (Quadro 01).

Quadro 01 - Definições de Resíduos Sólidos e Rejeitos

Resíduos Sólidos	Rejeitos
<ul style="list-style-type: none"> São materiais, substâncias, objetos ou bens descartados resultantes de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, de propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido; Têm valor econômico e podem ser aproveitados, gerando trabalho e renda. 	<ul style="list-style-type: none"> São os resíduos sólidos que, depois de esgotadas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada; Aqueles para os quais não há aproveitamento e que têm que ser aterrados ou gerar energia.

Fonte: BESEN *et al.* (2017).

Leite (2009) ressaltou que um dos critérios que viabilizam o processo de reciclagem é justamente a qualidade da matéria-prima secundária, aquele material coletado após descarte por seus consumidores, cuja qualidade está atribuída principalmente às etapas de coleta, separação na fonte e meios de transportes. Varella e Lima (2011) apontaram alguns equívocos cometidos pela população na classificação do resíduo “seco” e “molhado” que afetam diretamente a qualidade da fração seca, contribuindo para o aumento do índice de rejeito (Quadro 02).

Quadro 02 - Equívocos cometidos na separação dos materiais quanto aos aspectos técnicos, de qualidade e econômicos

Equívocos	Descrição
Técnicos	Materiais que são secos, mas não são recicláveis, e ainda determinados tipos de materiais compósitos (união de materiais diferentes).
Qualidade	Materiais tecnicamente recicláveis, mas, por efeito de contaminação que comprometa suas propriedades químicas. Outro fenômeno que se enquadra nessa mesma categoria são os materiais que, pela sua pequena dimensão, reduzem a potencialidade de serem triados.
Econômico	Materiais que são secos, tecnicamente recicláveis, porém não é viável economicamente reciclá-lo, o que pode também variar com oscilações do preço de mercado.

Fonte: Construído a partir de Varella e Lima (2011).

Ainda que a minuta do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (2011) tenha trazido metas de desvios de resíduos secos recicláveis e que sejam enviados apenas rejeitos aos aterros sanitários, o que tem sido praticado no Brasil é a implementação de projetos piloto ou de pouca abrangência de coleta seletiva municipal dos resíduos secos (BESEN *et al.*, 2017). Isso contribui para que a taxa de rejeitos seja maior e impacta negativamente o meio ambiente, uma vez que sobrecarregam os aterros sanitários.

3.2 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Para o avanço de um sistema de gestão de resíduos sólidos é importante que sejam avaliados os fatores que interferem a geração de resíduos, na sua composição, e na etapa de coleta (FOROUHAR; HRISTOVSKI, 2012). A PNRS estabeleceu que deve ser utilizado o seguinte critério hierárquico como estratégia de gerenciamento dos resíduos sólidos: não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, por fim a disposição final adequada de rejeitos (BRASIL, 2010).

A Lei traz que o serviço de coleta seletiva deve ser implementado pelos municípios, que são os responsáveis pelo serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (SLPMRS). Ainda, salienta que o desvio de resíduos por meio da coleta seletiva deve avançar progressivamente a partir dos resíduos secos e úmidos (compostagem). Entretanto, como a responsabilidade pelo gerenciamento é municipal, as metas de desvios para esses resíduos devem ser estabelecidas pelos planos municipais de gestão de resíduos sólidos (BESEN *et al.*, 2017; BRASIL, 2010). Também estabeleceu condições para acesso aos recursos da União no que se refere os SLPMRS, por meio de financiamentos e fomentos para municípios que querem se adequar à PNRS.

Silva (2017) mostrou que dentre os SLPMRS, a coleta de resíduos sólidos, a varrição e a gestão de unidades de destinação final geralmente são concedidas à iniciativa privada em contratos de terceirização desses serviços. Enfatizou que os gastos com esse tipo de serviço representam em média 70% das despesas totais com o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos.

Em 2013, o Ministério Público do Espírito Santo (MPES) celebrou dois Termos de Compromisso Ambiental (TCA) juntamente com o órgão estadual de meio ambiente e os 76 municípios do Estado, com o intuito de que os municípios capixabas se adequassem às diretrizes estabelecidas pela PNRS. O TCA nº. 01 tratava de incentivos ao correto gerenciamento de resíduos sólidos, a implementação de planos e programas que priorizassem a reciclagem com participação de OCMR e estabeleceu metas para a implementação da coleta seletiva nos municípios. De outro lado, o TCA nº. 02 trazia diretrizes para eliminação dos lixões no Estado. Contudo, os prazos

estabelecidos por estes termos já foram findados e as metas estabelecidas pelo MPES parcialmente cumpridas pelos municípios capixabas (MPES, 2018).

Além desta ação, a Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano (SEDURB) do Espírito Santo em parceria com o MPES e a Associação dos Municípios do Estado do Espírito Santos (AMUNES), também cobraram dos municípios capixabas que estes instituíssem ações para o cumprimento das diretrizes da PNRS, sendo que uma destas ações foi a cobrança para a elaboração de Planos Municipais de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos.

Marino, Chaves e Santos Junior (2016) concluíram que os municípios brasileiros estão procurando atender as diretrizes da PNRS. No entanto, os autores ressaltam que falta integração na proposição de soluções quanto aos RSU e a causa pode estar quase sempre ligada a falta de uma gestão eficiente aliada à ausência e descontinuidade de planejamento. Parreira (2010) reafirmou que o poder público municipal tem buscado uma maior eficiência e redução dos custos do serviço de coleta seletiva, visando a ampliação dos serviços e em atender às exigências legais como também as de órgãos governamentais, organizações sem fins lucrativos e a própria sociedade civil organizada.

Marshall e Farahbakhsh (2013) enfatizam que é muito importante o envolvimento da população na tentativa de solucionar problemas de infraestrutura, capacidade técnica, disponibilidade de recursos financeiros e eficiência da administração para que se obtenha uma gestão efetiva dos resíduos sólidos. Quando se observa iniciativas de incentivo à participação da população nos sistemas de coleta seletiva municipal internacionalmente, destacam-se aqueles incentivos econômicos de sistemas de retorno onde a população recebe benefícios em troca de sua participação (TSALIS *et al.*, 2018).

Jacobi e Besen (2011) destacaram a importância de os municípios terem planos de gestão que sejam abrangentes e integrados com a sociedade. São nestes planos que se encontram descritos e definidas as metas de redução de disposição de resíduos sólidos, estratégias que promovam a redução na fonte, a inclusão de catadores nos programas de coleta seletiva e as campanhas de educação ambiental.

Moura, Pinheiro e Carmo (2018) e Ibanez-Fores *et al.* (2018) identificaram em sua pesquisa sobre coleta seletiva, que as campanhas de educação ambiental e

sensibilização da população e de estabelecimentos comerciais são muito importantes para esclarecer a forma adotada pelo município de separação dos resíduos e prevenir o aumento de rejeitos por erros cometidos na segregação na origem. Tsalis *et al.* (2018) e Ibanez-Fores *et al.* (2018) trouxeram contribuições quanto ao perfil das pessoas que mais contribuem com a separação de recicláveis, sendo este grupo composto por pessoas idosas e aqueles que possuem escolaridade acima do ensino médio (ensino superior).

Bianchini, Pellegrini e Sacconi (2011) evidenciaram que para uma boa gestão municipal de resíduos sólidos, os gestores devem conhecer parâmetros como o per capita de coleta seletiva de seus municípios, uma vez que estes contêm informações sobre as características do sistema de gerenciamento. Bertanza, Zilian e Menoni (2018) ressaltaram ainda que conhecer as características dos municípios (tamanho, densidade populacional), da área onde está sendo desenvolvida a atividade (distâncias, relevo, estradas), quantidade e a qualidade dos resíduos sólidos coletados e técnicas utilizadas podem levar os tomadores de decisão a adotarem estratégias com menor custo para o município. Para Varela (2011), conhecer e analisar o índice de rejeitos municipal, pode evidenciar caminhos para a melhoria do sistema como um todo.

De acordo com Bringhenti (2004), os indicadores são ferramentas de gestão que possibilitam o estabelecimento de comparações entre diferentes realidades, a partir de dados que representem a situação local, e que dão suporte à tomada de decisões que podem ser implementadas de imediato ou posteriormente. Besen (2011) reforça a importância de se utilizar indicadores de sustentabilidade para monitorar os programas de coleta seletiva e as parcerias com as OCMR, buscando aferir a efetividade dos serviços e contribuir com as políticas públicas de resíduos sólidos. A utilização dos indicadores permite ainda indicar e auxiliar a expansão e o aprimoramento dos programas já existente e dar subsídios para os que ainda serão implementados (BRINGHENTI; ZANDONADE; GUNTHER, 2011).

Dessa forma, para alcançar uma gestão eficiente e eficaz, faz-se necessário a identificação e a medição do desempenho dos itens operacionais (SANJEEVI; SHAHABUDEEN, 2015). Para que seja possível realizar a medição e acompanhamento destes indicadores, é extremamente necessário a disponibilidade

de dados confiáveis que deem suporte, sendo este um dos pontos de dificuldades na gestão dos resíduos para o cálculo de indicadores (FERREIRA *et al.*, 2017).

Bringhenti (2004) destacou que a utilização de indicadores é importante no monitoramento dos serviços realizados pela municipalidade uma vez que estes permitem realizar comparações e servem de suporte para as tomadas de decisão. Harder *et al.* (2007) estudaram indicadores de desempenho aplicados à programas de reciclagem, e desenvolveram um indicador que evidencia a porcentagem de resíduos com potencial para serem reciclados, baseado na cobertura de coleta e informações sobre os materiais reciclados.

Scheinberg *et al.* (2011) salientaram que a reciclagem deve ser incorporada na gestão dos resíduos sólidos a fim de que sejam desviadas as frações secas dos resíduos dos aterros sanitários e, desta forma, propiciando a sua valorização e, contribuindo para a redução dos gastos com disposição final, consequentemente aumentando a vida útil dos aterros sanitários.

Castelani (2014) corroborou dizendo que a reciclagem é um processo que envolve a interação dos atores do setor público, privado e terceiro setor em diferentes etapas, formando uma rede de recuperação e utilização de materiais recicláveis, sendo este processo complexo. Além disso, essa rede precisa de ampliação e aperfeiçoamento para atendimento do ritmo imposto pela PNRS.

Monteiro, Silva e Difante (2013) destacaram que o GIRS envolve toda a cadeia, se utilizando de ações que visem a não geração ou a sua minimização, até a disposição final daqueles materiais que não encontraram viabilidade econômica e/ou tecnológica. A participação de todos os elos da cadeia é fundamental para a obtenção de êxito no GIRS, incluindo a sociedade civil, o governo e a iniciativa privada. Parreira (2010) reforça esta ideia e completa dizendo que a eficiência do sistema depende do desempenho conjunto das etapas e das inter-relações desencadeadas por estes.

Rutkowski e Rutkowski (2015) salientaram que a PNRS trouxe o reconhecimento do valor econômico e social dos resíduos sólidos, além do destaque para a importância do serviço desenvolvido pelos catadores e o seu papel na cadeia dos resíduos sólidos. Gutbererlet (2010) destacou que o sucesso do GIRS se deve, principalmente à inclusão dos catadores de materiais recicláveis que tornam viável a reciclagem da fração seca dos resíduos sólidos urbanos.

De acordo com Castelani (2014), as OCMR são responsáveis por suprir os recicladores uma vez que grande parte dos materiais recicláveis são separados e beneficiados por estes. Parreira (2010) destaca que a inserção dos catadores no sistema de coleta seletiva municipal aumenta a arrecadação, já que promove uma melhoria na qualidade e na quantidade de resíduos sólidos que são encaminhados para as OCMR e pela remuneração direta dos serviços prestados. Além disso, Campos (2013) evidenciou que a coleta realizada por catadores apresenta uma maior qualidade do material, pois realizam uma busca seletiva por materiais com maior valor agregado e com maior garantia de retorno, sendo também menor a contaminação na fonte o que pode gerar economia de custos com limpeza desses materiais e retrabalho na etapa de triagem.

No entanto, é preciso entender como estão estruturadas as OCMR para que estas não sejam sobrecarregadas com demandas do setor público sem que haja um planejamento prévio, gerando gargalos de produção. Parreira (2010) enfatiza que os maiores gargalos relacionas às OCMR estão ligadas à etapa de triagem, que é a mais importante, geralmente caracterizada por baixa produtividade.

Castelani (2014) destacou que são necessários investimentos tanto na estrutura física quando em capacitação de mão de obra em empreendimentos solidários. Dessa forma, será possível aumentar a renda dos catadores e ampliar a produtividade, além de aumentar a porcentagem de desvio dos resíduos para aterros sanitários.

Parreira (2010) ressaltou em sua pesquisa, com base nas experiências analisadas no que tange à coleta seletiva, que o planejamento do sistema de coleta seletiva deve passar pelos seguintes itens: modalidade de coleta, transporte, roteirização, acondicionamento, frequência, horários de coleta e abrangência territorial. O Quadro 02 destaca os atores envolvidos no GIRS.

Quadro 03 - Atores formais e informais na GIRS

Coleta	Coleta seletiva	Reuso	Reciclagem	Destinação e/ou Disposição Final
Catadores informais; Catadores formais; Intermediários; Poder público; Empresas privadas.	Catadores informais; OCMR; Varredores de logradouros; Empresa pública ou privada de	ONGs; Artesãos; Empresas	Catadores informais; OCMR; Ferro velho; Empresas beneficiadoras de plástico; ONGs; Aparistas;	OCMR; Intermediários; Indústria; Aterro sanitário; Empresas de triagem e compostagem; Empresa pública ou privada de limpeza pública.

Coleta	Coleta seletiva	Reuso	Reciclagem	Destinação e/ou Disposição Final
	limpeza pública.		Atravessadores; Empresa pública ou privada de limpeza pública; Indústrias recicladoras; Centros de reciclagem;	

Fonte: Adaptado de Parreira (2010) e Rutkowski e Rutkowski (2015).

De acordo com Cempre (2018), os programas de coleta seletiva que apresentam maior eficiência são aqueles que combinam diferentes modalidades de coleta seletiva. Silva (2017) destacou as cidades nas quais empresas terceirizadas detêm a concessão do sistema de limpeza pública, geralmente estas são remuneradas de acordo com o peso dos resíduos urbanos coletados, sendo percebido como incentivo contrário à redução de resíduos na fonte geradora. Ademais, a obtenção de maior qualidade dos materiais provenientes de coleta seletiva, implica em maiores custos para as empresas, uma vez que o material seco reciclável possui maior volume e menor peso quando comparado aos resíduos da coleta convencional e não devem ser compactados para não perder suas características.

Muitas empresas acabam compensando o alto custo da coleta seletiva em outros serviços como a coleta convencional, capina, varrição, dentre outros (PARREIRA, 2010). Jacobi e Besen (2011) acrescentaram que os valores cobrados pelas prefeituras pelos serviços de limpeza urbana não são suficientes para cobrir todas as despesas com a prestação dos serviços exigidos nos contratos.

Parreira (2010) conclui que em vários municípios brasileiros os programas de coleta seletiva não são implementados devido ao custo ser superior ao da coleta convencional. Ressalta que em muitas cidades, o sistema só é viabilizado por conta da baixa remuneração dos agentes diretos envolvidos e da precariedade das condições em que estes executam suas atividades laborais. Quando comparadas a alternativas de tratamento dos RSU, a reciclagem encontra-se em desvantagem econômica pelo custo da coleta seletiva.

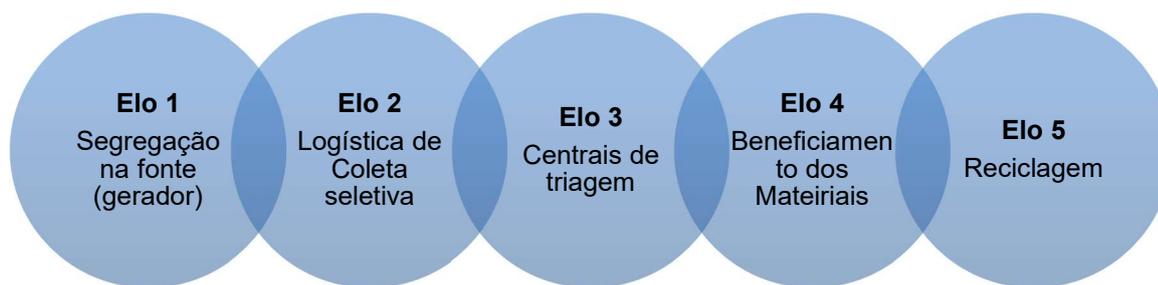
Não existe um modelo único e ideal de coleta seletiva a ser aplicado nos municípios. Para a sua definição são recomendadas orientações quanto às solicitações existentes nos planos municipais, conhecimento do mercado local de resíduos recicláveis,

experiência dos gestores locais, características gerais dos municípios, dentre outros. Recomenda-se que sejam realizados primeiramente projetos pilotos, e partir deles melhorados e ampliados até que se obtenha um modelo eficiente para aquela localidade (BESEN *et al.*, 2017).

3.2.1 Elos da cadeia de reciclagem

A reciclagem é definida como um grupo de operações que são interligadas entre si cujo objetivo é a reintrodução dos materiais com potencial para reciclagem nos processos produtivos, servindo como insumos na produção de novos produtos (PINHEL *et al.*, 2013). Estas operações são chamadas de elos da cadeia da reciclagem, desempenhando um papel fundamental neste contexto (Figura 03).

Figura 03 - Elos da cadeia da reciclagem



Fonte: Adaptado de Pinhel *et al.* (2013).

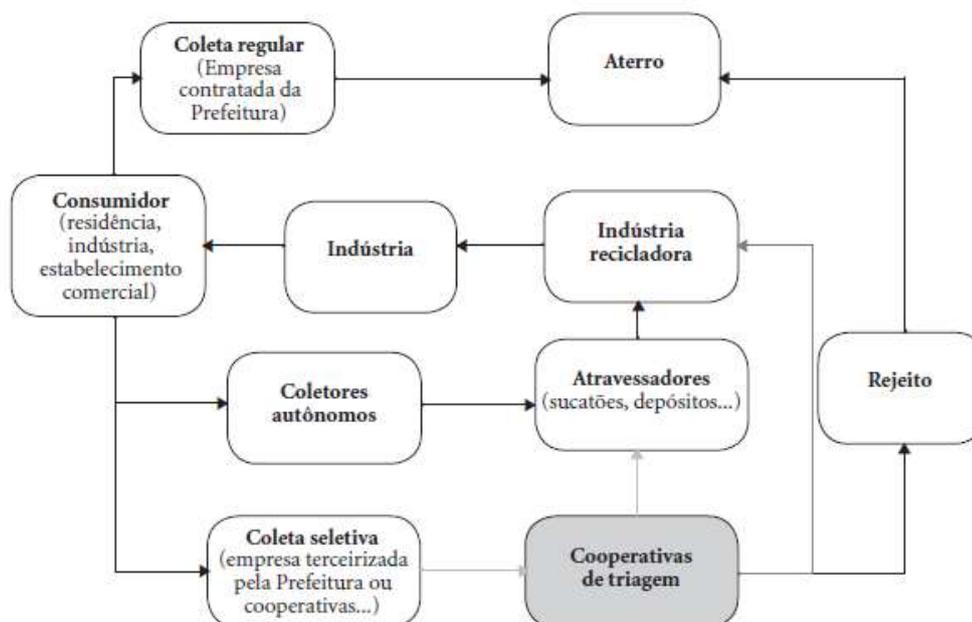
Para Parreira (2010), a gestão desta cadeia deve levar em consideração tanto a integração dos seus elos, como também, aspectos ambientais, sociais e técnicos. Dessa forma, a gestão deve ser abrangente de forma a equilibrar os conflitos e contradições entre os atores da cadeia (PARREIRA; OLIVEIRA; LIMA, 2009). Leite (2009) ressalta que diversos fatores podem influenciar de forma positiva ou negativa na eficiência das cadeias de retorno pós-consumo.

De acordo com Silva (2017), a reciclagem pode ser vista como uma atividade que compõe o sistema de GIRS, no que concerne às etapas de recuperação de RSU e seu aproveitamento como matéria-prima secundária, dentro da cadeia de produção de valor. Campos (2013) destacou que nesta cadeia existem etapas que agregam valor aos resíduos sólidos, sendo estas: coleta e seleção dos resíduos sólidos, triagem, comercialização, revalorização e transformação.

No entanto, é preciso entender e saber lidar com o círculo vicioso que opera no sentido contrário à coleta seletiva, aparecendo como barreiras ao sistema e que estão ligadas à interesses econômicos, baseados em contratos que preferem optar pelo fluxo de coleta, transbordo e disposição final de resíduos sólidos (DEMAJOROVIC; BESEN; RAHTSAM, 2004).

Rutkowski Varella e Campos (2014) destacaram que a cadeia da reciclagem é complexa e dinâmica, onde cada ator apresenta uma forma própria de se estabelecer e comercializar com associações ou outros fornecedores, além de cada um possuir uma forma particular de exigência para a separação dos resíduos sólidos que variam de acordo com a organização interna dos processos produtivos. Para melhor compreender essa cadeia e as interações realizadas por estas, a Figura 04 ilustra o fluxo logístico do sistema e seus principais elos da cadeia do ciclo de vida dos produtos.

Figura 04 - Fluxo logístico e os elos da cadeia da reciclagem



Fonte: De Souza, Fontes e Salomão (2014).

Conke e Nascimento (2018) ressaltam a importância de atores ativos no que se refere à coleta seletiva e que não se encontram representados no fluxo, que são as prefeituras, governos e as pastas vinculadas a estes. Geralmente, estão evidenciados no sistema quando fornecem maquinários (caminhões, máquinas e equipamentos) e quando realizam as operações de coleta de RSU. Para os casos em que são realizadas as concessões e terceirização dos serviços, estes atores passam a ser

responsáveis pelo gerenciamento da cadeia por meio de fiscalização das operações e do cumprimento das diretrizes, dentre outras.

O primeiro estágio da cadeia é a coleta dos resíduos sólidos, que pode ser realizada tanto pelo poder público, quanto por catadores autônomos ou organizados em associações e cooperativas (CAMPOS, 2013). Rutkowski, Varella e Campos (2014) complementam dizendo que esse estágio representa apenas o início, mas que dele dependem uma série de outros setores até que os resíduos alcancem as indústrias de processamento.

Jaunich *et al.* (2016) descrevem que a etapa de coleta não é uma tarefa uniforme já que existem muitos fatores inter-relacionados que devem ser considerados. Além disso, esta etapa sofre influência direta de fatores como o nível de automação do veículo de coleta, o tempo necessário para realizar a coleta, o tempo de parada, a habilidade do motorista e dos trabalhadores desta atividade, o nível de segregação dos resíduos sólidos, o tipo de veículo utilizado, a densidade populacional dos bairros e a cultura. Portanto, destacam que é necessário que sejam conhecidos todos esses fatores e a relação quem eles possuem entre si para que o momento de planejamento e dimensionamento do sistema (rotas, veículos, funcionários, dentre outros) seja otimizado.

O próximo item e que merece ser destacado é a triagem da fração seca dos resíduos sólidos. Campos (2013) destaca que a atividade de triagem é a principal operação que agrega valor, podendo ser claramente notado pelo preço de venda que varia se o material se encontra ou não separado. Contudo, existem alguns fatores internos, externos e organizacionais que influenciam diretamente na etapa de triagem, a saber: mistura de material, quantidade de rejeito, tipo de transporte, logística, formas de armazenamento dos resíduos, manipulação, características físicas do local onde se realiza esta atividade, produtividade do trabalho e a forma de remuneração pelo serviço (PARREIRA, 2010).

Quanto aos fatores organizacionais, Demajorovic, Besen, Rahtsam (2004) apontaram problemas de capacidade ociosa em algumas centrais de triagem construídas pelas prefeituras e operadas por OCMR, em razão da interceptação paralela de coleta que impede que grande parte dos resíduos cheguem ao seu destino. Jacobi e Besen (2011) ressaltaram ainda que grande parte da fração seca reciclável, principalmente

aqueles que possuem alto valor agregado. Esses materiais acabam passando pela etapa de triagem por múltiplos agentes formais e informais, acarretando perda de eficiência nos programas de GIRS e diminuição da renda dos catadores participantes desta atividade.

Depois de triados e enfardados, os resíduos são vendidos aos intermediários que seguem o fluxo para as indústrias beneficiadoras e então chegam até as indústrias transformadoras, onde utilizarão os materiais como matéria prima, produzindo novos produtos que serão novamente inseridos no mercado (RUTKOWSKI; VARELLA; CAMPOS, 2012). Campos (2013) chama atenção para o fato de que as indústrias possuem um padrão para o recebimento desses materiais que perpassam por critérios de qualidade, regularidade de fornecimento, frete e de escala. Por esse motivo, todos os elos anteriores devem estar atentos em conhecer esses critérios e se adaptarem para que possam atender a demanda imposta por este elo.

Varella e Campos (2012) reforçam que esses critérios utilizados pelas indústrias transformadoras não só impõem um padrão de materiais que recebem como também acabam interferindo e determinando a forma de organização do trabalho (critérios internos de qualidade, prazos de entrega e pagamento, volume dos lotes, maquinário, estoque, transporte, dentre outros) dos elos que a precedem. Dessa forma, Parreira (2010) conclui que a eficiência dos elos da cadeia à montante é essencial para a reciclagem, e que esta depende de adequadas inter-relações entre os próprios elos, da qualidade dos resíduos que procedem de cada elo e do processo de triagem incluindo os gargalos inerentes a esta etapa. Campos (2013) evidenciou que as OCMR precisam conhecer os critérios exigidos pelas indústrias para atingir o patamar de fornecedoras, e então conseguir ter a capacidade de competir neste mercado.

Cada elo é responsável por agregar valor à porção seca reciclável dos resíduos sólidos dentro da cadeia da reciclagem, e cada parte deve corroborar para que haja eficiência em cada processo. As inter-relações dos elos da cadeia tem influência direta no trabalho desenvolvido pelos catadores, que podem ou não favorecer sua arrecadação (PARREIRA, 2010).

Silva (2017) descreve as OCMR como o elo mais frágil da cadeia de valor da reciclagem, no entanto, as classifica como atores-chave em todo o processo, sendo responsáveis por 90% dos materiais que conseguem ser reciclados no Brasil. Pinhel

et al. (2013) afirmam que um sistema de coleta seletiva bem-sucedido requer a presença do catador e são exceções aqueles em que estes não se encontram presentes. São eles os responsáveis por triarem os resíduos, classificaram e venderem para as empresas de médio porte ou intermediários, que revendem este material em maior escala e preço para as indústrias recicladoras (RUTKOWSKI; RUTKOWSKI, 2015).

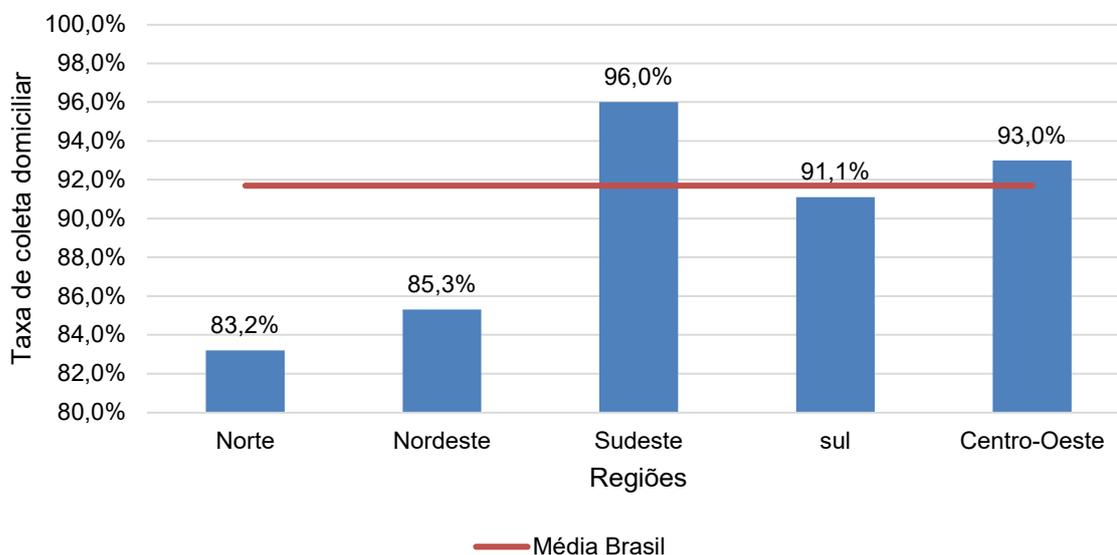
Scheinberg (2012) diz que para a operacionalização da estrutura de gestão compartilhada dos resíduos sólidos faz-se necessária a atuação dos catadores de materiais recicláveis, principalmente nos países em desenvolvimento. Velis *et al.* (2012) reforçam que as OCMR contribuem significativamente na cadeia produtiva da reciclagem uma vez que estes atuam nas diversas atividades como na coleta seletiva, na triagem dos materiais, na sua classificação e processamentos chegando até a comercialização da fração seca dos resíduos.

Dentro deste contexto da cadeia de reciclagem, a inter-relação adequada entre os seus elos, permite que todos os agentes sejam beneficiados uma vez que promove a eficiência global do sistema (PARREIRA, 2010).

3.2.2 Cobertura da Coleta seletiva

De acordo com dados apresentados pelo Diagnóstico de Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos realizado por Brasil (2019), baseado em dados do Sistema Nacional de informações sobre Saneamento (SNIS), no que se refere à cobertura do serviço de coleta regular de coleta domiciliar de 91,7% para o ano de 2017, deixando de atender 20,6 milhões de habitantes, desses 2,3 em áreas urbanas e 18,3 em zona rural. Foram coletadas 49,5 milhões de toneladas de resíduos sólidos domiciliares e públicos. Os resultados de coleta domiciliar agrupados por região do país estão representados na Figura 05.

Figura 05 - Taxa de coleta domiciliar por região do país em 2017



Fonte: Brasil (2019).

Analisando a Figura 05, percebe-se que existem diferenças nos índices de cobertura dos serviços de coleta domiciliar. As regiões norte e nordeste apresentaram os piores índices de cobertura, enquanto a região sudeste apresentou o índice mais favorável. Ocorreu uma redução do déficit do serviço de coleta domiciliar nas áreas urbana e rural, com atendimento de 251,3 mil habitantes a mais que em 2017 quando comparado ao ano de 2016 (BRASIL, 2019).

Quando se relaciona a quantidade de resíduos sólidos coletada à sua respectiva população urbana, tem-se a massa coletada *per capita*, sendo o indicador médio para o país de 0,95 kg/hab./dia, para a região sudeste 0,91 kg/hab./dia e para o estado do Espírito Santo o valor médio encontrado foi de 0,89 kg/hab./dia, todos estes se referem ao ano de 2017 (BRASIL, 2019). Os índices evidenciam que a geração de resíduos sólidos pela população varia de acordo com a localidade, influenciados por fatores apontados nas pesquisas de Khan, Kumar e Samadder (2016); Guerrero, Maas e Hogland (2013); Kirama *et al.*, (2012). O índice médio de massa coletada *per capita* para o estado do Espírito Santo variou durante os anos de 2013 a 2017, mas existe uma tendência de recuperação (Tabela 01).

Tabela 01 - Indicador médio de geração de resíduos per capita em relação à população urbana

Indicador médio per capita em relação à população urbana (kg/hab./dia)					Variação 2017/2016
2013	2014	2015	2016	2017	
0,88	0,91	1,07	0,85	0,89	4,7%

Fonte: Brasil (2019).

No que se refere aos dados da coleta seletiva, a mesma pesquisa apontou que, houve uma queda de 2015 para 2016, mas no último ano de 2017 a quantidade de municípios que realizam alguma iniciativa de coleta seletiva voltou a ser a mesma que em 2015. Para o ano de 2018, foram registradas a participação de total de 1.322 municípios, representando 38,1% do total de municípios (BRASIL, 2019). A Tabela 02 mostra a evolução dos índices de iniciativas de coleta seletiva nos municípios participantes da pesquisa Snis (2017) independente da modalidade adotada.

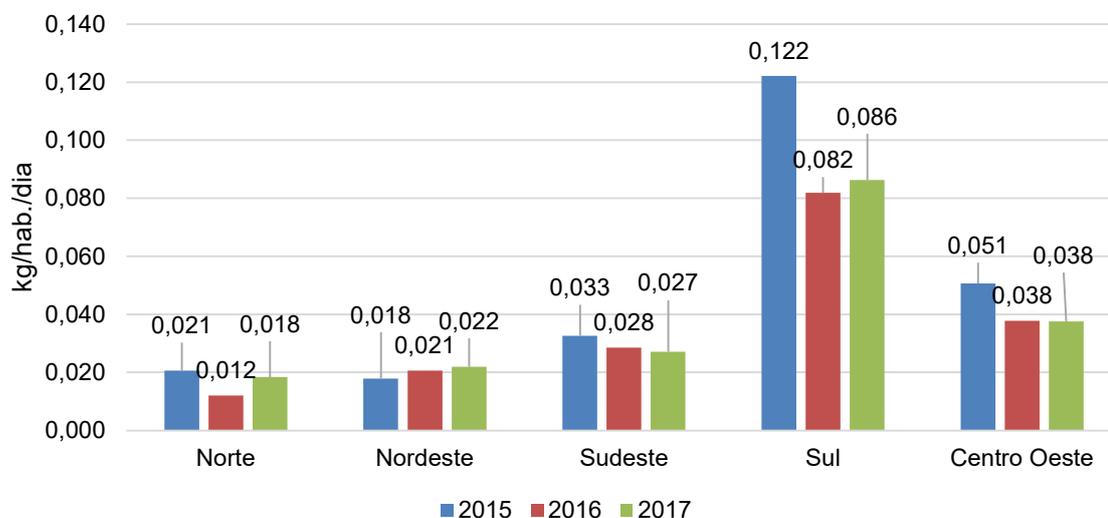
Tabela 02 - Evolução do índice de ocorrência de coleta seletiva dos municípios participantes dos anos de 2015 a 2017

Situação quanto à Coleta seletiva	Quantidade de Municípios			Percentual (%)		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Municípios com CS	1.256	1.215	1.256	22,5	21,8	22,5
Municípios sem CS	2.264	2.455	2.300	40,6	44,1	41,3
Sem informação	2.050	1.900	2.024	36,8	34,1	36,2
Total	5.570	5.570	5.570	100	100	100

Fonte: Brasil (2019).

Ainda, a pesquisa evidenciou que no ano de 2016 a região Sul obteve a maior massa *per capita* coletada seletivamente sendo de 0,086 kg/hab./dia, apesar de ser a pior contribuição quando comparada aos anos anteriores. A Região Norte foi a que apresentou o menor número com 0,018 kg/hab./dia para o mesmo ano. A Figura 06 mostra os números registrados pela pesquisa distribuídos por região do país, referentes aos anos de 2015, 2016 e 2017, respectivamente.

Figura 06 – Massa per capita recuperada seletivamente por macrorregião do Brasil



Fonte: Adaptado de Brasil (2019).

Os dados apresentados na Figura 06 mostram uma redução de 19,9% da massa coletada seletivamente quando comparado ao ano de 2015, sendo a média brasileira no ano de 2017 igual a 0,038 kg/hab./dia, valor próximo do mesmo indicador para o ano de 2015. Já para a média municipal tem-se 1.254 t/município/ano, que se comportou de forma similar ao *per capita*. Com esses resultados temos que do total de resíduos com potencial para ser reciclável, foram coletados apenas 13,2% de forma seletiva.

Ainda, é possível analisar a quantidade de recicláveis secos recuperados observando as faixas populacionais dos municípios (Tabela 03). Identificou-se que os municípios de menor porte possuem maior eficácia de recuperação dos materiais recicláveis secos, sendo o fator que pode estar interferindo diretamente nesse dado é a existência de usinas de triagem as quais mesmo sem contar com uma coleta seletiva prévia recuperam um maior percentual de secos (BRASIL, 2019).

Já a pesquisa realizada por Cempre (2019), que utiliza a aplicação de questionários e visita técnica aos municípios brasileiros, evidenciou que 1.227 municípios brasileiros possuem algum programa de coleta seletivo em operação, correspondendo a 22% do total de municípios. Vale ressaltar que o pesquisa realizada por Cempre (2019) é bienal e são utilizados os dados censitários para a população, contudo apresentou resultados inferiores aos de Brasil (2019).

Tabela 03 - Massa recuperada de recicláveis secos dos municípios participantes, segundo a faixa populacional

Faixa populacional	Quantidade de municípios	Massa recuperada de recicláveis secos		Massa recuperada <i>per capita</i> (kg/hab./ano)		
		Total (t/ano)	Média (t/munic./ano)	Mínimo	Máximo	Indicador Médio
1	999	199.595	199,8	0,01	159,1	26,1
2	295	176.426	598,1	0,02	98	13,1
3	114	125.146	1.097,8	0,01	70,8	7,5
4	73	162.952	2.232,2	0,08	37,2	4,9
5	14	111.253	7.946,7	0,82	14,4	4,3
6	2	76.413	28.206,4	3,19	5,9	4,1
Total 2017	1.497	851.785	569,0	0,01	159,1	7,4
Total 2016	1.361	772.260	567,4	0,01	155,3	7,2
Total 2015	1.043	863.242	615,3	0,01	143,4	8,0

Faixa 1: Até 30.000 hab.; Faixa 2: De 30.001 a 100.000 hab.; Faixa 3: De 100.001 a 250.000 hab.; Faixa 4: De 250.001 a 1.000.000 hab.; Faixa 5: De 1.000.001 a 3.000.000 hab.; Faixa 6: Acima de 3.000.000 hab. Fonte: Adaptado de Brasil (2019).

Abrelpe (2019) estimou que 4.070 municípios brasileiros (73,1%) apresentaram iniciativas de coleta seletiva conforme Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil. Os dados de Abrelpe (2019) são baseados na aplicação de questionários aos municípios e composto por dados sobre RSU divulgados pelas unidades federativas. A Tabela 04 apresenta a participação dos municípios por região do país. Os últimos dados da divulgados pelo IBGE sobre a implementação de coleta seletiva dos municípios brasileiros referem-se ao ano de 2012, e por este motivo não serão comentados.

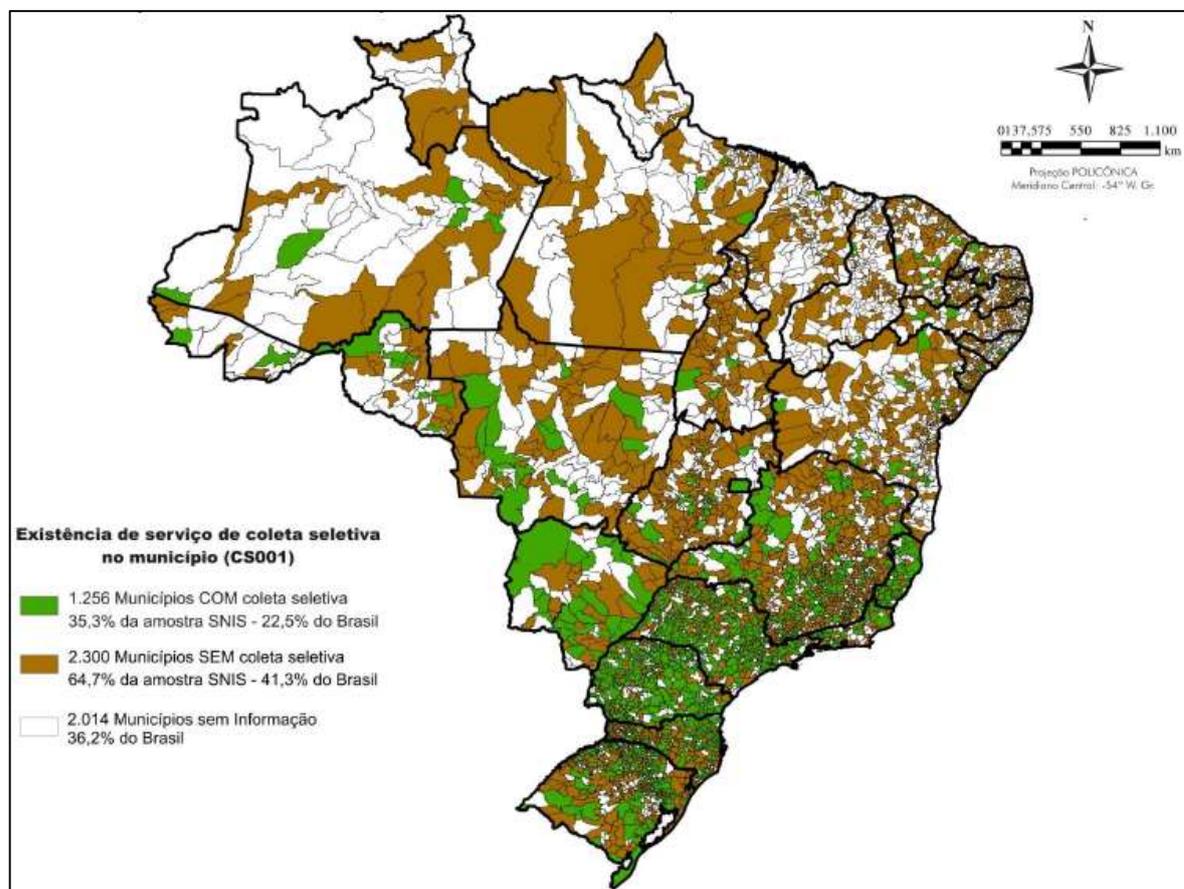
Da mesma forma que para a coleta regular, os dados de coleta seletiva também mostraram que o serviço ocorre de forma diferenciada para cada região do país. A região sul é a que mais se destaca em termos percentuais de participação e em massa recuperada *per capita* em iniciativas de coleta seletiva, já a região norte apresentou os menores índices (BRASIL, 2019). A Figura 07 mostra a representação espacial da existência de serviços de coleta seletiva de resíduos recicláveis secos por município brasileiro.

Tabela 04 - Quantidade de municípios com iniciativas de Coleta seletiva no Brasil em 2018

Regiões	N		NE		CO		SE		S	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Sim	270	286	902	978	209	227	1.464	1.496	1.078	1.083
Não	180	164	892	816	258	240	204	172	113	108
Total	450		1.794		467		1.668		5.570	

Fonte: Abrelpe (2019).

Figura 07 - Representação espacial do serviço de coleta seletiva no país para o ano de 2016



Fonte: Brasil (2019).

De acordo com Brasil (2019), existe uma tendência de crescimento para a coleta seletiva no país, que acompanha o crescimento do porte populacional dos municípios. Apesar do crescimento do percentual de municípios com a coleta seletiva porta a porta, a população atendida não cresce na mesma proporção, observado principalmente nas faixas populacionais de 2 a 5 (Tabela 05).

Tabela 05 - Abrangência do serviço de coleta seletiva de acordo com a modalidade e faixa populacional

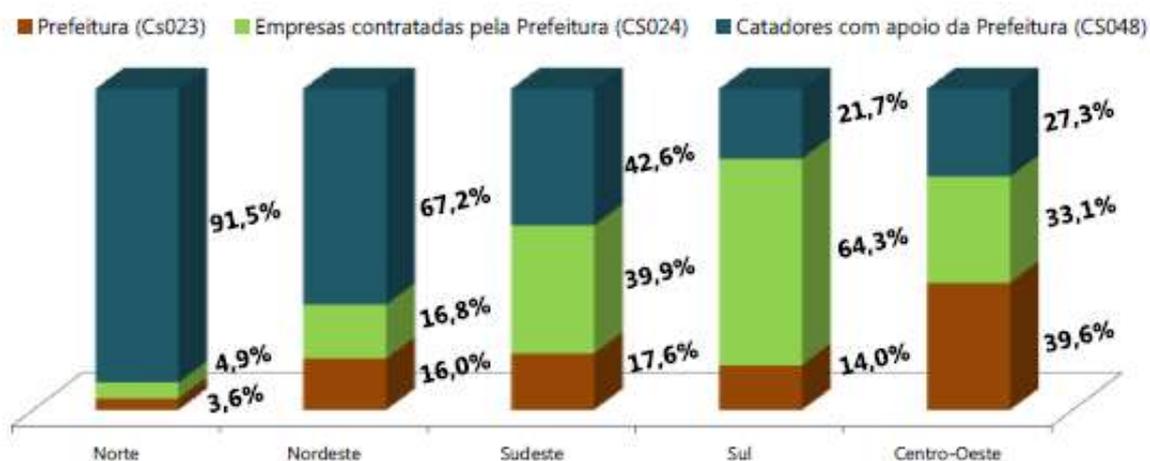
Faixa populacional	Quantidade de municípios participantes (c/ ou s/ coleta seletiva)	Municípios com coleta seletiva sob quaisquer modalidades		Municípios com coleta seletiva porta a porta executada pela prefeitura ou OCMR com apoio da prefeitura			
				Valor absoluto		Valor relativo	
		Quantidade (mun.)	Percentual (%)	Quantidade (munic.)	População urbana (hab.)	Quantidade (%)	População urbana (%)
1	2.727	795	29,2	660	4.171.306	24,1	22,3
2	569	273	48,0	225	7.669.095	42,7	32,3
3	158	107	67,7	85	7.861.562	60,8	34,7
4	85	65	76,5	62	13.131.731	70,6	35,5
5	15	14	93,3	11	8.551.433	73,3	32
6	2	2	100	2	12.525.958	100	67,6
Total 2017	3.556	1.256	35,3	1.045	53.911.085	30,1	36,6
Total 2016	3.670	1.215	33,1	1.022	49.963.967	28,5	34,1
Total 2015	3.520	1.256	35,1	1.178	50.124.029	29,0	35,1

Faixa 1: Até 30.000 hab.; Faixa 2: De 30.001 a 100.000 hab.; Faixa 3: De 100.001 a 250.000 hab.; Faixa 4: De 250.001 a 1.000.000 hab.; Faixa 5: De 1.000.001 a 3.000.000 hab.; Faixa 6: Acima de 3.000.0000 hab.

Fonte: Adaptado de Brasil (2019).

Quanto ao gerenciamento do serviço de coleta seletiva, as empresas terceirizadas que são contratadas pelas prefeituras registraram maior participação na execução do serviço com 46,7% do total de municípios, número que apresentou queda de 4,1% em relação ao ano anterior. Em segundo lugar, aparecem os catadores de materiais recicláveis com 35,9% de participação nos municípios e por fim, com 17,4%, o serviço que é realizado pelas próprias prefeituras (BRASIL, 2019). A Figura 08 mostra a representação em termos percentuais de cada entidade executora do serviço de coleta seletiva municipal por região do país.

Figura 08 - Percentuais em massa de resíduos de coleta seletiva de acordo com as regiões e executores do serviço para o ano de 2017



Fonte: Brasil (2019).

As empresas terceirizadas possuem maior representatividade nas Regiões Sul e Sudeste do país. Já nas Regiões Norte e Nordeste os catadores de materiais recicláveis possuem maior destaque (Figura 08). A participação da iniciativa privada na execução destes serviços vem aumentando ao longo dos anos (ANDRADE; FERREIRA, 2011).

Após a apresentação dos dados do relatório do Snis (2018), cabe ressaltar que o mesmo reconhece a precariedade da precisão das informações referentes às quantidades de resíduos coletados seletivamente, uma vez que muitos dos municípios não realizam a pesagem dos resíduos recebidos, e para a estimativa são levados em consideração o quantitativo comercializado acrescido de um índice de rejeito. Outro ponto relevante em relação aos dados da pesquisa é a subnotificação da quantidade de materiais coletados pelas organizações de catadores devido às dificuldades

operacionais de pesagem e ausência de registro e controle pela maioria das OCMR (BRASIL, 2019).

Conke e Nascimento (2018) destacam que a existência de valores com uma discrepância tão grande entre as pesquisas brasileiras pode levar a uma percepção distorcida da realidade, que podem refletir inclusive nos tomadores de decisão quanto a medir esforços na implementação de programas de coleta seletiva. Os autores afirmam que estas pesquisas fornecem um panorama inicial da presença e da oferta de coleta seletiva no país, e atribuem à escolha metodológica as diferenças dos resultados. Consideram que, das fontes de pesquisa nacionais, a fonte Brasil (2019) possui um maior destaque quanto à transparência, uma vez que se utilizam de muitos arquivos com dados primários.

3.2.3 Custo da Coleta seletiva

O serviço de coleta seletiva embutido no GIRS, possui diversas etapas e envolve variados atores que contribuem entre si para a operacionalizar o serviço. Neste contexto, Bringhamti (2004) destaca que o planejamento adequado para a implantação dos programas de coleta seletiva contribui com fatores ligados ao custo de implantação e operação do programa, e na participação da população. Memon (2010) destaca que existem dificuldades relacionadas tanto à administração pública quanto à falta de capacitação técnica dos gestores municipais, e que tais problemas acarretam dificuldades na alocação dos recursos de forma eficiente, principalmente para municípios de pequeno e médio porte. Nos países em desenvolvimento os gastos com o manejo de resíduos sólidos podem representar de 20 a 50% da receita municipal, sendo a etapa de coleta responsável por quase todo o custo.

De acordo com Bohm *et al.* (2010), o serviço de a coleta seletiva e a triagem dos resíduos é caro e para que exista viabilidade econômica, é necessário financiamento em parte pelos contribuintes da região beneficiada e pelos governantes para a operacionalização do serviço. Jacobi e Besen (2011) incentivam a cobrança de uma taxa proporcional à geração de resíduos sólidos e destacam que essa medida se aplica como um incentivo à conscientização e educação dos cidadãos que reduzem, por consequência, as quantidades produzidas diminuindo o desperdício. No entanto, Mueller (2013) destacou em sua pesquisa que aceitar uma ampla variedade de

materiais no sistema de coleta seletiva beneficia mais a reciclagem do que políticas que penalizam o seu descarte.

Além disso, quando a coleta seletiva é ampliada, buscando a universalização deste serviço, o custo global do sistema tende a aumentar (VARELLA, 2011; PARREIRA, 2010; BOHM *et al.*, 2010; PARREIRA, OLIVEIRA, LIMA, 2009). Para Parreira, Oliveira e Lima (2009), o aumento dos custos com a ampliação da coleta seletiva é mais evidente quando são abrangidas áreas urbanas que possuem baixo poder aquisitivo, visto que a quantidade e a qualidade dos materiais coletados diminuem consideravelmente.

Bohm *et al.* (2010) corroboram e completam dizendo que com esta ampliação somam-se custos adicionais com a compra de caminhões de coleta adicionais, estações de transbordo, taxa para o descarte de rejeito e estrutura administrativa e operacional. Ademais, observaram que os programas municipais de reciclagem que contratam empresas privadas de coleta ao invés de utilizarem funcionários públicos e que utilizam sistema de reciclagem com separação centralizada (por tipo de material em pontos específicos) ao invés de separação por coleta mecanizada nas calçadas, apresentam custos menores.

Lakran (2015) estudou o impacto da diversidade de materiais nos custos da reciclagem, separando-os em materiais essenciais e não essenciais. Destacou as características dos materiais essenciais como sendo aqueles que possuem alta rentabilidade, gerados e quantidades significativas pelas famílias, que possuem baixo custo de gerenciamento do material e que são aceitos pela maioria dos municípios (como o papel de jornal, papelão, vidro, dentre outros). Já os não essenciais, aqueles que apresentam baixos níveis de reciclagem, possuem mercados finais pouco desenvolvido, com alto custo de gerenciamento e baixa receita com a venda (como exemplo os plásticos misturados, embalagens compostas, dentre outros). Concluiu que a presença de materiais não essenciais aumenta o custo da reciclagem e que caso estes sejam removidos do processo, podem representar, em média, uma redução do custo líquido em 19,1%.

Varella (2011) apontou que a utilização de sistemas multimodais (como exemplo os caminhões compactadores, caminhões baú, carrinhos, carroças, dentre outros) reduz

os custos do serviço, otimizando os meios de transportes e reduzindo as equipes de coleta, garantindo a ramificação do serviço.

Varella (2011) indicou que fatores como abrangência do serviço de coleta seletiva, mão de obra (poder público, terceirizadas e OCMR), veículos, distância percorrida (km/dia), frequência (dias/semana) e índice de rejeitos, influenciam diretamente nos custos da coleta seletiva (Quadro 04). Parreira (2010) destacou que as características físicas das cidades (relevo, movimentação de veículos e pessoas, densidade demográfica, pavimentação de ruas, zoneamento, verticalização de edifícios), características socioeconômicas (renda *per capita*, cultura, escolaridade, dentre outros), e a existência de catadores formais e informais são fatores determinantes no sistema de logística e que são fundamentais para o planejamento financeiro e viabilidade econômica da coleta.

Quadro 04 – Fatores que influenciam nos custos da coleta seletiva de acordo com o executor

Fatores	Poder Público Local	Terceirizada	Associação de Catadores
Mão-de-obra	4 salários mínimos sem impostos	6 salários mínimos com impostos	0,25 – 2,5 salários mínimos
Veículos	Caminhão compactador	Caminhão compactador e caminhão baú	Caminhões, carrinhos e carroças
Seguro dos veículos	Pagam seguro	-	Não pagam seguro
Abrangência (%)	47	0,5 - 100	0,02 – 1,3
Distância percorrida (Km/dia)	58	40 - 100	2,5 - 15
Equipe (motorista/coletores)	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2} - \frac{1}{3}$	$\frac{1}{2} - \frac{1}{3}$
Frequência (dia/semana)	3	1 - 2	5
Índice de rejeito	Índices elevados	Índices elevados	Baixos Índices

Fonte: Varella (2011).

Bertanza, Ziliani e Menoni (2018) destacaram que a coleta dos resíduos impacta significativamente nos custos do seu gerenciamento. Tonjes e Mallikarjun (2013) estudaram o custo de modelos de sistemas de reciclagem e destacaram que as rotas comerciais possuem maior eficiência na coleta de resíduos e ajudam a diminuir os custos. Bohm *et al.* (2010) complementam que quanto mais frequente e constante a quantidade de material coletada, maior são os custos com esta etapa. Campos (2013) conclui que o índice de contaminação na etapa de coleta, além de alterar a qualidade do produto, aumenta o custo do serviço.

Parreira (2010) e Varella (2011) destacaram que a utilização de caminhões compactadores na coleta de materiais representa economia de custo por km rodado, porém dificulta muito a atividade de triagem além de causar perda na qualidade dos materiais. Ferri, Chaves e Ribeiro (2015) e Dutra, Yamane e Siman (2018) dizem que a utilização de centros de triagem e de armazenamento dos resíduos secos recicláveis, proporcionam redução no custo do transporte e ainda minimiza os custos relacionados à disposição final dos resíduos sólidos urbanos uma vez que a fração seca é aproveitada.

Aguiar e Philippi Jr. (2000) indicaram que o custo de coleta e transporte dos resíduos sólidos podem variar de US\$ 50 a US\$ 260 por tonelada coletada, já o custo da triagem pode variar de US\$ 25 a 120 por tonelada triada. Atribuiu a maior contribuição no custo às etapas de triagem e manutenção dos equipamentos.

Bringhenti (2004) destacou que quando comparados os programas de coleta regular com os de coleta seletiva, os custos com coleta e transporte são significativamente maiores para a coleta seletiva, e dessa forma, reforçou a importância da participação dos grandes geradores (condomínios, supermercados, centros de compras, dentre outros) devendo o município atuar de forma diferenciada em relação à eles. Parreira (2010) atentou para o fato de que a escolha do meio de transporte deve levar em consideração as características geográficas do local, análise de custo benefício, a cultura, produtividade dos catadores e infraestrutura dos galpões de triagem.

Bertanza e Ziliani (2018) ressaltaram que a etapa que mais impacta no custo do sistema de gerenciamento de resíduos é o transporte. Aguiar e Philippi Jr. (2000) justificaram o custo elevado do transporte devido aos investimentos em veículos e manutenção deles, e com a mão de obra envolvida. Bohm *et al.* (2010) destacaram que nos Estados Unidos o aumento de 1% no preço da gasolina é estimado um aumento de 1.653% no custo de coleta e disposição dos resíduos sólidos. Completou dizendo que nos municípios que possuem altas densidades populacionais são verificados os maiores custos com transporte de resíduos para locais apropriados para dispor dos mesmos, que normalmente encontram-se mais afastados dos centros urbanos.

Paul *et al.* (2012) ressaltam os benefícios da utilização dos serviços prestados por OCMR nos programas municipais de reciclagem. Os autores destacam: redução de

custos com disposição final de resíduos sólidos, regularidade e qualidade da coleta, afastamento do catador de áreas de lixões e melhoria do panorama de saúde pública. Além disso, a mão de obra mais barata dos catadores em comparação aos serviços terceirizados reduzem custo no sistema municipal e ajudam as OCMR a conseguirem manter salário fixo para os cooperados aumentando a sua autossuficiência (DAMÁSIO, 2010).

De acordo com Rutkowski e Rutkowski (2015), a integração do setor informal de catadores além de melhorar os indicadores devido ao aumento do total de material reciclado, também contribui para diminuir o custo por tonelada, quando comparado aos sistemas convencionais de coleta seletiva que passava a ser de US\$ 35/t dos resíduos coletados. Varella (2011) aponta algumas estratégias utilizadas pelo setor informal que contribuem para a redução dos custos do sistema, como realizar coleta seletiva dos materiais preferindo aquele que possuem maior valor de mercado (shoppings, comércio, condomínios, dentre outros) e aumentam a frequência de coleta em locais que produzem maior quantidade de materiais, não estando preocupados apenas em cumprir os roteiros determinados.

Quanto aos custos relacionados à modalidade de coleta, Tsalis *et al.* (2018) realizaram um estudo na Grécia e concluíram que lá a modalidade porta a porta não aumenta significativamente o custo geral com o gerenciamento dos resíduos (coleta, transporte, tratamento e disposição) quando comparadas as demais modalidades. O ponto que sobressai nesta modalidade é o custo com mão de obra que evidentemente é maior já que necessita de uma maior quantidade de trabalhadores para a coleta dos materiais, mas gera um impacto social positivo nas comunidades locais pois cria mais postos de trabalho. Varella (2011) analisando a realidade brasileira contribuiu dizendo que embora a modalidade porta a porta eleve os custos de coleta, uma vez que a logística fica mais complexa, esta estratégia favorece a comodidade dos moradores na separação dos resíduos na fonte geradora e aumenta a qualidade destes.

Bringhenti *et al.* (2004) estudaram a implantação do sistema de coleta seletiva utilizando os Posto de Entrega Voluntária (PEV), e perceberam que esta modalidade garante a otimização de investimentos e apresentam custos operacionais reduzidos. Ademais, ressaltaram que para obter maior produtividade por PEV, estes devem ser instalados observando alguns critérios como a movimentação de pessoas,

proximidade de condomínios residenciais, praças e escolas, densidade populacional dos bairros, verticalização de edifícios, escolaridade e renda da população. Aguiar e Philippi Jr. (2000) observaram que locais onde o sistema PEV é utilizado, são observados menores custos com mão de obra.

A pesquisa Ciclossoft de Cempre (2016), realizou um levantamento do custo da coleta seletiva por estado participante da pesquisa, onde foi possível evidenciar que, na região sudeste, o custo da coleta seletiva diminuía à medida que aumentava a quantidade de materiais coletados, conforme Tabela 06.

Tabela 06 - Custo da coleta seletiva nas capitais da região Sudeste do Brasil

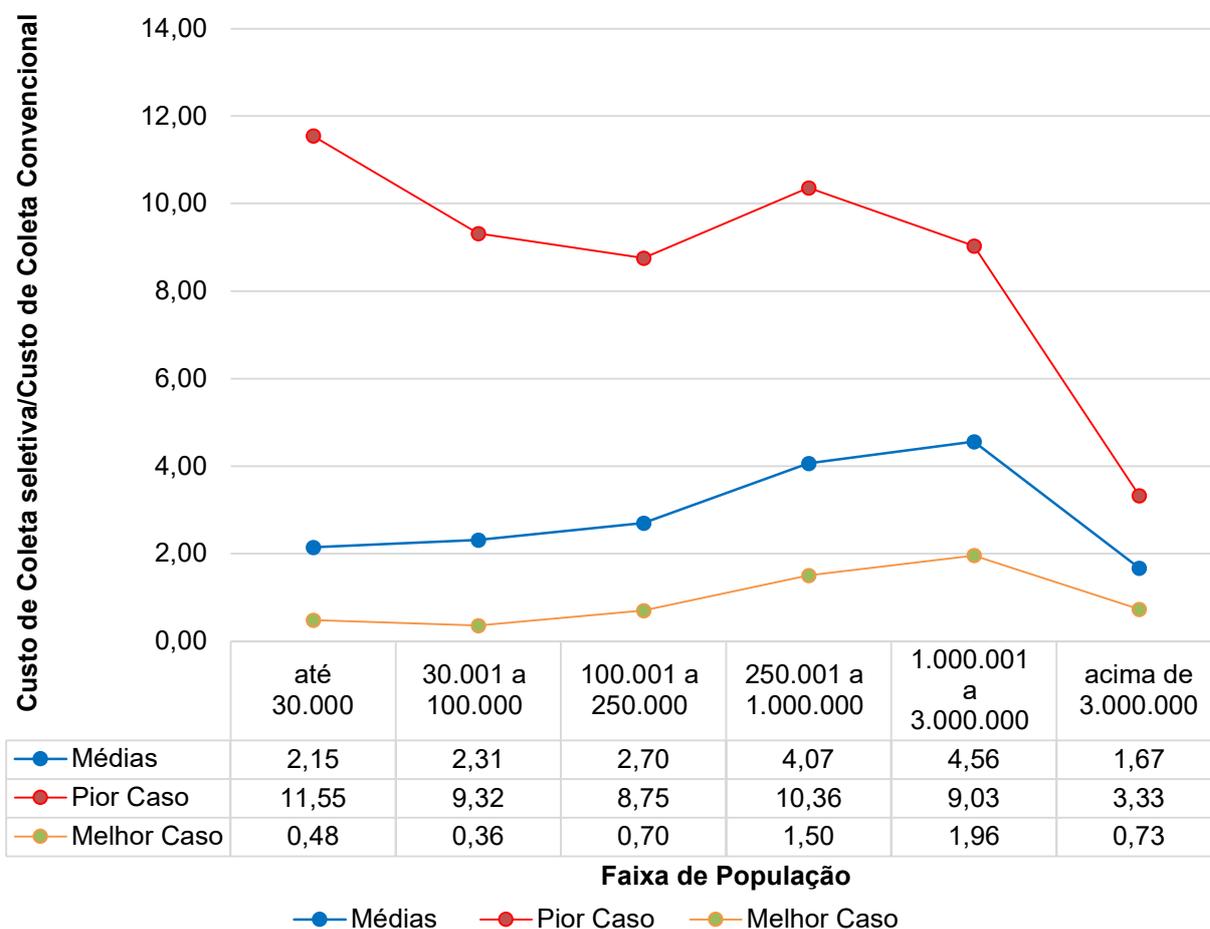
Estado	Coleta seletiva (t/mês)	Custo da Coleta seletiva (R\$/t)	População Atendida (%)
São Paulo	7.500	-	87
Rio de Janeiro	2.783	680,55	65
Belo Horizonte	577	2.718,71	15

Fonte: Cempre (2016).

Varella (2011) destacou que o custo da coleta seletiva não é uniforme podendo encontrar diferentes valores para cada região ou por cada operador do sistema (público ou privado). Enfatizou que quanto à operacionalização do sistema de coleta seletiva, quando executado por OCMR, apresentam custo menor que quando realizado por empresas terceirizadas ou até mesmo pelo poder público local. Ainda, ressaltou que os processos manuais são menos onerosos e que possuem maior qualidade no material triado em comparação aos processos mecanizados, mas perdem na escala de produtividade.

A partir dos dados informados pelos municípios brasileiros e divulgados por Snis (2017) referente ao preço pago por meio de contratos de prestação de serviço de coleta seletiva e o serviço de coleta de resíduos domiciliares por faixa de população, obteve-se a curva de proporcionalidade entre esses dois valores (Figura 09).

Figura 09 - Proporção entre o preço do serviço de coleta seletiva e o serviço de coleta domiciliar praticado no Brasil em 2017



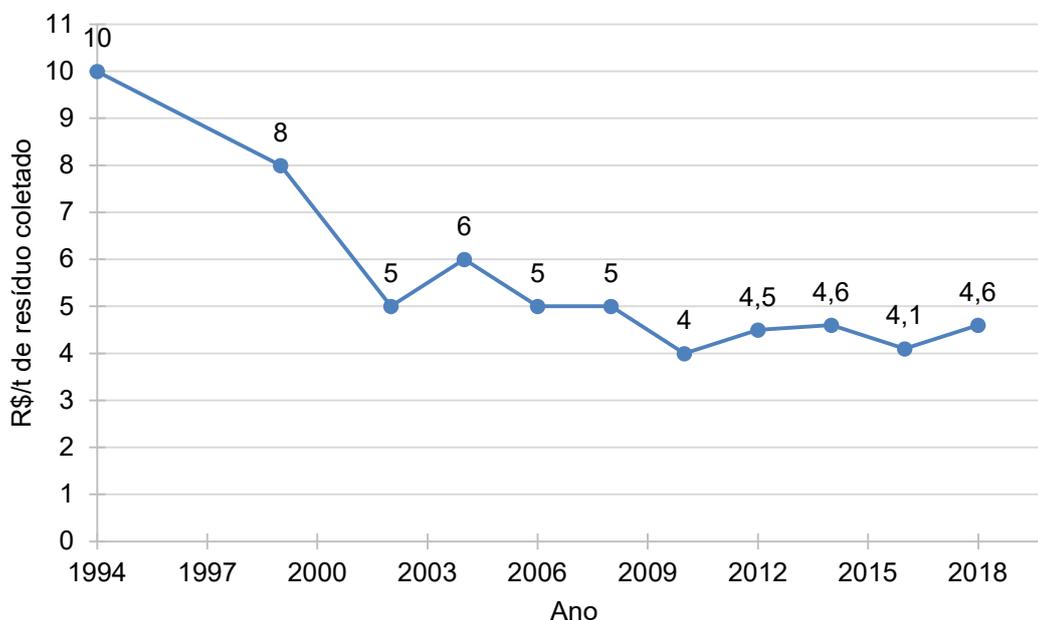
Fonte: Elaborado a partir de Snis (2017).

O custo da coleta seletiva é maior que a coleta convencional (domiciliar) para os municípios brasileiros em todas as faixas populacionais analisadas. Porém, a curva não apresenta um padrão uniforme, sugerindo que existem outros fatores que interferem no preço final praticado pelas prefeituras. O melhor e o pior caso é avaliado quando considerado o maior e o menor desvio embutido ao custo da coleta seletiva, e mesmo com essas considerações, a curva não obedece a um valor proporcional em relação à população.

De acordo com Cempre (2018), o custo médio da coleta seletiva nos municípios pesquisados no Brasil é de R\$ 442,24 por tonelada. Ao comparar com o custo médio da coleta convencional da mesma fonte de dados, percebe-se que o custo da coleta seletiva é de aproximadamente 4,6 vezes maior. Apesar deste dado chamar bastante

atenção, existe uma tendência de redução desses custos, embora o valor obtido no ano de 2018 ter sido maior que o ano anterior (Figura 10).

Figura 10 - Custo da coleta seletiva em relação à coleta regular ao longo dos anos



Fonte: Adaptado de Cempre (2018).

No diagnóstico publicado por Brasil (2019) a partir dos dados declarados pelos municípios brasileiros, estimou-se que no ano de 2017 houve gasto de R\$ 121,62 por habitante para o manejo dos resíduos sólidos. Estas despesas podem comprometer o orçamento dos municípios com todos os demais serviços prestados, como educação, saúde, segurança, transporte, dentre outros.

3.3 COLETA SELETIVA

A coleta seletiva pode ser definida como a coleta dos resíduos sólidos que foram previamente separados obedecendo uma classificação ou obedecendo a sua composição, tendo como exemplo dos materiais coletados o papel, papelão, metal, vidro, plástico, dentre outros (CAMPOS, 2014). A implementação da coleta seletiva é uma diretriz estabelecida pela PNRS servindo de instrumento para a efetivação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (BRASIL, 2010).

Cabe ao titular do serviço de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos a implementação de programas de coleta seletiva para os RSU, sendo realizada no

mínimo a separação em seco e úmido, conforme o artigo 9º do Decreto nº. 7404/2010 que regulamenta a PNRS. Apesar da obrigatoriedade do gerenciamento (da coleta até a disposição final) e responsabilidade com os RSU ser da municipalidade, cabe a estes também, a escolha da forma de execução do serviço, podendo inclusive ocorrer por meio de terceirização e concessão (TENÓRIO; ESPINOSA, 2004; JACOBI; BESEN, 2011). Varella (2011) destacou os atores envolvidos na etapa de coleta deste sistema (Quadro 05).

Quadro 05 – Serviços prestados por diferentes atores na etapa de coleta dos materiais

Atores	Serviços
Prefeituras	<ul style="list-style-type: none"> • Oferecer o serviço de coleta seletiva para a população conforme metas estabelecidas nos planos municipais; • Proporcionar à população uma cidade limpa; • Conquistar créditos políticos junto à mídia e a população.
Empresas terceirizadas	<ul style="list-style-type: none"> • Atender ao contrato com a prefeitura, ao custo mínimo; • Coletar materiais dispostos pela população; • Satisfazer às necessidades da população e do poder público.
Catadores	<ul style="list-style-type: none"> • Coletar materiais recicláveis que garantam sua sobrevivência; • Triar e oferecer materiais que atendam às exigências de qualidade aos compradores.
Intermediários	<ul style="list-style-type: none"> • Coletar os materiais ao custo mínimo, atendendo às exigências dos compradores.

Fonte: Adaptado de Varella (2011).

De acordo com Bringham (2004), no Brasil, os programas de coleta seletiva possuem foco principal nos aspectos econômicos e operacionais, enquanto os fatores sociais, de divulgação de resultados e adesão não possuem a mesma ênfase. Nos países desenvolvidos, a principal motivação do setor público no que tange à reciclagem é o valor para a proteção ambiental e conservação de recursos naturais (SCHEINBERG *et al.*, 2011).

Dentre os benefícios da reciclagem podem ser destacados a geração de empregos diretos e indiretos, desenvolvimento de uma consciência ambiental, economia de matéria prima, aumento da vida útil dos aterros sanitários, mitigação de impactos ambientais, economia de energia nos processos produtivos, possibilidade de novos negócios, dentre outros (BASSANI, 2011; HOORNWEG; BHADA-TATA, 2012).

Para Fergutz, Dias e Mitlin (2011), o mercado da reciclagem depende de fatores como a quantidade e qualidade do material reciclável, a frequência da sua coleta e a sua

forma de pagamento. Para os autores, a indústria recicladora é a principal consumidora da fração seca dos resíduos, e, desta forma, acabam favorecendo fornecedores que possuem capacidade de oferecer volumes uniformes, materiais selecionados e em boa condição de uso, e capazes de fornecer o material já prensado e enfardado. Lima (2014) complementa ressaltando a importância da regularidade na oferta de materiais recicláveis, e evidencia a necessidade de um planejamento na venda desses materiais já que costumeiramente é dado um prazo de 30 a 40 dias para o pagamento dos pedidos.

Wiego (2012) aponta alguns fatores que agregam valor aos materiais recicláveis, sendo eles relacionados a forma de coleta, a lavagem, sua classificação e a revenda dos materiais. O autor destacou que para a comercialização em grandes escalas de materiais recicláveis, faz-se necessário a mecanização do serviço operacionalizada por meio de picotadeiras, prensas, enfardadores, balanças e veículos transportadores que influenciam também no aumento da eficiência do serviço.

Garcia (2016) ressaltou que o modelo de rede para as OCMR permite o aumento dos rendimentos entre os associados, melhorando a qualidade de vida e de trabalho, além de melhorar a gestão dos RSU. Dutra (2016) complementou e incentivou a organização em redes uma vez que este modelo proporciona a padronização da produção para venda conjunta, e assim conseguem atingir patamares elevados de produção e estocagem, de forma a se beneficiarem das economias de escala e aumentarem o poder de negociação frente aos intermediários.

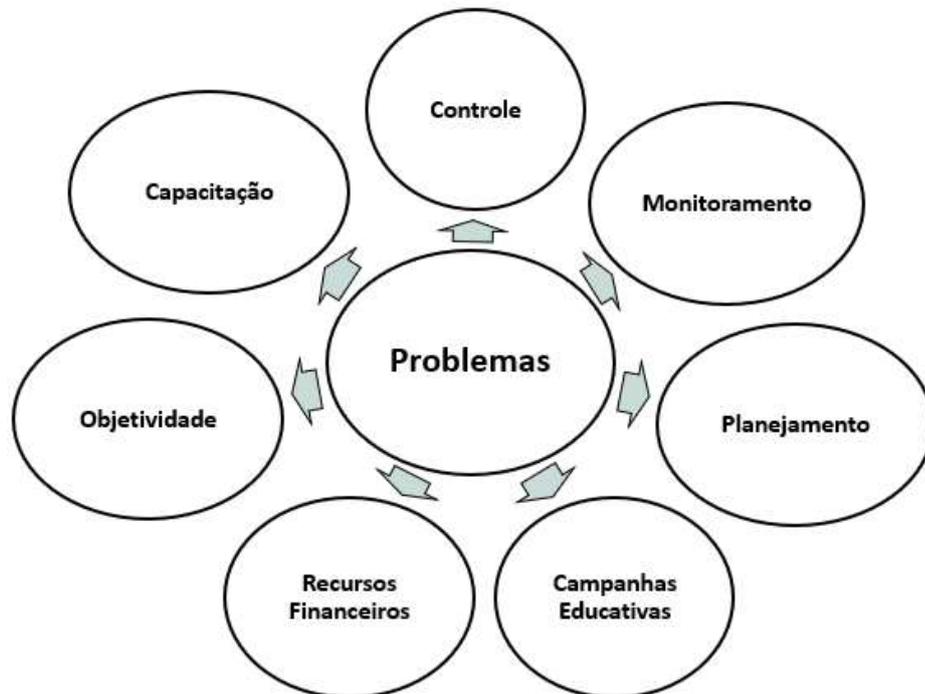
Besen e Fracalanza (2016) afirmam que muitos programas de coleta seletiva possuem problemas como falta de objetividade, controle e monitoramento e eficiência. Em função disso, muitos municípios de pequeno porte não possuem programas efetivos e dessa forma acabam tendo um baixo índice de desvio desses resíduos coletados da disposição em aterro sanitário. Os autores destacam que uma forma de corrigir esta questão seria a implementação de programas municipais de coleta seletiva que tivessem uma parceria com as OCMR. Marchi (2015) destacou que a falta de funcionários capacitados, a utilização inadequada nos recursos financeiros (que são escassos) e a utilização de equipamentos já ultrapassados e muitas das vezes danificados, são problemas encontrados quando se avalia a gestão municipal de resíduos.

Marino, Chaves e Santos Junior (2016) avaliaram alguns problemas no âmbito da coleta seletiva que causam interrupções destes programas, dos quais pode ser destacado a ausência de local adequado para realizar a triagem e a estocagem da fração seca reciclável dos resíduos, mais perceptível em cidades de pequeno porte. A falta de continuidade dos programas de coleta seletiva municipais se deve ao fato de quase não existir apoio e incentivo, tanto da iniciativa pública quanto da privada, assim como da sociedade e, devido a incapacidade destes programas conseguirem corresponder à capacidade de coleta e logística requerida (FROTA *et al.*, 2015).

Castelani (2014) destacou que na implementação da coleta seletiva dos materiais existem problemas como a inexistência de infraestrutura para a estocagem dos resíduos, dificuldades na comercialização dos materiais, armazenamento inadequado dos materiais recicláveis, falta de equipamentos devido ao volume insuficiente de materiais, capitalização das cooperativas e a dependência da estrutura operacional das prefeituras. Varella (2011) ressaltou que os sistemas de coleta seletiva são planejados muitas vezes para atender a um comportamento único da população. No entanto, o autor destaca que quando a coleta seletiva é implementada não conseguem atender às demandas locais já que os indivíduos contribuintes do sistema não são homogêneos. Ademais, destacou que quando o sistema de coleta seletiva é implementado em dias alternados com a coleta convencional, demanda que a população participante estoque os resíduos orgânicos em suas residências e isso pode dificultar a adesão da população aos programas de coleta seletiva municipal.

Varella e Lima (2011) reforçaram que na etapa inicial de implementação de programas de coleta seletiva, não é recomendável que seja exigido da população a separação dos resíduos em vários grupos e subgrupos. Bringhenti (2004) afirma que existem diversas iniciativas positivas em relação à coleta seletiva nos municípios brasileiros, apesar do quadro geral ser preocupante. A autora diz que a descontinuidade política e administrativa, a falta de capacitação técnica, as limitações financeiras, as tarifas e taxas desatualizadas e orçamentos inadequados, contribuem para o agravamento desse quadro. A Figura 11 mostra os motivos apresentados pelos autores em suas pesquisas e que contribuem para o demérito dos programas de coleta seletiva municipal.

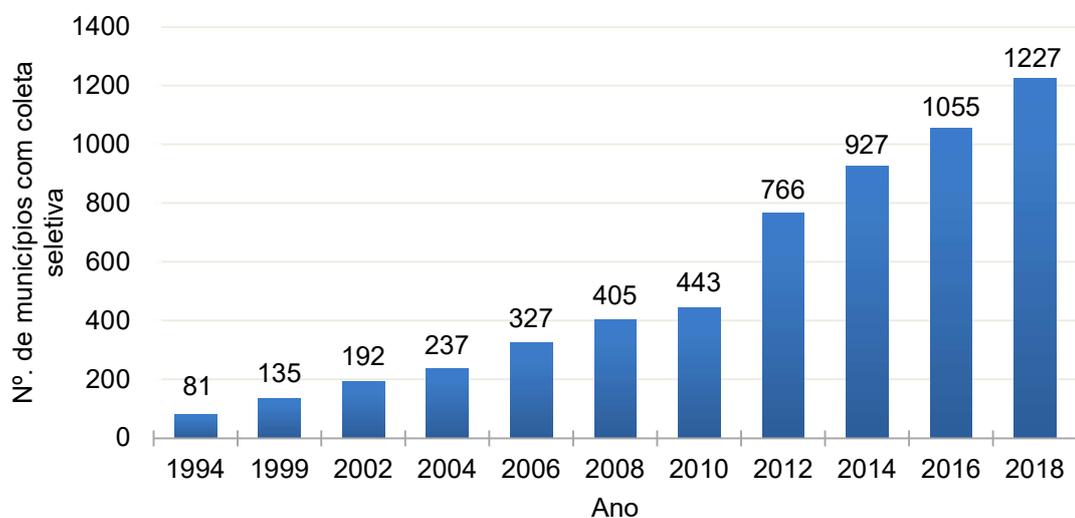
Figura 11 - Motivos de não se obter êxito nos programas municipais de coleta seletiva



Fonte: Construído a partir de Bringham (2004); Memon (2010); Marchi (2015); Besen; Francalanza (2016).

De acordo com Cempre (2018), em pesquisa realizada com 1.227 municípios brasileiros representando apenas 22% do total, os dados mostraram que o número de municípios brasileiros que estão operando algum tipo de coleta vem aumentando com o passar dos anos (Figura 12). Isso corresponde a 35 milhões de habitantes atendidos (17%) pelo serviço de coleta seletiva do Brasil ao longo dos anos.

Figura 12 - Evolução com o tempo dos municípios com coleta seletiva no Brasil



Fonte: Adaptado de Cempre (2018).

A coleta pode ser realizada em cada município por modalidades diferentes, sendo elas: porta a porta, ponto de entrega voluntária (PEV), catadores autônomos, poder público, OCMR, sucateiros e outros (CAMPOS, 2013). De acordo com a modalidade adotada, podem ser realizadas campanhas de educação para orientar a população sobre como deve ser realizada a segregação dos resíduos na fonte, separando por cada tipo de resíduos ou em grupos, como seco e úmido por exemplo (BRINGHENTI, 2004). As formas de operacionalização da coleta seletiva e suas características, encontram-se evidenciadas no Quadro 06.

Quadro 06 – Modalidade de coleta seletiva e suas características

Modalidades	Definição	Vantagens	Desvantagens
Porta-a-porta	O caminhão passa nas ruas e bairros/ setores selecionados e os coletores recolhem os resíduos separados com o caminhão em movimento.	<ul style="list-style-type: none"> • Primeiramente a fração seca reciclável é separada na fonte geradora e depois realiza a disposição nas calçadas dos contribuintes; • Não exige que o participante se desloque até um PEV, aumento a participação no programa de coleta seletiva; • Como os resíduos são coletados porta-a-porta, é fácil a identificação da participação da população no programa; • Facilita a descarga dos materiais coletados nas centrais de triagem. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requer um planejamento e uma infraestrutura maior (frota de veículos e colaboradores); • Por requerer uma maior infraestrutura, normalmente apresenta custos mais elevados quando comparadas às outras modalidades; • Começa a atrair uma maior quantidade de catadores informais nas regiões que são atendidas pela coleta seletiva, surgindo problemas de cunho social.
PEV ou LEV	São disponibilizados contêineres, ecopontos ou ecobags em pontos e/ou locais estratégicos, onde a população pode efetuar entrega voluntária ou trocas de resíduos.	<ul style="list-style-type: none"> • Representa menor custo de coleta; • Permite um menor custo com coleta e transporte dos materiais, possibilitando uma otimização das rotas e frequências; • O espaço ocupado pelo PEV pode ser utilizado com publicidade, podendo até mesmo conseguir patrocínios; • Permite a separação e o descarte dos materiais secos recicláveis por grupos/classes devido ao tipo de recipiente utilizado, o que facilita a etapa seguinte de triagem. 	<ul style="list-style-type: none"> • Demanda uma maior disponibilidade dos participantes, uma vez que deverão se deslocar até o PEV para entregar os resíduos recicláveis; • Vulnerável às ações de vandalismo; • Em alguns casos, demanda equipamentos especiais para a etapa de coleta; • Dificulta a identificação dos participantes do programa de coleta seletiva e conseqüentemente a avaliação da adesão ao mesmo.
OCMR	Catadores organizados e que possuem contrato com prefeituras para realizar coleta e triagem do material reciclável coletado no município.	<ul style="list-style-type: none"> • Promove a geração de emprego e renda aos catadores; • Diminui os custos com as etapas de coleta, transporte, triagem e disposição final de resíduos sólidos urbanos pela administração municipal; • Promove a inclusão social; • Redução de emissão de gases de efeito estufa; • Possuem maior constância na oferta de materiais para a indústria; 	<ul style="list-style-type: none"> • Os associados possuem dificuldades no gerenciamento do serviço; • Em OCMR que se encontram desestruturadas, o risco ocupacional é alto; • As OCMR que possuem baixa eficiência ficam expostas a condições exploratórias dos compradores de materiais recicláveis;

Modalidades	Definição	Vantagens	Desvantagens
		<ul style="list-style-type: none"> • Diminuem os impactos ambientais no que se refere à exploração dos recursos naturais; • Estimula a economia local; • Realizam a separação dos resíduos recicláveis dos que possuem potencial para serem reutilizados; • Maior produtividade em comparação aos autônomos; • Maior poder de negociação com o mercado; • Maior acesso a equipamentos e linha de empréstimos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessitam de um espaço maior para equipamentos que aumentem a capacidade de segregação; • Necessidade de espaço para equipamentos para segregação em maior quantidade e em melhor qualidade; • Muitas necessitam de incentivos dados pelas prefeituras.
Catadores autônomos	Catadores que não estão associados às cooperativas e que realizam a coleta de resíduos nos municípios de forma individual com recurso próprio e repassam os resíduos coletados para intermediários.	<ul style="list-style-type: none"> • Promove a geração de emprego e renda aos catadores autônomos; • Diminui os custos com as etapas de coleta, transporte, triagem e disposição final de resíduos sólidos urbanos pela administração municipal; • Promove a inclusão social; • Redução de emissão de gases de efeito estufa em relação às plantas de incineração. 	<ul style="list-style-type: none"> • Possuem um foco maior na coleta de materiais com valor agregado alto, mas em menor quantidade devido a sua capacidade; • Aumento do risco de acidentes; e • Se torna difícil a avaliação da participação da população. • Não contribui com a limpeza urbana, aumentam os riscos de saúde pública; • Danificação das embalagens e contentores de resíduos e empalhamento destes na procura por material reciclável; • Submissão à exploração por compradores/atravessadores de materiais recicláveis.
Particular	Contribuições pontuais realizadas por empresas, indústrias, comércios, escolas, shoppings ou qualquer outra instituição, realizado por meio de doações ou venda.	<ul style="list-style-type: none"> • Resíduos secos segregados na origem; • Qualidade dos resíduos secos recicláveis; • Quantidade considerável de grupos específicos de resíduos secos recicláveis; • Diminui o custo de coleta; 	<ul style="list-style-type: none"> • Começa a atrair uma maior quantidade de catadores informais; • Em alguns casos, demanda equipamentos especiais para a etapa de coleta;

Fonte: Adaptado de Bringheti (2004); Rutkowski e Rutkowski (2015); Douglas e Leifso (2015); Silva (2017); Marelo e Helwege (2018).

De acordo com Briachini, Pellegrini e Sacconi (2011), a forma como são selecionados (modalidade) e recuperados os resíduos, influencia diretamente o sistema de coleta e nos índices de recuperação deles. Para os autores, é indispensável pensar ainda da fase de planejamento a definição de quais tipos de resíduos serão segregados e qual a qualidade dessa segregação antes de ser definida a modalidade de coleta.

Cada modalidade possui características próprias e se adaptam melhor a realidades distintas. Quanto à modalidade porta a porta, Tsalis *et al.* (2018) destacaram que a implantação deste tipo de modalidade se faz mais efetiva quando a população é mais participativa e ativa, pois esta exige dos moradores que sigam regras rígidas para a separação na fonte (utilizando recipientes diferentes para cada grupo), obedecer ao cronograma municipal da coleta de resíduos e realizar o armazenamento dos seus resíduos dentro das suas residências. Bertanza, Ziliani e Menoni (2018) ressaltaram que a modalidade porta a porta é caracterizada por baixa frequência na coleta, ou seja, pouca quantidade de resíduos coletada por hora.

Para Castelani (2014) a utilização do PEV não exige que a população guarde os resíduos dentro de suas residências. Porém, segundo o autor, necessita que o contribuinte se desloque até a os locais onde estes estão instalados os contêineres. Brighenti *et al.* (2014) destacaram que esta modalidade sofre com o vandalismo, e no contexto da pesquisa, foram obtidos maiores índices em PEVs que se encontravam próximas de escolas e dentro de condomínios.

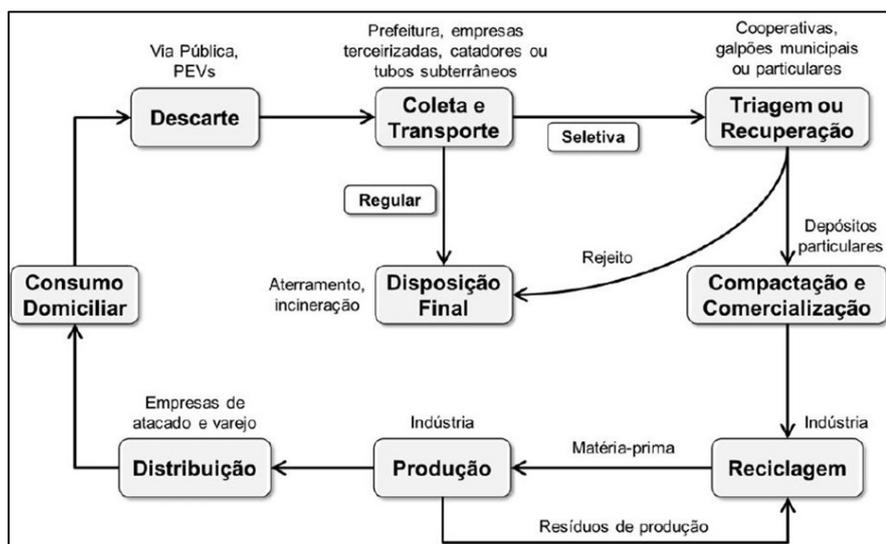
Bertanza, Ziliani e Menoni (2018) descreveram que a vantagem de se implantar a coleta por meio de PEVs é a necessidade de instalar poucas unidades de coletores, em pontos estratégicos, e permitem coletar uma boa quantidade de resíduos atendendo uma maior quantidade de pessoas por hora quando comparado à modalidade porta a porta.

Na pesquisa realizada por Oliveira et al. (2018), em Portugal, estes constataram os cinco principais fatores que mais afetam no desempenho do sistema de coleta seletiva realizado pela modalidade PEV. Identificaram que os fatores mais significantes estatisticamente são: número de habitantes atendidos por PEV, o nível de escolaridade dos contribuintes, a acessibilidade ao PEV, o grau de urbanização das cidades e a área do município.

Campos (2013) destacou que conhecer os critérios de separação e entender como estes podem ser agrupados para obter maior agregação de valor, implica em um aumento de escala na produção e venda. Ademais, o mesmo autor constatou em sua pesquisa que o entendimento desses critérios, aumenta o índice de recuperação dos materiais.

De acordo com Cempre (2018), os modelos de coleta seletiva que encontram uma maior adesão são aqueles que se utilizam da combinação entre as formas de execução. Segundo a fonte, no ano de 2018, a maior parte dos programas de coleta seletiva municipais implementaram a modalidade porta a porta representando 80%, seguida das cooperativas com 61%, e coleta por PEV representada por 45% dos municípios. A Figura 13 mostra como é operacionalizada a coleta de resíduos sólidos urbanos nos municípios.

Figura 13 - Fluxo da coleta dos RSU



Fonte: Conke e Nascimento (2018).

Na pesquisa realizada pelo Cempre (2018), em 39% dos municípios participantes, a coleta seletiva é realizada pela própria prefeitura. Cerca de 36% destas prefeituras contratam empresas particulares para executar a coleta, e metade delas subsidiam ou promovem algum tipo de apoio à OCMR como agentes da coleta seletiva municipal. O apoio dado às OCMR pode ser por meio de maquinários, ajuda nos custos com energia e água, aluguel de galpões para a triagem do material reciclável, veículos, capacitação, dentre outros (MARELLO; HELWEGE, 2018). Marello e Helwege (2018) afirmam que muitos dos programas municipais de reciclagem que utilizam OCMR,

subsidiar a infraestrutura (galpões e armazéns) ou pagam aluguéis, contas de energia e água, como forma de incentivar os catadores.

Para Merello e Helwege (2014), existe uma tendência quanto ao gerenciamento municipal de resíduos sólidos que impulsionam uma maior participação das OCMR nestes serviços. De acordo com Poletto *et al.* (2016), o setor informal da reciclagem no Brasil é representado pelos catadores de materiais recicláveis, organizados e autônomos, por pequenas empresas que recebem doações de resíduos da população em geral ou de empresas, por meio de pagamentos irrisórios. Em municípios com população entre 100 mil a 1 milhão de habitantes, às OCMR se destacam no que se refere à recuperação de materiais recicláveis. Entretanto, os melhores resultados são para municípios de pequeno porte, até 30.000 mil habitantes, onde conseguem recuperar até 24% do total de resíduos secos recicláveis (BRASIL, 2015).

Andrade e Ferreira (2011) destacaram que os programas de reciclagem que funcionam no Brasil, possuem incentivo do apoio de catadores de materiais recicláveis, e aqueles que mais se beneficiam do sistema (as empresas e indústrias) não exercem nenhum vínculo empregatício e/ou responsabilidade social para com eles.

A reciclagem se mostra como uma boa forma de desviar os resíduos que iriam para aterros sanitários, não aceitando esta forma de disposição final dos resíduos por mais que sejam adequados aos critérios ambientais e sanitários (MARELLO; HELWEGE, 2018). Tirado-Soto e Zamberlan (2013) destacaram que em cidades que não apresentam nenhuma iniciativa de coleta seletiva, a única alternativa que estes possuem para promover a reciclagem é a presença de catadores formalizados e aqueles autônomos. Os catadores de materiais recicláveis são responsáveis por segregar e classificar os resíduos secos coletados, e depois, realizam a venda destes materiais para empresas de médio porte, que os revendem para indústrias recicladoras e estas os inserem em novos ciclos e processos (EZEAH *et al.*, 2013; RUTKOWSKI; RUTKOWSKI, 2015). A economia tem um papel fundamental em estimular a reciclagem de alguns tipos de materiais, levando em consideração que as indústrias recicladoras unicamente atendem às demandas das cadeias de produção do setor produtivo (FIGUEIREDO, 2012).

3.4 EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE COLETA SELETIVA

A eficiência do programa de coleta seletiva depende de fatores econômicos, sociais e de infraestrutura dos equipamentos e espaços utilizados (PASSARINI *et al.*, 2011). Eigenheer *et al.* (2005) alertam para que seja cautelosa a avaliação da viabilidade econômica de programas de reciclagem, uma vez que nestas avaliações, os custos sociais (como o trabalho desenvolvido por catadores) nem sempre são considerados. Memon (2010) conclui que a gestão dos resíduos sólidos nos municípios brasileiros ainda não é tratada como prioridade pelos gestores.

Para obter a eficiência do sistema, é preciso analisar todas as etapas e identificar o que é possível ser feito para aumentar a sua produtividade. Neste sentido, Varella (2011) identificou que para obter maior produtividade dentre as etapas do processo de reciclagem deve-se investir em processos mecanizados de triagem e coleta. No entanto, o autor destaca que é preciso verificar a viabilidade econômica para tal investimento dentro da realidade de cada município. Parreira, Oliveira e Lima (2009) indicaram que o processo de triagem apresenta maior rendimento quando trabalham com materiais de doação de empresas do que com os materiais advindos da coleta seletiva dos RSU. Os autores destacaram que o material de doação possui menor quantidade de rejeitos e melhor homogeneidade de material.

Ichinose, Yamamoto, Yoshida (2013), destacaram que o sistema de coleta seletiva implementado pelas prefeituras e que possuem maior participação privada na etapa de coleta são mais eficientes. Ibanez-Fores *et al.* (2018) destacaram que em seu estudo, a população que apresentou maiores taxa de coleta seletivas foram aquelas que apresentaram maior rendimento mensal domiciliar e as que possuíam maior nível de escolaridade.

Campos (2013) constatou que nos galpões da OCMR estudada, localizada em Belo Horizonte, os índices de rejeito provenientes de grandes geradores eram menores (5%) do que os índices da coleta seletiva municipal de RSU (40%). Isso se deve ao fato de que as doações de empresas são caracterizadas por possuírem maiores volumes com menor variedade de materiais, que acabam influenciando positivamente na diminuição do índice de rejeito e aumento da qualidade do produto final.

Bertanza, Ziliani, Menoni (2018) corroboraram dizendo que a quantidade de materiais gerada por usuários não-domésticos (grandes geradores) é tipicamente muito maior em relação aos usuários domésticos, embora o número percentual de usuários comerciais-industriais seja limitado.

Parreira, Oliveira, Lima (2009), Varella e Lima (2011) e Campos (2013) ressaltaram que a qualidade da separação dos resíduos, garantindo mais homogeneidade do material entregue, na fonte é determinante para a eficiência da etapa de triagem, pois estão diretamente ligadas a quantidade e qualidade dos materiais encaminhados para a reciclagem contribuindo para um menor índice de rejeito. Castelani (2014) completa que a qualidade da separação na fonte é um fator tão determinante na eficiência da triagem quando ao tipo de triagem (mecanizada ou manual) que será utilizado. Varella (2011) conclui que o desempenho do processo de triagem manual é inversamente proporcional ao nível de compactação dos materiais, relacionado ao tipo de caminhão utilizado na coleta dos materiais.

Para Gutberlet (2015), os modelos de coleta seletiva e triagem que obtém melhores resultados são aqueles em que a municipalidade insere o catador de material reciclável nos programas de coleta seletiva e pagam pelo serviço prestado. Para Parreira, Oliveira e Lima (2009), aumentar a eficiência de triagem requer atuar em todos os elos da cadeia de reciclagem, uma vez que existem inter-relações em diversas etapas.

Velis *et al.* (2012) reforçam que o aumento de produtividade, eficiência e rendimentos das OCMR estão ligadas a disponibilidade de armazéns e equipamentos de processamento em condições adequadas de trabalho, caminhões, espaço físico para armazenamento de materiais, dentre outros. Damásio (2010) classificou a eficiência das OCMR baseado na produtividade média, conforme Quadro 07.

Quadro 07 - Degraus de eficiência das OCMR

Degraus de Eficiência	Produtividade Média (kg/catador/mês)
Alta eficiência	Acima de 1.800
Média eficiência	Entre 1.100 e 1.800
Baixa eficiência	Entre 550 e 1.100
Baixíssima eficiência	Abaixo de 550

Fonte: Adaptada de Damásio (2010).

De acordo com Damásio (2010), para se obter altos degraus de eficiência a OCMR deve estar formalmente organizada, deve obter maquinário próprio (como prensas, balanças, carrinhos) e possuírem galpões com capacidade de ampliar suas estruturas físicas e de equipamentos, viabilizando uma instalação de unidades industriais de reciclagem.

Ainda segundo Marelló e Helwege (2018), a maior vantagem de manter os catadores de materiais recicláveis associados em cooperativas e associações está no aumento da produtividade uma vez que estes passam a ter acesso à equipamentos, locais adequados para o armazenamento dos materiais, e dessa forma, aumentam o seu poder de negociação com o mercado. Ezeah *et al.* (2013) enfatizam que os catadores organizados que passam por algum tipo de capacitação, tendem a obter rendimentos maiores do que os que não o são. Gutberlet (2015) diz que a melhoria do desempenho é o objetivo primordial de uma rede de OCMR, na busca por eficácia econômica e melhoria no processo de reciclagem, garantido o desenvolvimento econômico de forma segura e sustentável aos cooperados. Damásio (2010) conclui que a falta de gestão financeira pode impossibilitar a estabilidade das OCMR no mercado, mesmo que estas possuam alta produtividade e eficiência.

Tirado-Soto e Zamberlan (2013) e Garcia (2016) enfatizaram que a configuração de OCMR em redes pode ser muito benéfica uma vez que aumentam a eficiência do serviço. As redes têm ocorrido em cidades que não possuem programas de coleta seletiva oficiais, impulsionadas pelos próprios catadores.

Embora existam fatores que contribuem para o aumento de eficiência, também existem aqueles que não favorecem. Varella e Lima (2001) ressaltaram que a baixa qualidade dos materiais que chegam para a reciclagem, gera uma maior quantidade de rejeitos e diminui a produtividade do processo de triagem, diminuindo também a taxa de recuperação destes na cadeia. O principal gargalo de produção é o aumento de produtividade da etapa de triagem, e é por meio dela que se agrega valor aos materiais (PARREIRA; OLIVEIRA; LIMA, 2009; CAMPOS, 2013). Castelani (2014) corrobora dizendo que quanto maior for o índice de rejeito, menos produtivo se torna o trabalho.

Varella e Lima (2011) apontaram fatores que contribuem para a elevação da quantidade de rejeitos estando ligados ao sistema de coleta informal, o tipo de

transporte, a forma de pagamento pelo serviço de coleta, vínculos sociais entre catadores e moradores, cronograma da coleta seletiva e convencional, critérios de separação e localização dos pontos de coleta. Parreira (2010) destacou que as empresas terceirizadas, visando diminuir o seu custo, operacionalizam o serviço de forma que impacta negativamente a produtividade da triagem como é o caso da utilização de caminhões compactadores na coleta seletiva. Ademais, o material que possui origem domiciliar apresenta maior quantidade de rejeito do que os grandes geradores.

Campos (2013) destacou que as diferenças existentes na qualidade dos materiais acabam interferindo e resultando em diferentes preços no mercado, de acordo com cada material. Fuzzi e Leal (2018) ressaltaram que a comercialização em rede pode ter uma grande vantagem, pois viabilizam a negociação diretamente com as indústrias e empresas do ramo de reciclagem. Castelani (2014) complementa dizendo que a qualidade, quantidade e nível de detalhamento da triagem dos resíduos são em grande parte responsáveis pelo seu preço de venda. Parreira (2010) evidenciou que a forma de armazenamento dos materiais também influencia no preço de venda.

4. METODOLOGIA

4.1 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A pesquisa se enquadra na linha desenvolvida pelo Laboratório de Gestão do Saneamento Ambiental (Lagesa) coordenado pelo professor Dr. Renato Ribeiro Siman, que trata do Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Além disso, essa faz parte do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Desenvolvimento Sustentável (PPGES) do Mestrado Profissional do Centro Tecnológico de Engenharia da Universidade Federal do Espírito Santo. O Quadro 08 evidencia o fluxo metodológico desenvolvido nesta pesquisa visando atingir o objetivo geral, as etapas são explicadas nos tópicos que seguem.

Quadro 08 - Fluxo metodológico para o desenvolvimento da pesquisa proposta

Objetivo Geral	Objetivos Específicos	Metodologias e Ferramentas
Analisar a influência das modalidades de coleta seletiva nos municípios do Espírito Santo no que tange à composição gravimétrica e o custo do serviço, avaliando também o efeito das modalidades na composição dos resíduos secos recicláveis coletados, de forma a servir de ferramenta de apoio à decisão na implementação do sistema de coleta seletiva municipal.	<p>1. Avaliar as coberturas, as modalidades e o custo da coleta seletiva nos municípios do Espírito Santo</p> <p>2. Avaliar a composição gravimétrica e a eficiência de coleta dos resíduos secos nos municípios do Espírito Santo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa Documental; • Compilação e tratamento dos dados; • Estatística descritiva.

Fonte: Autoria própria.

- Foram realizadas entrevistas aos gestores/representantes das OCMR em funcionamento e de 60 (sessenta) prefeituras, por meio de e-mail e ligações telefônicas entre os meses de março e abril do ano de 2019.
- Por meio das ligações e e-mails, foram coletadas as seguintes informações: modalidade de CS adotada por cada município, rotas de CS, frequência do serviço por dia e por semana, bairros atendidos por CS, média de caminhões que chegavam nas OCMR e identificados pela modalidade de coleta.
- Foram consideradas sete possibilidades de modalidades de CS executados pela municipalidade sendo elas: PEV; porta a porta; particular; PEV + porta a

porta; PEV + particular; porta a porta + particular; e PEV + porta a porta + particular.

- A ocorrência de mais de uma modalidade na execução do serviço de coleta seletiva pelo município foi classificada como “MISTO”.

O desenvolvimento da presente pesquisa foi possível em razão do Programa de Extensão nº. 942 – Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos: da Coleta à Valorização, da Pró-reitora de Extensão da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, o qual proporcionou a elaboração do Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Espírito Santo – PERS-ES.

4.1.1 Área de Estudo

A delimitação geográfica adotada foi o estado do Espírito Santo, dividido em 06 (seis) regiões para facilitar a análise dos dados, a saber: Norte, Doce Leste, Doce Oeste, Metropolitana, Sul e Serrana. Esta regionalização foi proposta pela Agência de Desenvolvimento das Micro e Pequenas Empresas e do Empreendedorismo (ADERES) na ocasião do projeto intitulado “Fortalecimento dos Catadores de Materiais Recicláveis do Estado do Espírito Santo”, fruto do convênio nº. 782753/2013 com o Instituto Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), que teve como contratada o Instituto para Desenvolvimento do Empreendedorismo do Estado do Espírito Santo (Instituto Sindimicro-ES).

Em 2015 foi celebrado o Termo de Cooperação Técnica nº 10/2017 entre a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e o Instituto Sindimicro-ES tendo como objetivo o intercâmbio de informações e conhecimento, a cooperação mútua didático-científico e cultural, além do estabelecimento de mecanismos para a sua realização, no âmbito das atividades desenvolvidas pelo Instituto Sindimicro-ES. Os dados de composição gravimétrica a serem utilizados nesta pesquisa foram coletados por meio de pesquisa de campo realizada pelo Instituto Sindimicro-ES e fornecidos ao Lagesa/Ufes em cumprimento ao Termo de Cooperação citado. Durante a execução do projeto no ano de 2017, existiam 77 (setenta e sete) OCMR no Estado, conforme descrito na Tabela 07.

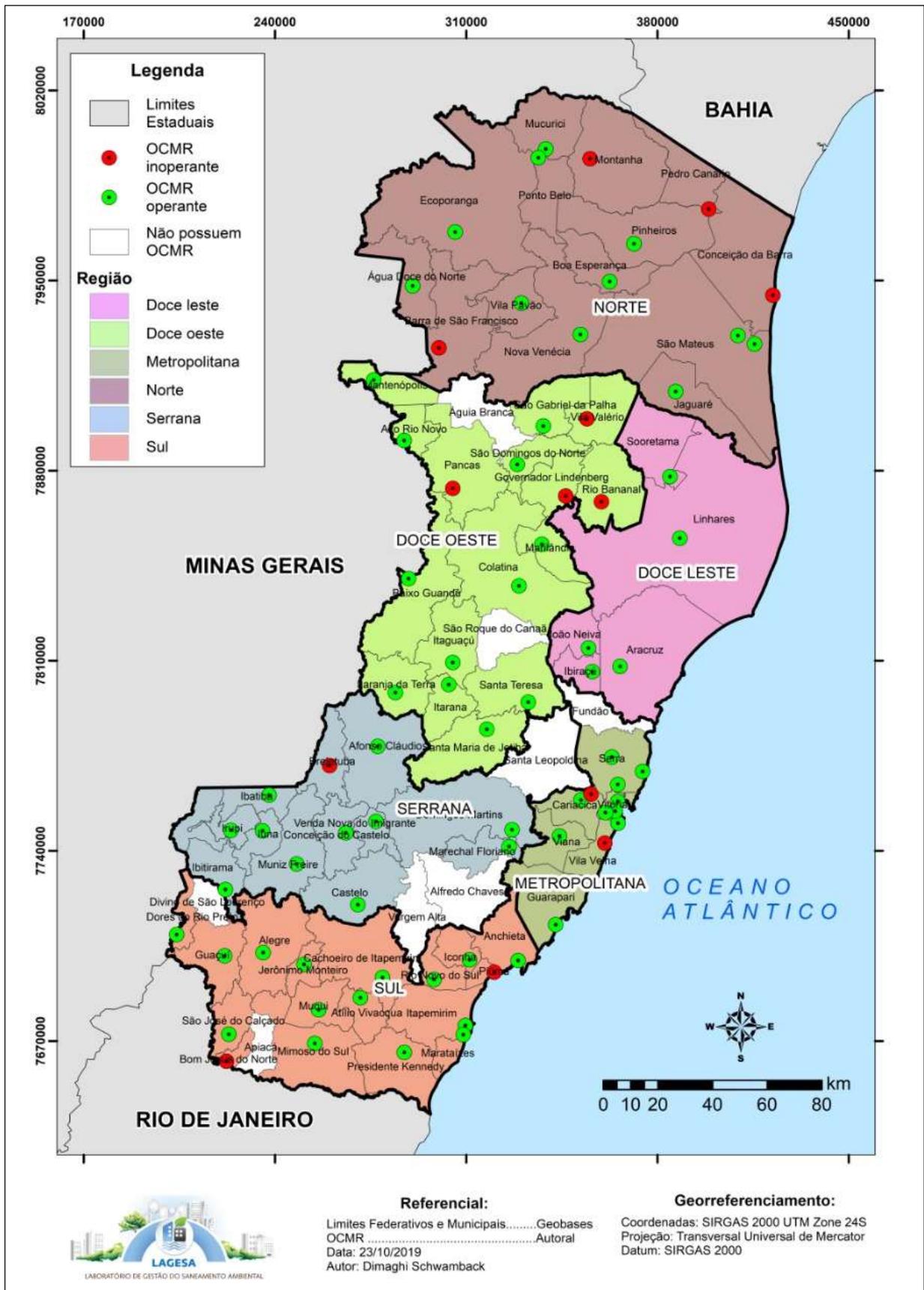
Tabela 07 - Situação das OCMR no ES no ano de 2017 por região

Região do ES	OCMR operantes	OCMR inoperantes	Municípios sem OCMR
Norte	11	4	0
Doce Leste	5	0	0
Doce Oeste	12	4	2
Metropolitana	10	2	1
Sul	15	2	2
Serrana	12	0	3
Total	65	12	8

Fonte: Autoria própria.

Somente os municípios de Águia Branca, São Roque do Canaã, Fundão, Santa Leopoldina, Alfredo Chaves, Vagem Alta, Divino de São Lourenço e Apiacá não possuíam OCMR à época. A Figura 14 ilustra a distribuição das OCMR e a situação em que se encontravam no ano de 2017, ocasião em que foram coletados os dados trabalhados nesta pesquisa.

Figura 14 - Distribuição das OCMR no Estado e a situação em que se encontravam



Fonte: Adaptado de Aderes (2017).

4.1.2 Identificação da Modalidade de Coleta seletiva

Para a identificação das modalidades de coleta seletiva executadas nos municípios pesquisados no ano de 2017 foram realizadas entrevistas aos gestores das OCMR em funcionamento (através de ligações telefônicas) e de 60 (sessenta) prefeituras (através de envio de e-mails) entre os meses de março e abril do ano de 2019.

Além das informações quanto à modalidade adotada por cada município, também foram registradas as rotas de coleta seletiva, a frequência do serviço por dia e por semana, delimitados os bairros que possuem cobertura de coleta seletiva por modalidade, a média de caminhões que chegavam nas OCMR e identificados pela modalidade de coleta. Todas as informações foram compiladas em planilha *Excel* e foram utilizadas no cálculo do indicador de quantidade de resíduos que chegam às OCMR semanalmente, adotado como referência na pesquisa. Foram realizadas as projeções para a geração de resíduos por semana, mês e ano.

Nesta etapa foi possível identificar que 5 (cinco) OCMR que se encontravam ativas no período de execução da pesquisa recebiam, à época da pesquisa, resíduos provenientes da coleta convencional do município. Os municípios que se enquadravam nesta situação foram excluídos da pesquisa uma vez que estamos tratando apenas dos resíduos provenientes de coleta seletiva, sendo estes: Laranja da Terra, Ecoporanga, Mucurici, Ponto Belo e Ibatiba. Portanto, a pesquisa foi realizada com base nos dados de 55 OCMR que se encontravam ativas e que não recebiam os resíduos secos recicláveis misturados aos provenientes da coleta convencional.

Foram consideradas sete possibilidades de modalidade de execução da coleta seletiva municipal, a saber: PEV; porta a porta; particular; PEV + porta a porta; PEV + particular; porta a porta + particular; e PEV + porta a porta + particular. Para alguns dados da pesquisa, a ocorrência de mais de uma modalidade na execução do serviço de coleta seletiva pelo município foi classificada como "MISTO".

4.1.3 Identificação da Cobertura da Coleta seletiva

A realização do cálculo do índice de cobertura de coleta seletiva por município do Estado, exigia que fossem associados os dados de população em cada rua atendida pela coleta seletiva.

Dessa forma, foram utilizados dados de número de economias ativas por rua e bairro, fornecidos pelas concessionárias de energia que atuam no Estado. As informações do número de economias ativas em cada logradouro do Estado, no ano de 2017, foram solicitadas por meio de ofícios e e-mails, conforme Quadro 09.

Quadro 09 - Solicitações às concessionárias de energia

Empresa	Solicitação	Retorno	Municípios atendidos no ES
EDP Espírito Santo Distribuição de Energia S/A	1ª 24/09/2018 – Ofício nº. 321/2018 protocolado; 2ª 18/04/2019 – Ligação.	04/02/2019 – E-mail 12/06/2019 - E-mail	71
Empresa Luz e Força Santa Maria S/A	1ª 24/09/2018 – Ofício nº. 322/2018 protocolado; 2ª 07/06/2019 – Ligação.	1ª 04/10/2018 – E-mail 2ª 08/07/2019 – E-mail	11

Fonte: Autoria própria.

Utilizou-se a média de habitantes por domicílio ativo para cada município do Estado do Espírito Santo, de acordo com a Tabela 156 que detalha os “domicílios particulares ocupados, moradores em domicílios particulares ocupados e média de moradores em domicílios particulares ocupados”, com base no Censo 2010, divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2019a). A partir dessas informações, foi possível estimar a cobertura de coleta seletiva por habitante em todo o Estado do Espírito Santo. Além disso, foram realizadas análises do indicador de cobertura por faixa populacional. Para o cálculo desse indicador, foram utilizadas as classes de tamanho de população dos municípios do Estado do Espírito Santo indicadas pelo IBGE (IBGE, 2019b). As faixas utilizadas foram as seguintes:

- Faixa 1: até 5000;
- Faixa 2: de 5001 até 10000;
- Faixa 3: de 10001 até 20000;
- Faixa 4: de 20 001 até 50 000;
- Faixa 5: de 50 001 até 100 000;

- Faixa 6: de 100 001 até 500 000;
- Faixa 7: mais que 500000.

4.1.4 Identificação dos Custos dos Serviços de Coleta seletiva

Para o levantamento dos custos referentes ao serviço de coletas municipais de resíduos sólidos (seletiva e convencional), primeiro foram selecionados os 39 municípios que declaravam possuir contrato de coleta seletiva no ano de 2017, a saber: Água Doce do Norte, Alegre, Alto Rio Novo, Anchieta, Aracruz, Brejetuba, Colatina, Conceição de Castelo, Domingos Martins, Dolores do Rio Preto, Ecoporanga, Guaçuí, Guarapari, Ibiracú, Ibitirama, Iconha, Irupi, Itaguaçu, Itarana, Luna, Jerônimo Monteiro, Laranja da Terra, Mantenópolis, Marataízes, Marilândia, Mimoso do Sul, Montanha, Mucurici, Pinheiros, Ponto Belo, Presidente Kennedy, Santa Maria de Jetibá, Santa Teresa, São Domingos do Norte, São Gabriel da Palha, Serra, Viana, Vila Pavão, Vila Velha.

Foi utilizada a fonte Snis (2017) para obter informações quanto ao gerenciamento dos resíduos sólidos municipais. Cabe destacar que a pesquisa nacional realizada anualmente pelo Snis se utiliza de indicadores, e em seu caderno metodológico podem ser consultadas as fórmulas que foram utilizadas, sendo esta realizada por meio de formulários online preenchidos pelas prefeituras. No entanto, a partir do ano de 2018, esse caderno sofreu algumas modificações e foram retirados alguns indicadores que expressavam o custo unitário dos serviços realizados pelas prefeituras. Dessa forma, entendendo que esses indicadores seriam importantes nesta etapa do trabalho, optou-se por utilizar os dados da referida pesquisa para o ano de 2017, que é o ano de referência dos dados de composição gravimétrica.

Também foram realizadas consultas ao *site* GeoObras-ES (<https://geoobras.tce.es.gov.br/cidadao/>) por meio das quais foram compiladas informações de prestação de contas das prefeituras dos municípios no banco de dados presentes nos contratos e boletins de medição disponíveis no GeoObras-ES. Foram focadas as medições dos contratos de limpeza urbana, com foco na execução do serviço de coleta convencional e seletiva, triagem de resíduos secos recicláveis e disposição final de resíduos sólidos classe I, classe IIA e classe IIB, referentes ao ano de 2017 para poder comparar com os dados do Snis. Para os municípios que não

foram encontrados boletins de medição para este ano, foram coletados boletins desses serviços para outros anos.

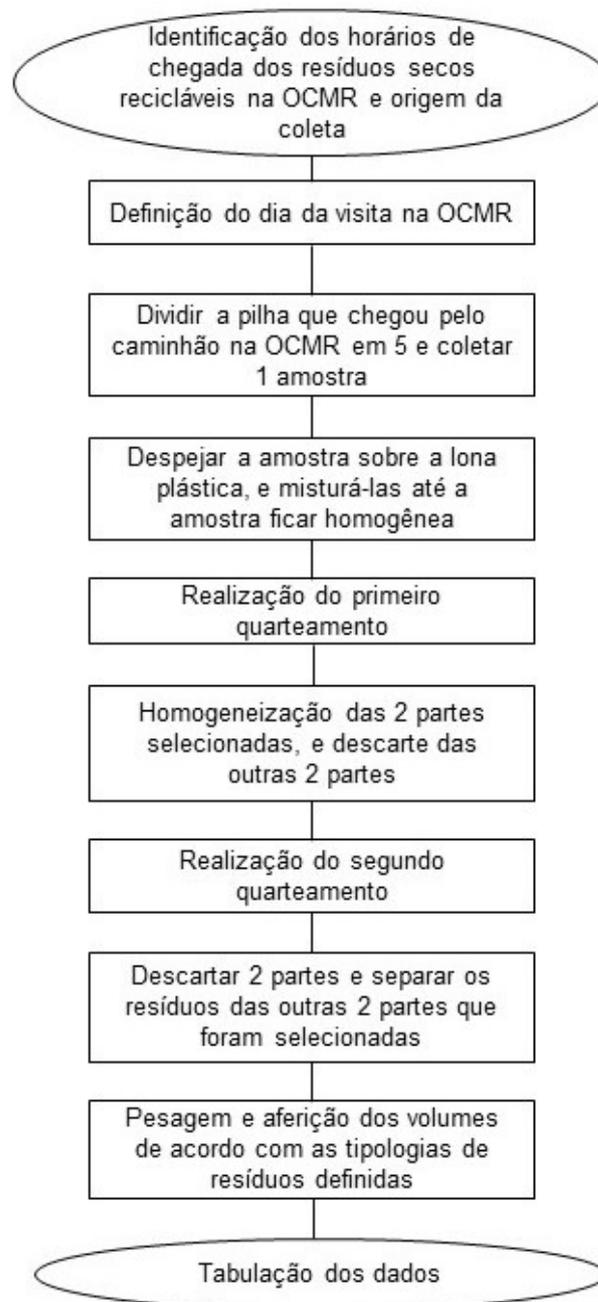
Os valores dos boletins de medição que não se referiam ao ano de 2017 foram corrigidos para o mesmo ano com base no Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) que é o índice oficial do Governo Federal para medição das metas inflacionárias, utilizando-se o sistema de correção de valores do Banco Central do Brasil (BCB) disponível em seu *site*, a saber: <https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAOPublico/exibirFormCorrecaoValores.do?method=exibirFormCorrecaoValores>.

Os dados foram planilhados utilizando o software excel. A partir dessa consulta, foram verificados os custos das etapas de gerenciamento de resíduos (coleta, transporte, transbordo, disposição final) para as diversas modalidades de coleta seletiva observando o ente que realiza o serviço (público, privado e por OCMR).

4.1.5 Caracterização dos resíduos secos recicláveis coletados no Espírito Santo

Como informado anteriormente, foram utilizados os dados de composição gravimétrica auferidos durante a execução do projeto “Fortalecimento dos Catadores de Materiais Recicláveis do Estado do Espírito Santo” realizado pelo Instituto Sindimicro-ES em parceria com o Lagesa (ADERES, 2017). Originalmente foram realizadas por no mínimo 03 (três) campanhas de determinação de composições gravimétricas diferentes em cada umas as 65 (sessenta e cinco) OCMR ativas no Estado. A equipe do projeto era composta por 09 analistas ambientais, com formações desde curso técnico à bacharéis em engenharia e biologia. A Figura 15 mostra o fluxo da metodologia de execução da composição gravimétrica realizada no projeto, a fim de que seja melhor entendida.

Figura 15 - Metodologia utilizada para determinação da composição gravimétrica



Fonte: Aderes (2017).

Nesta etapa do projeto, tomou-se como base a NBR 10.007/2004 e os procedimentos propostos pela Companhia de Saneamento Ambiental (CETESB) para a determinação da composição gravimétrica. Quando não foi possível caracterizar todo o conteúdo do material descarregado pelo caminhão, a amostra inicial a ser quarteada era proporcional à 20% daquela contida no caminhão, utilizando como unidade volumétrica os bags utilizados para armazenar e transportar os resíduos durante a coleta. Foram utilizadas balanças e baldes para aferir o peso (kg) e o volume (L) para

cada subgrupo de materiais que eram segregados do quarteamento da pilha de resíduos secos que chegavam nas OCMR.

As determinações das composições gravimétricas foram realizadas *in loco* por uma equipe de técnicos habilitados em períodos e/ou dias distintos, o intuito era que fossem abrangidas variadas modalidades de coleta seletiva e diferentes rotas, com diferentes origens. As amostragens em campo foram realizadas durante os meses de maio e junho do ano de 2017.

A partir da realização das campanhas em campo, foram geradas as planilhas com informações contendo o peso, o volume e a porcentagem em peso do total para cada plano de amostragem (origem dos resíduos). Os resíduos secos recicláveis amostrados foram segregados em 6 grupos (papel e tetrapak, plástico, metal, vidro, rejeitos e outros) e esses divididos em subgrupos, conforme apresentado no Quadro 10 que ilustra a ferramenta de coleta de dado em campo.

Quadro 10 - Forma de apresentação dos dados coletados para a composição gravimétrica

	Tipologia	MÉDIA		
		Peso (kg)	Volume (L)	%p/p
Papeis e Tetrapak	JORNAL			
	PAPEL BRANCO			
	PAPEL COLORIDO			
	PAPEL MISTO			
	PAPELÃO			
	REVISTAS			
	CAIXA OVO			
	TETRAPAK			
Plásticos	FILME BRANCO (CRISTAL)			
	FILME COLORIDO			
	FILME PRETO			
	PEAD BRANCO			
	PEAD COLORIDO			
	PEAD CRISTAL			
	PEAD OLEO			
	PET AZUL			
	PET COLORIDO			
	PET CRISTAL			
	PET OLEO			
	PET VERDE			
	PP BRANCO			
	PP COLORIDO			
	PP MANTEIGA			
	PP MINERAL			
	COPO DESCARTÁVEL			
	Metal	SUCATA COBRE		
SUCATA DE ALUMINIO				
SUCATA FERROSA				
ALUMINIO (LATINHA)				
Vidros	VIDROS			

Tipologia		MÉDIA		
		Peso (kg)	Volume (L)	%p/p
Rejeitos	REJEITOS			
Outros	DIVERSOS			
	ISOPOR			
Total				

Fonte: Aderes (2017).

Com a estratégia empregada foram registradas 165 (cento e sessenta e cinco) campanhas de determinação de composições gravimétricas nas 55 (sessenta e cinco) OCMR que se encontravam ativas no ano de 2017, organizadas por modalidade de coleta seletiva e por municípios do Espírito Santo que foram utilizadas nesta pesquisa.

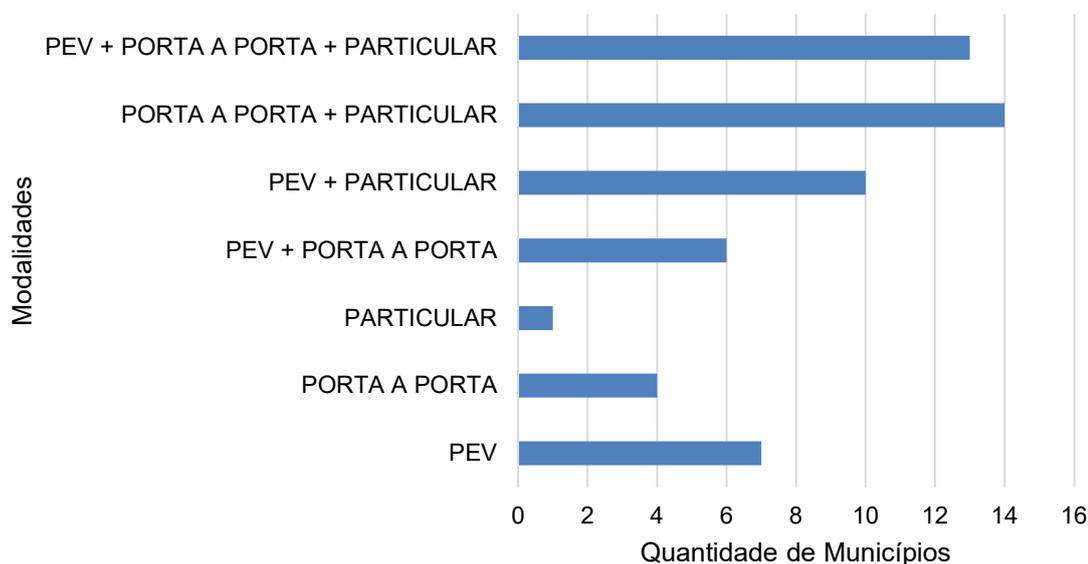
Importante destacar que os municípios de Vitória, Vila Velha, Cariacica, Serra e São Mateus possuem mais de uma OCMR. Para este trabalho, foram consideradas todas as composições gravimétricas realizadas nas OCMR, mesmo quando o município possuía mais uma, agregando na soma dos pesos de resíduos secos coletados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 AVALIAÇÃO DAS FORMAS DE EXECUÇÃO, COBERTURAS E CUSTO DA COLETA SELETIVA NO ESPÍRITO SANTO

A avaliação das coberturas de coleta seletiva realizadas por cada um dos 55 (70,5% do total) municípios capixabas no Espírito Santo participantes da pesquisa será descrita neste tópico, que representaram, juntos, 55% do total da população do Espírito Santo em 2017. A pesquisa constatou que no ano de 2017 a maior parte dos municípios do Estado do Espírito Santo realizaram a coleta seletiva utilizando-se da modalidade porta a porta + particular (Figura 16). O Espírito Santo segue a tendência nacional, de acordo com Cempre (2018), a modalidade “porta a porta” foi a que obteve a maior adesão pelos municípios brasileiros, representando 80% dos municípios que participaram da pesquisa, considerando também aqueles que declararam mais de uma modalidade para a execução do serviço para o ano de 2018.

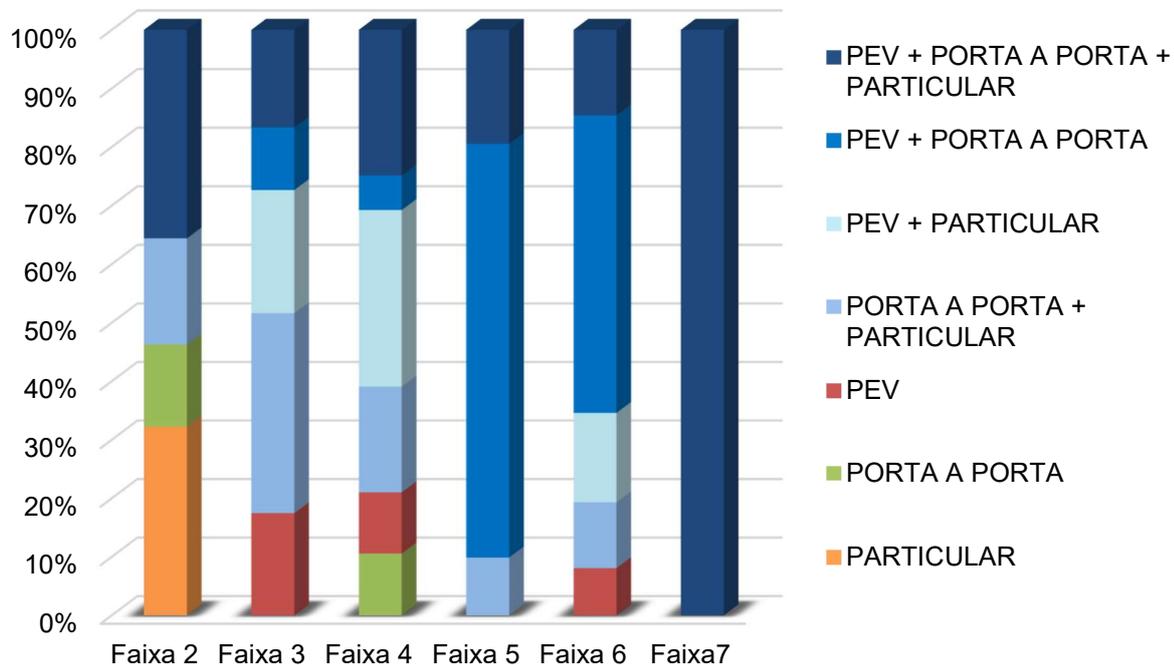
Figura 16 – Modalidades de Coleta seletiva executadas pelos municípios capixabas no ano de 2017



Fonte: Autoria própria.

As modalidades de coleta seletiva também podem ser analisadas em relação à população atendida. A Figura 17 mostra em termos percentuais qual a representação das modalidades, agrupadas por faixa populacional, a partir dos dados de população atendida nos municípios que as compõe.

Figura 17 - Representatividade das modalidades de coleta seletiva em relação à população atendida, para cada faixa populacional



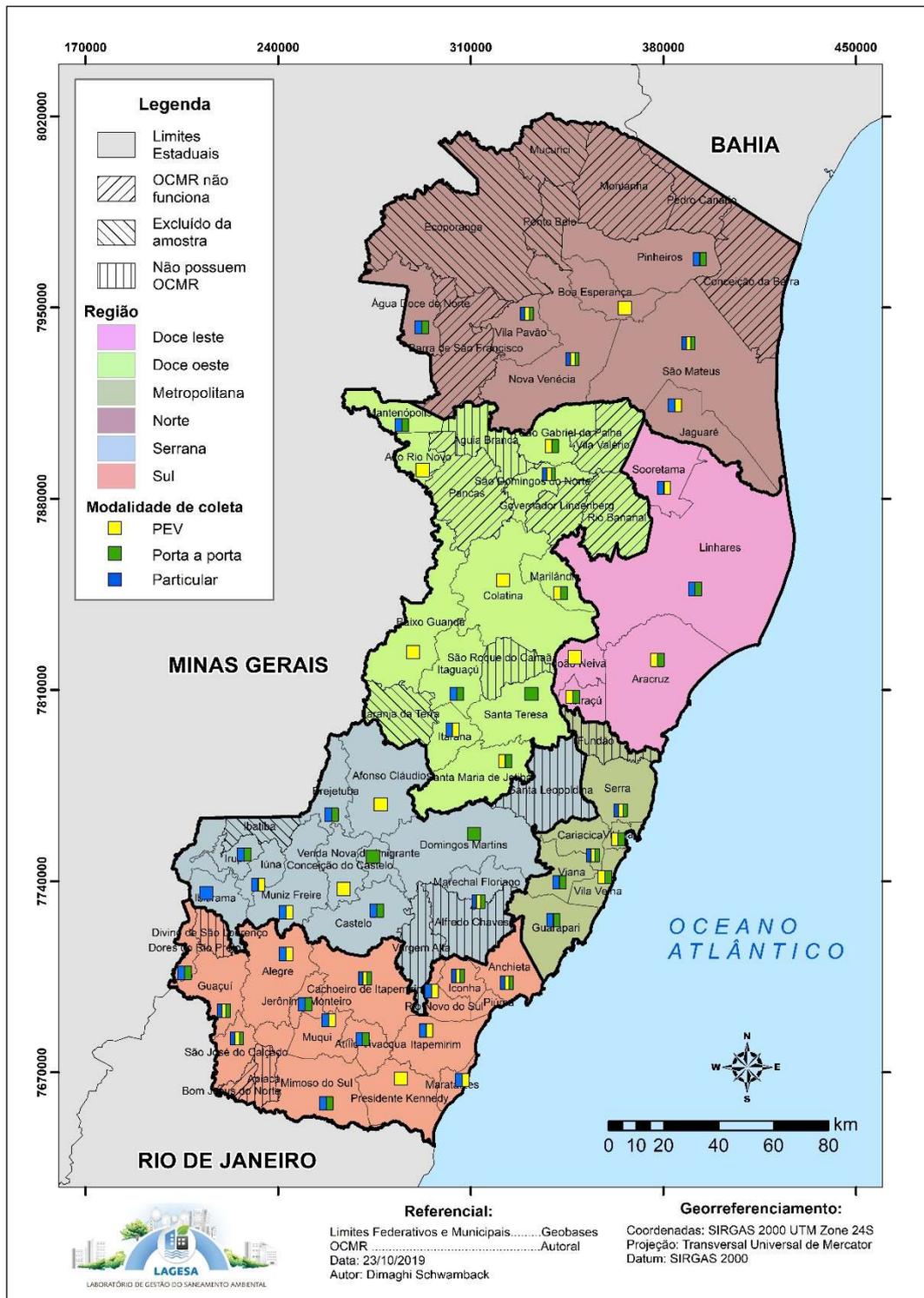
Faixa 1: até 5000 hab.; Faixa 2: de 5001 até 10000 hab.; Faixa 3: de 10001 até 20000 hab.; Faixa 4: de 20 001 até 50 000 hab.; Faixa 5: de 50 001 até 100 000 hab.; Faixa 6: de 100 001 até 500 000 hab.; Faixa 7: mais que 500000 hab.

Fonte: Autoria própria.

Como pode ser visto na Figura 17, existe também uma predominância nos municípios capixabas pela execução da coleta seletiva utilizando-se mais de um tipo de modalidade, observado em todas as faixas populacionais. Analisando o comportamento do gráfico foi possível concluir que as modalidades porta a porta + particular e PEV são observadas como única modalidade de coleta seletiva nos municípios com menores faixas populacionais. A modalidade PEV apareceu como alternativa não associada às demais na faixa 6, em menor representatividade que as modalidades mistas, mas pode estar associada ao fato de essa modalidade possuir menor custo operacional em municípios com densidade populacional, confirmada pela pesquisa de Bringham *et al.* (2004). Cempre (2018) afirmou que os programas de coleta seletiva que se utilizam de combinação de modalidades, possuem maior adesão pela população.

A Figura 18 mostra quais os tipos e os arranjos de modalidades de coleta seletiva que são praticados por cada município participante da pesquisa.

Figura 18 - Modalidade de coleta seletiva praticada pelos municípios capixabas no ano de 2017

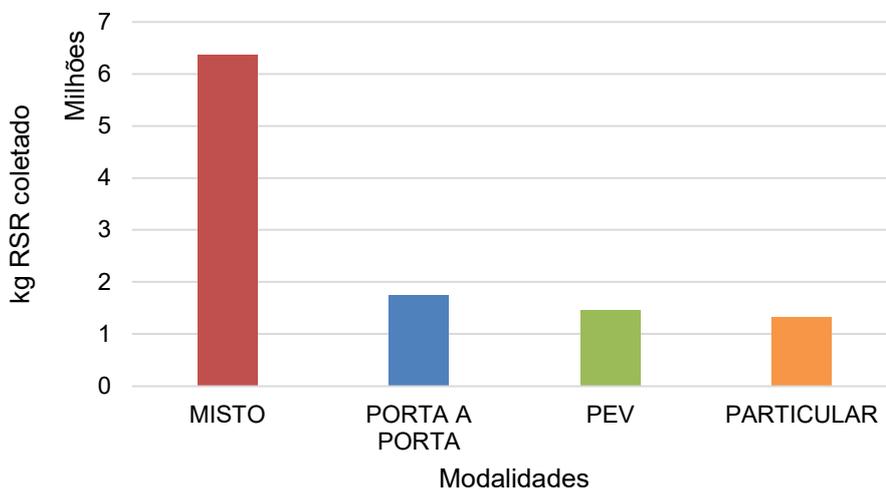


Fonte: Autoria própria.

Além de identificar quais foram os tipos de modalidades adotadas pelos municípios capixabas em 2017, também pôde ser verificado quais destas modalidades apresentaram maior representatividade no que se refere a kg de resíduos secos

coletados e que chegaram às OCMR. A Figura 19 mostra como se deu essa coleta de resíduos secos no Espírito Santo em 2017.

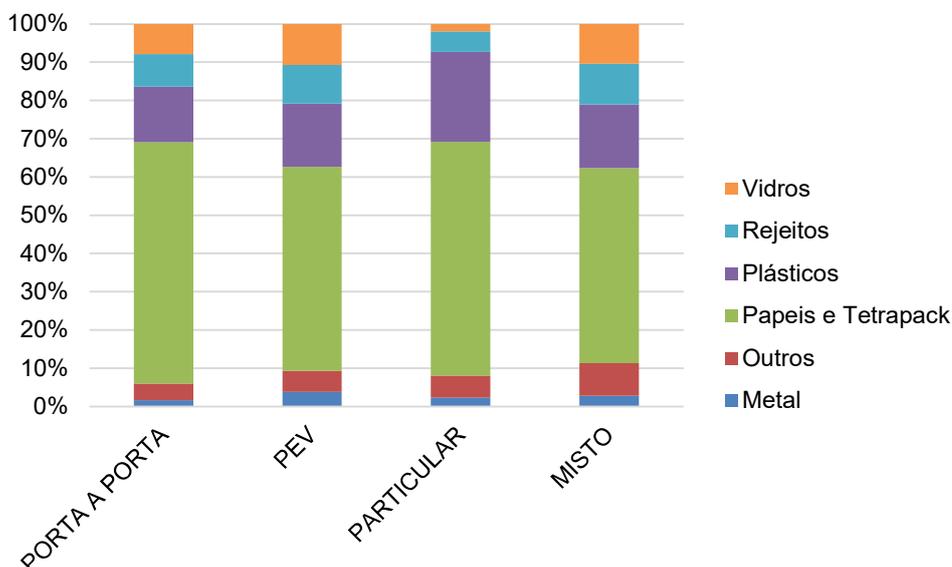
Figura 19 - Panorama da coleta de resíduos secos recicláveis (RSR) por modalidade em 2017 no Espírito Santo



Fonte: Autoria própria.

Como pode ser visto na Figura 19, a modalidade misto apresentou a maior representatividade em kg de resíduos secos coletados (58,5%, 6379,9 t/ano), seguido pela porta a porta (16,0%, 1743,1 t/ano), PEV (13,4%, 1459,3 t/ano) e por último particular (12,1%, 1325,3 t/ano). As contribuições das modalidades em porcentagem de resíduo seco coletado por grupo de resíduos, segue apresentada na Figura 20.

Figura 20 - Quantidade de resíduos secos coletados por grupos e distribuídos por região do Espírito Santo



Fonte: Autoria própria.

No que tange à representatividade dos grupos de resíduos por modalidade, observou-se que para os grupos papel e tetrapak e plásticos, os quais são esperados em maior quantidade, pode-se destacar em contribuição as modalidades porta a porta e particular respectivamente. Dessa forma, pode-se concluir que estas modalidades são as que mais contribuem em peso com estes grupos de resíduos, indicando que existe maior homogeneidade nestas modalidades quando comparadas com as demais.

Outra análise realizada pela pesquisa foi o comportamento das amostras de resíduos em relação a sua origem, evidenciada pela modalidade de coleta. Foi realizada a segregação das composições gravimétricas por modalidade. Para esta análise foram excluídas as amostras em que existiam a combinação de modalidades de fontes particular com PEV e porta a porta, ou seja, a modalidade “misto”.

Após segregados os dados quanto à origem das modalidades (particular/domiciliar), foram calculadas as médias e o desvio padrão de cada grupo de resíduos. Além disso, foi calculado um coeficiente de equivalência entre as médias para cada grupo de resíduos segundo a sua origem (particular/domiciliar), conforme Tabela 08.

Tabela 08 - Médias e desvios dos grupos de resíduos separados pela origem da modalidade

Grupos	Média (kg resíduos seco/ano)		Desvio Padrão (kg resíduos seco/ano)		Coef. De Equivalência
	Domiciliar	Particular	Domiciliar	Particular	
Papeis e Tetrapak	4642,79	3750,29	15950,69	11744,16	0,81
Plásticos	631,50	678,64	1796,28	2519,38	1,07
Rejeitos	7206,85	2620,85	13107,35	4338,96	0,36
Vidros	8888,53	963,12	19711,82	2372,35	0,11
Outros	3649,35	1687,43	19436,27	6255,06	0,46
Metal	503,75	286,94	1827,23	1363,80	0,57

Obs.: Foram consideradas fonte particular, todas as contribuições de resíduos secos que foram coletados pela modalidade “particular”. Foram considerados como fonte domiciliar, todas as contribuições referentes às modalidades “PEV” e “porta a porta”, assim como o arranjo entre elas.

Fonte: Autoria própria.

Os resultados mostraram que o grupo de rejeitos apresentou maior valor médio em kg para a fonte domiciliar do que para a particular. A partir desse resultado mostrado na Tabela 08, pode-se inferir que a fonte particular é composta por resíduos com maior qualidade e menor contaminação quando comparada com as modalidades domiciliares. Além disso, esse mesmo grupo de resíduos apresentou menor desvio padrão para a fonte particular em detrimento da modalidade domiciliar, dessa forma,

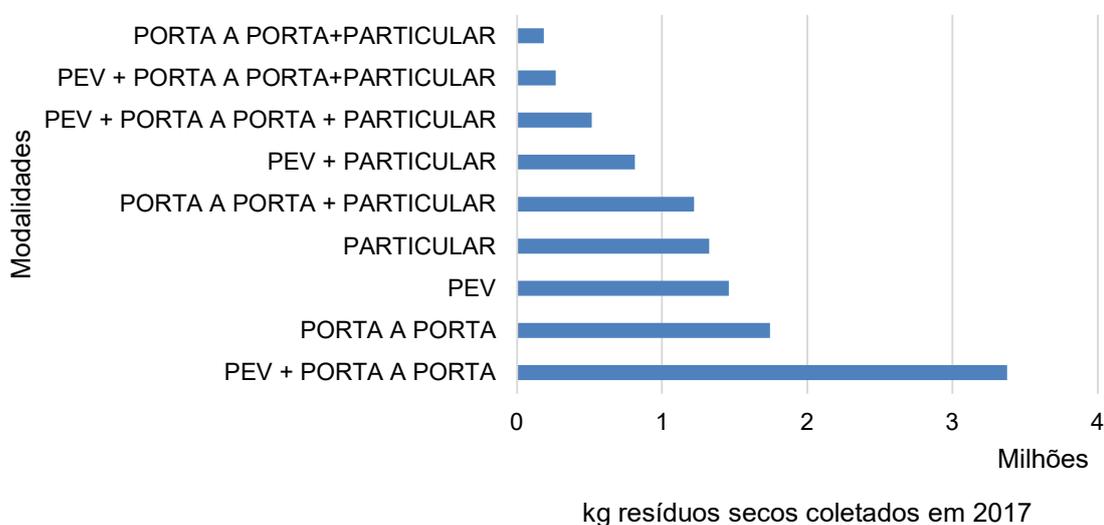
observa-se que a composição dos rejeitos são mais homogêneas para a fonte particular. Bertanza, Ziliani e Menoni (2018) concordaram com esse resultado e afirmaram que as fontes particulares, usuários não-domésticos contribuíram com maiores quantidades de resíduos. Campos (2013) e Parreira (2010) completaram afirmando que os resíduos provenientes de fontes particulares (como comércio, indústrias) são caracterizados por serem mais homogêneos e apresentarem menores índices de rejeitos.

Observou-se também que a fonte particular registrou maiores quantidades de resíduos para os grupos papel e tetrapak e plástico. Esses grupos também registraram os maiores coeficientes de equivalência entre a fonte particular comparada com a domiciliar, mostrando que a fonte particular foi responsável pela maior contribuição desses grupos de resíduos. Cabe destacar, que na composição gravimétrica dos resíduos secos coletados no ES em 2017, estes mesmos grupos foram os que apresentaram maiores porcentagens de contribuição (71% quando somados) dos resíduos totais. No entanto, quando observados os valores de desvio padrão para estes grupos, observou-se que a fonte particular registrou maior desvio que a domiciliar, isso pode estar ligado ao porte dos comércio e indústrias que contribuem de forma diferente em cada região do Estado.

Nos demais grupos de resíduos estudados (metal, vidro e outros) os valores médios em kg para a fonte domiciliar foram maiores do que os de origem particular. Entretanto, no que se refere ao desvio padrão, todos estes grupos apresentaram valores maiores para a origem domiciliar, mostrando que de uma forma geral, esses grupos de resíduos são menos homogêneos quando a origem é domiciliar do que quando é particular.

A modalidade classificada como misto, pode ser ainda melhor entendida a partir da Figura 21. Ao abrir o descritivo das modalidades, pode-se perceber que mesmo o município optando por realizar a coleta seletiva por mais de uma modalidade, existem diferenças significativas em relação à quantidade de resíduos secos coletados.

Figura 21 - Quantidade de resíduos secos coletados para todos os arranjos de modalidade executados no ano de 2017

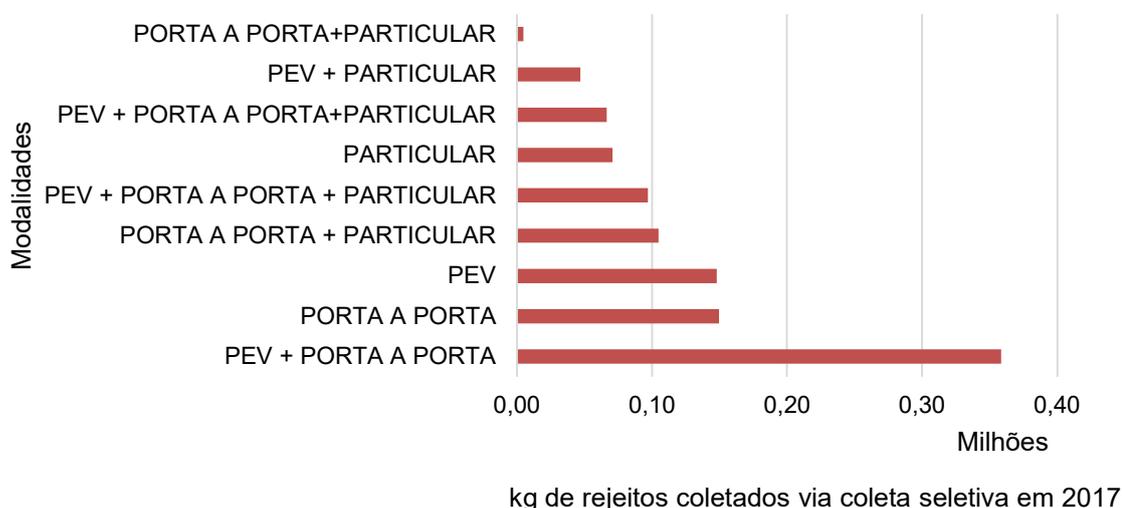


Fonte: Autoria própria.

Como visto na Figura 21, a combinação das modalidades “PEV + porta a porta” foi responsável pela maior contribuição (31%) em kg de resíduos secos recicláveis coletados em 2017. A menor participação foi para o arranjo “porta a porta + particular”, representando apenas 2% do total de resíduos secos coletados.

Outra análise que pode ser feita quando se observa os possíveis os arranjos de modalidade de coleta seletiva, é a quantidade de rejeitos provenientes destes. A Figura 22 mostra a quantidade de rejeitos que foi coletada juntamente dos resíduos secos recicláveis, via coleta seletiva, no ano de 2017.

Figura 22 - Contribuição em kg de rejeitos por arranjo de modalidade de coleta seletiva no ano de 2017



Fonte: Autoria própria.

Analisando a Figura 22, percebe-se que a modalidade “PEV + porta a porta” foi a que mais contribuiu com a geração de rejeitos com 34% do total, seguida da “porta a porta” e “PEV” com 14% cada. Quando analisadas as modalidades separadamente, ou seja, sem que elas estejam arranjadas entre si, constata-se que a modalidade “particular” foi a que menos contribuiu em quantidade de rejeitos. Campos (2013) constatou em sua pesquisa que os índices de rejeitos provenientes dos resíduos de grandes geradores são consideravelmente menores do que os de RSU.

Parreira, Oliveira e Lima (2009), Varella e Lima (2011) e Campos (2013) afirmaram que a qualidade da separação na fonte garante maiores eficiências na etapa de triagem e diminuem o índice de rejeito. Parreira, oliveira e Lima (2009) destacaram em sua pesquisa que o material de coleta seletiva que possui origem domiciliar apresenta maior quantidade de rejeito do que aqueles provenientes de grandes geradores (comércio, indústria, escolas, shoppings, dentre outros). De acordo com Varella e Lima (2011), a municipalidade deve conhecer e analisar o seu índice de rejeito, porque a partir dele, podem ser apontados caminhos de melhorias para o sistema como um todo.

Também foi avaliada a cobertura de coleta seletiva no Estado, a partir das localidades identificadas nas rotas de coleta seletiva informada pelos municípios (Anexo I), do número de residências por bairro (cadastro de residências fornecido pelas concessionárias de energia que atuam no ES) e do número médio de pessoas por residências (número médio de habitantes por município para o ano de 2017 conforme dados do IBGE, 2010). A Tabela 09 mostra a cobertura do serviço de coleta seletiva municipal em cada um dos 55 municípios estudados. No geral, a cobertura de coleta seletiva no Espírito Santo, para o ano de 2017, foi de 1.971.890 habitantes (somando a população atendida) correspondendo a 55% da população do Estado.

Tabela 09 - Cobertura do serviço de coleta seletiva, de acordo com a população atendida, para os municípios capixabas estudados

Região	Municípios	População IBGE 2017	População Atendida	% População Atendida
Doce-Leste	ARACRUZ	98393	88345	90%
	IBIRAÇU	12581	9545	76%
	JOÃO NEIVA	17168	8045	47%
	LINHARES	169048	167103	99%
	SOORETAMA	29038	9891	34%
	ALTO RIO NOVO	8022	4077	51%

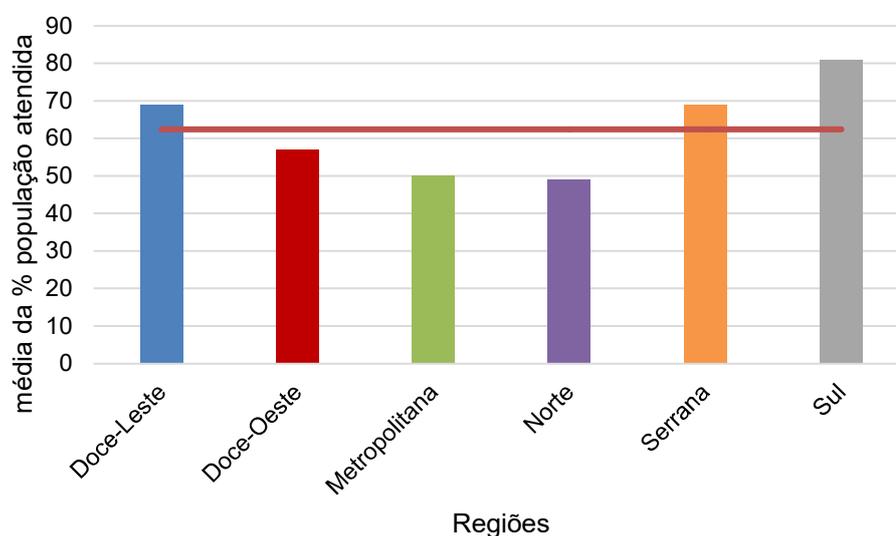
Região	Municípios	População IBGE 2017	População Atendida	% População Atendida
Doce-Oeste	BAIXO GUANDU	31794	13602	43%
	COLATINA	124525	88410	71%
	ITAGUAÇU	14815	11605	78%
	ITARANA	11231	2484	22%
	MANTENÓPOLIS	15419	14503	94%
	MARILÂNDIA	12602	12602	100%
	SANTA MARIA DE JETIBÁ	39928	20159	50%
	SANTA TERESA	24025	3698	15%
	SÃO DOMINGOS DO NORTE	8818	2942	33%
	SÃO GABRIEL DA PALHA	37375	25316	68%
Metropolitana	CARIACICA	387368	74974	19%
	GUARAPARI	123166	123166	100%
	SERRA	502618	174638	35%
	VIANA	76776	12368	16%
	VILA VELHA	486388	296270	61%
	VITÓRIA	363140	260115	72%
Norte	ÁGUA DOCE DO NORTE	11893	9143	77%
	BOA ESPERANÇA	15460	6728	44%
	JAGUARÉ	29642	1771	6%
	NOVA VENÉCIA	50991	24342	48%
	PINHEIROS	27130	14189	52%
	SÃO MATEUS	128449	51669	40%
	VILA PAVÃO	9459	7401	78%
Serrana	AFONSO CLÁUDIO	32361	22129	68%
	BREJETUBA	12838	3431	27%
	CASTELO	38304	20853	54%
	CONCEIÇÃO DO CASTELO	12944	9675	75%
	DOMINGOS MARTINS	34757	17835	51%
	IBITIRAMA	9373	9373	100%
	IRUPI	13380	9257	69%
	IÚNA	29896	20796	70%
	MARECHAL FLORIANO	16545	13500	82%
	MUNIZ FREIRE	18745	18745	100%
	VENDA NOVA DO IMIGRANTE	24575	14509	59%
Sul	ALEGRE	32146	25971	81%
	ANCHIETA	28546	28546	100%
	ATÍLIO VIVÁCCUA	11804	11804	100%
	CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM	211649	33035	16%
	DORES DO RIO PRETO	6949	5267	76%
	GUAÇUI	31201	30932	99%
	ICONHA	14016	11331	81%

Região	Municípios	População IBGE 2017	População Atendida	% População Atendida
	ITAPEMIRIM	34628	34628	100%
	JERÔNIMO MONTEIRO	12036	11076	92%
	MARATAÍZES	38670	11568	30%
	MIMOSO DO SUL	27388	24807	91%
	MUQUI	15806	11814	75%
	PRESIDENTE KENNEDY	11742	11742	100%
	RIO NOVO DO SUL	12095	10483	87%
	SÃO JOSÉ DO CALÇADO	11036	9681	88%
	Total Geral	3610692	1971890	62,5%

Fonte: Autoria própria.

A cobertura da coleta seletiva para os municípios e regiões do ES, de acordo com os dados de população atendida em 2017, apresentou comportamentos díspares, sendo que a média de cobertura da Região Sul (81%) foi a maior, seguida pelas Regiões Serrana e Doce-Leste com iguais participações (69%) na cobertura (Figura 23). A média da porcentagem de cobertura da população do Estado foi de 62,5% para o mesmo ano.

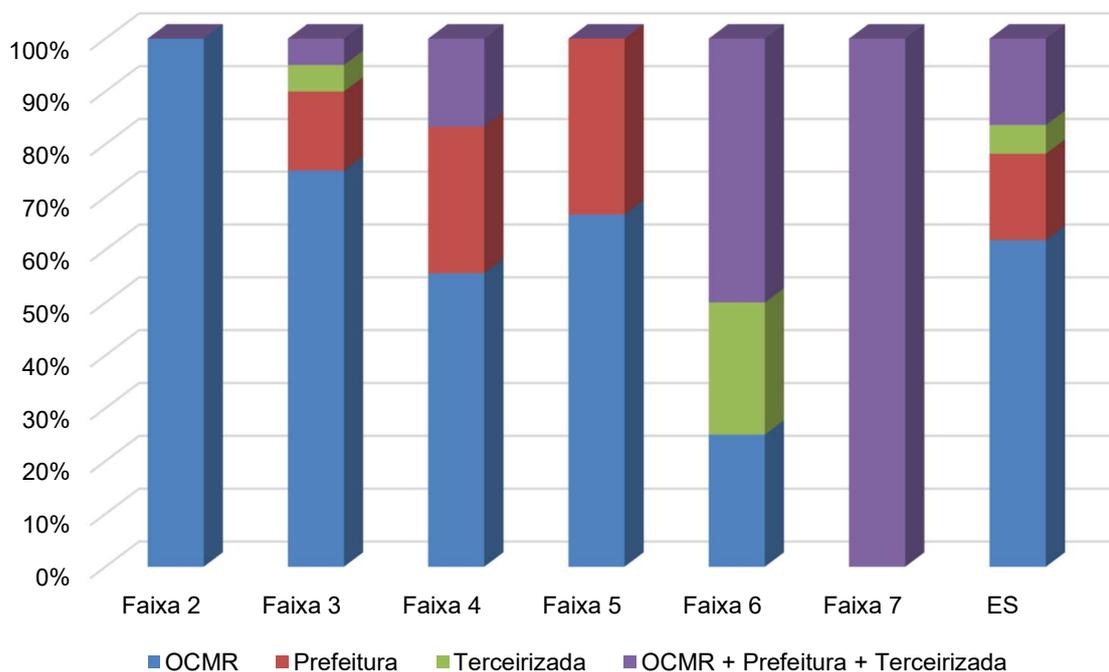
Figura 23 - Média das porcentagens de cobertura da população atendida pelo serviço de coleta seletiva, por região do ES



Fonte: Autoria própria.

No que tange ao gerenciamento do serviço de coleta seletiva municipal a pesquisa mostrou, para o Espírito Santo, que as OCMR registraram a maior participação (61,8%) na execução da coleta seletiva (Figura 24).

Figura 24 - Responsável pela execução do serviço de coleta seletiva no ES



Faixa 1: até 5000 hab.; Faixa 2: de 5001 até 10000 hab.; Faixa 3: de 10001 até 20000 hab.; Faixa 4: de 20 001 até 50 000 hab.; Faixa 5: de 50 001 até 100 000 hab.; Faixa 6: de 100 001 até 500 000 hab.; Faixa 7: mais que 500000 hab.

Fonte: Autoria própria.

Além disso, foi possível perceber que existe uma predominância na execução do serviço por OCMR nos municípios do ES com menores faixas populacionais, diminuindo com o aumento destas. Marchi (2015) e Memon (2010) destacaram que muitos dos problemas encontrados no gerenciamento dos resíduos a nível municipal, principalmente os de pequeno e médio porte, se devem a falta de funcionários capacitados, a utilização inadequada dos recursos financeiros, utilização de equipamentos ultrapassados ou danificados.

Os dados do Espírito Santo se contrapõem à realidade do país em 2017, no qual as empresas terceirizadas representaram 46,7% na execução do serviço de coleta seletiva municipal, e em segundo lugar as OCMR com (35,9%) (BRASIL, 2019). No entanto, embora esta seja a realidade apresentada pelos municípios capixabas, de acordo com Andrade e Ferreira (2011) a participação da iniciativa privada na execução desse serviço, que de maneira geral, vem aumentando.

A participação expressiva das OCMR na execução da coleta seletiva no Espírito Santo está ligada às pressões realizadas pelo MPES com a realização dos TACs em 2013,

a ação da SEDURB juntamente com a AMUNES que exigiram dos municípios a elaboração dos PMGIRS e o apoio dado às OCMR por meio da ADERES nos anos de 2016 e 2017. Este fato diferencia o ES dos demais estados do país.

Para Ichinose, Yamamoto e Yoshida (2013) os programas de coleta seletiva que possuem maior participação privada na etapa de coleta são os mais eficientes em termos de volume de coleta de resíduos domiciliares. Bohm *et al.* (2010) corroboram e observaram que os programas municipais de reciclagem que contratam empresas privadas de coleta ao invés de utilizarem funcionários públicos e que utilizam sistema de coleta por tipo de material em pontos específicos ao invés de coleta mecanizada nas calçadas, apresentam custos menores.

Na pesquisa, foram identificados quais municípios possuíam contratos para realização de qualquer dos serviços referentes às etapas de gerenciamento de resíduos sólidos (coleta, transporte, destinação, disposição final, dentre outros). Das respostas obtidas, 89% declaram possuir contratos, 9% não possuíam e 2% não responderam. Dos 55 municípios avaliados, 35 disseram possuir contratos diretos com OCMR, referentes ao serviço de coleta seletiva municipal (coleta, triagem, destinação, venda, educação ambiental).

Em consulta ao banco de dados do GeoObras-ES, que é um software desenvolvido para gerenciar as informações das obras executadas em todos os órgãos públicos, foi constatado que muitos municípios que declararam possuir contrato para as etapas de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos não declaram suas despesas e contratos no banco de dados do governo estadual, apesar de possuírem esse dever com relação a transparência das contas públicas. Da mesma forma, poucos municípios preenchem todos os campos do formulário do Snis, existindo muitos campos em branco. Por este motivo, algumas etapas do gerenciamento obtiveram poucos resultados encontrados.

Durante a busca dos contratos junto ao GeoObras-ES foram identificados vários fatores que podem contribuir com a baixa quantidade de informações encontradas nas pesquisas nacionais como a diversidade de escopos nos contratos de limpeza urbana, que muitas vezes se referem à várias etapas do gerenciamento com um único preço fechado; a falta de padronização da unidade de medição do valor em que cada etapa é cobrada (valor unitário); erro de definição das etapas do gerenciamento dos resíduos; falta de conhecimento técnico das pessoas que preenchem os formulários;

dentre outros. Esses pontos dificultam a comparação dos preços praticados pelos municípios e o entendimento da forma de execução do serviço nos municípios capixabas.

A Tabela 10 mostra o valor médio pago por tonelada pelos municípios capixabas nas etapas de gerenciamento (transporte, coleta, transbordo, destinação e disposição final) de resíduos classe II de acordo com os dados encontrados na fonte GeoObras-ES, com os valores corrigidos para o ano de 2017.

Tabela 10 – Preço médio pago por tonelada por etapa do gerenciamento de resíduos sólidos classe II no ES – GeoObras-ES

Variável	Valores médios (R\$/t) gastos nas etapas do Gerenciamento (2017)			
	Transporte	Coleta	Transbordo	Destinação e Disposição
Preço Médio (R\$/t)	99,56	879,67	2283,01	147,89
N	14	5	4	11
Desvio Padrão	94,38	1311,12	3321,11	103,34
Erro Padrão	25,22	586,35	1660,55	31,16

Fonte: Autoria própria.

Com relação aos valores médios apresentados na Tabela 10 observa-se que para todas as etapas de gerenciamento o valor do desvio padrão foi discrepante. As planilhas disponibilizadas pelo governo não apresentam padrão para medição desses serviços, sendo assim, foi difícil identificar o preço unitário para cada tipo de serviço, separadamente, o que pode ter provocado distorção dos preços efetivamente pagos por estes serviços e pelo número de amostras ser pequeno principalmente para os serviços transbordo e coleta.

Já a Tabela 11 evidencia os valores referentes às etapas de gerenciamento dos RSU declarados pelos municípios capixabas no Snis (2017). Dentre as etapas declaradas, a triagem dos resíduos secos apresentou o maior valor médio de R\$ 325,11 por tonelada, seguido da etapa de coleta de RDO que apresentou o valor médio de R\$ 200,11 por tonelada.

Tabela 11 - Preço médio pago por tonelada pelas etapas do gerenciamento de resíduos sólidos classe II no ES em 2017- Snis

Variável	Coleta RDO	Triagem	Disposição Final
Preço Médio (R\$/t)	200,11	352,71	88,92
N	12	3	15
Desvio Padrão	83,03	58,03	17,94
Erro Padrão	23,97	33,50	4,63

Fonte: Autoria própria.

Na revisão bibliográfica realizada, não foi encontrado um consenso entre os autores da área de gerenciamento de resíduos sólidos sobre qual etapa contribui para aumento do valor pago pelo serviço de coleta seletiva e suas etapas. Aguiar e Philippi Jr (2000) e Bohm *et al.* (2010) creditam a maior parcela desse serviço ligado à etapa de triagem dos resíduos secos. Já os autores Bertanza, Ziliane e Menoni (2018) destacaram a relevância dos custos com a etapa de coleta desses resíduos. Bringhenti (2004) e Bertanza e Ziliani (2018) destacaram a etapa de transporte aquela que mais onera o valor do serviço de coleta seletiva.

Aguiar e Philippi Jr (2000) apontaram uma faixa de valores pagos para as etapas de coleta e transporte, sendo de US\$ 50 a 260 (aproximadamente R\$ 200 a R\$1.040,00 reais utilizando o valor de 1 dólar igual a R\$ 4,00) por tonelada de resíduo, e para a etapa de triagem a faixa de valor paga vai de US\$ 25 a 125 (aproximadamente R\$ 100,00 a R\$500,00 reais utilizando a mesma conversão anterior) por tonelada de resíduos triados. Os valores para a diversas etapas do gerenciamento apontados por Aguiar e Philippi Jr (2000), são relativamente menores daqueles encontrados nesta pesquisa para o ano de 2017.

Também foi realizada análise dos preços médios por etapa de gerenciamento dos dados retirados do GeoObras-ES, associando-os às faixas populacionais dos municípios que os declaram (Tabela 12).

Tabela 12 – Preço médio pago por tonelada pelas etapas do gerenciamento de resíduos sólidos classe II associados às faixas populacionais no ES – GeoObras-ES

Faixa populacional	Preço médio das etapas do gerenciamento de resíduos classe II (R\$/t)			
	Transporte	Coleta	Transbordo	Destinação e Disposição
1	-	-	-	-
2	151,84	-	-	130,99
3	126,26	2122,53	68,53	178,18*
4	34,41	-	-	158,85*
5	128,34*	85,42	-	-
6	48,57	-	3021,17*	16,69
7	-	165,44	-	-
Valor médio (R\$)	97,88	791,13	1544,85	121,18

Faixa 1: até 5000 hab.; Faixa 2: de 5001 até 10000 hab.; Faixa 3: de 10001 até 20000 hab.; Faixa 4: de 20 001 até 50 000 hab.; Faixa 5: de 50 001 até 100 000 hab.; Faixa 6: de 100 001 até 500 000 hab.; Faixa 7: mais que 500000 hab.

Fonte: Autoria própria.

Os valores mostraram que existe uma tendência de os preços médios por tonelada diminuírem com o aumento das faixas populacionais, apesar de alguns valores (marcados com asteriscos na tabela) não acompanharem esta tendência. Wagner e Broaddus (2016) identificaram que os custos diretos e indiretos com o sistema de coleta seletiva são significativamente maiores em cidades de pequeno porte. Bohm *et al.* (2010) concluíram ainda que a densidade populacional das regiões onde são implementados os sistemas de coleta seletiva afetam os custos de reciclagem dos materiais e que os custos totais marginais e médios diminuem à medida que aumentam a quantidade de resíduos coletados.

A partir dos dados divulgados por Snis (2017), foi possível observar o valor pago pelos municípios capixabas pelo serviço de coleta seletiva e coleta convencional. A Tabela 13 mostra que o valor médio encontrado para o ES na execução destes serviços.

Tabela 13 – Valor médio pago pela coleta seletiva e pela coleta convencional por t de resíduos – Snis 2017

Serviço	Coleta Seletiva por OCMR	Coleta Seletiva por empresa terceirizada	Coleta Convencional
R\$/t	491,74	885,94	200,11
N	11	5	12
Desvio Padrão	350,128	125,01	83,03
Erro Padrão	105,57	55,91	23,96

Fonte: Autoria própria.

Analisando os valores apresentados na Tabela 13, foi identificado que o valor pago pelo serviço de coleta seletiva foi maior que para o serviço de coleta convencional, sendo 2,5 vezes maior quando executada pelas OCMR e 4,4 vezes maior quando realizada por empresas terceirizadas. Portanto, o preço médio pago pelos municípios capixabas pelo serviço de coleta seletiva para empresas terceirizadas foi 1,8 vezes maior que o mesmo serviço executado por OCMR. Neste contexto, Paul *et al.* (2002), Damásio (2010) e Varella (2011) reafirmaram as conclusões obtidas a partir da Tabela 15, enfatizaram que quando esses serviços de coleta seletiva são realizados pelas OCMR, o custo da coleta seletiva diminui quando comparados aos valores pagos às empresas terceirizadas e quando é executado pela própria prefeitura.

O valor encontrado de proporcionalidade entre o serviço de coleta seletiva e o convencional pela pesquisa é menor que o valor apresentado por Cempre (2018) de 4,1 vez maior, no mesmo ano. Varella (2011) destacou ainda que os custos com o

serviço de coleta seletiva variam de acordo com fatores como região, operador do sistema (público ou privado), relevo, dentre outros, não encontrando uniformidade.

A pesquisa CICLOSOFT, apontou para o ano de 2016 que o custo médio da coleta seletiva, por tonelada, foi de R\$ 389,46 (CEMPRE, 2016). De acordo com Besen *et al.* (2017b) o custo médio para o mesmo serviço foi de R\$ 453,90 e na pesquisa de Fachine (2014) foi de R\$ 339,52.

Observa-se que não existe um padrão quanto ao custo da coleta seletiva, porém em todas as pesquisas referenciadas foram encontrados valores superiores quando comparados ao custo da coleta convencional. Isso pode estar ligado aos custos embutidos no preço que variam para cada município, uma vez que alguns deles possuem subsídios na execução dos serviços e outros não possuem, dentre outros componentes que podem estar associados. Ademais, existe uma tendência de diminuição desse custo com o aumento da quantidade de resíduos coletados, principalmente quando a coleta é concentrada em pontos específicos (comércio, shoppings, praças, condomínios, dentre outros), indicando que dentre as modalidades consideradas o menor custo pode ser associada aos PEVs. Bringhenti *et al.* (2004) reafirmaram dizendo que os custos operacionais da modalidade PEV são mais reduzidos quando comparados a outras modalidades. Nesta modalidade o usuário vai até o ponto de entrega dos resíduos e existe uma concentração maior em termos de quantidade em lugares concentrados, diminuindo assim o custo da coleta desses materiais.

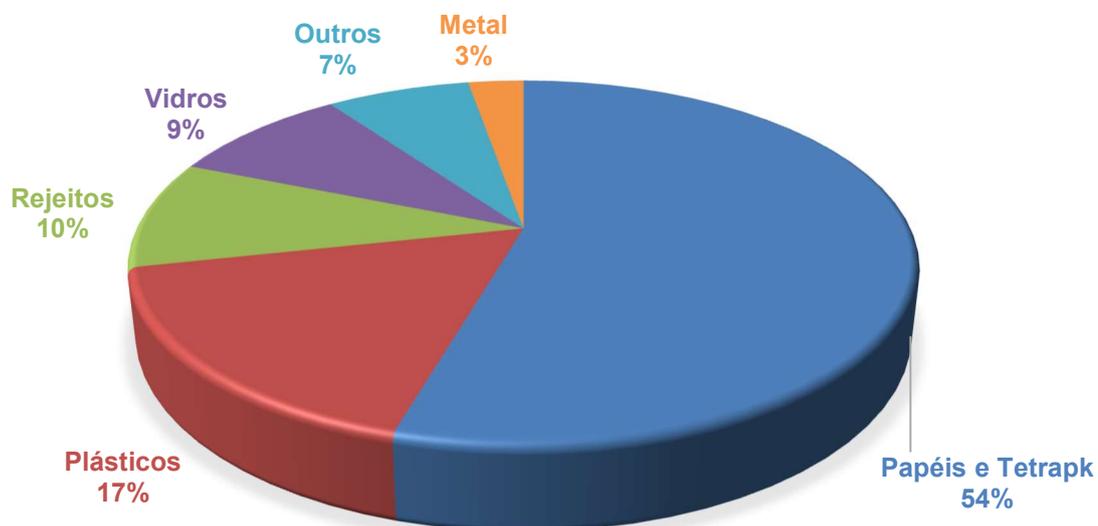
5.2 COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA E EFICIÊNCIA DE COLETA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS SECOS RECICLÁVEIS NO ESPÍRITO SANTO

Foi realizada uma projeção da quantidade de resíduos secos coletados no ano de 2017, pelos municípios capixabas, a partir dos dados de composição gravimétrica, frequência de coleta por semana, rota e quantidade de caminhões que chegam às OCMR. Utilizou-se dos relatórios publicados pela ADERES, referente ao Projeto Catadores, para compilação dos dados de composições gravimétricas em uma planilha excel (Apêndice A).

No que se refere ao acumulado total em kg de resíduos secos coletados ao ano de 2017, a composição gravimétrica do Estado do Espírito Santo foi representada com

maior contribuição pelo grupo papéis e tetrapak (54%), seguido por plásticos (17%), rejeitos (10%), vidros (9%), outros (7%) e metal (3%), conforme mostra a Figura 25.

Figura 25 – Composição gravimétrica dos grupos de resíduos secos coletados em 2017 no ES



Fonte: Autoria própria.

Os grupos de resíduos papel e tetrapak e plástico obtiveram as maiores contribuições percentuais na composição gravimétrica da pesquisa, seguindo o padrão obtido por Cempre (2019), que fez o estudo da composição gravimétrica média dos programas de coleta seletiva do Brasil. No entanto, o valor de rejeitos para a composição da pesquisa foi menor (10%) do que o apresentado pela fonte citada (26%). Estes números mostram que existe maior qualidade na separação dos resíduos secos no ES do que nos demais estados do país. A Tabela 14 mostra os valores médios em kg encontrados para as amostras obtidas nas composições gravimétricas para cada grupos de resíduos estudados.

Tabela 14 - Médias e desvio padrão encontrados para as amostras dos grupos de resíduos a partir da composição gravimétrica dos resíduos secos

Parâmetros Estatísticos	Papel e Tetrapak	Metal	Plástico	Vidro	Rejeitos	Outros
Média (kg resíduos coletados/ano)	3950,90	394,54	583,73	5228,53	5565,73	2455,98
Desvio padrão	13054,38	1,85	1760,45	14265,43	10864,63	14,023
Número de amostras	1504	752	3196	188	188	315

Fonte: Autoria própria.

Percebe-se que quanto ao valor médio em kg de resíduos coletados/ano, o grupo rejeitos obteve o maior valor médio (5565,73 kg), seguido do grupo vidro (5228,53 kg), e depois pelo grupo papéis e tetrapak (3950,9 kg). Embora esses valores não tragam muita expressão em termos quantitativos, pois variam bastante em relação a densidade de cada material estudado, são fatores relevantes e importantes de serem observados nas etapas de planejamento e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos. Nas etapas de coleta e transporte, as quais oneraram o valor total pago no gerenciamento dos resíduos sólidos, estas podem inviabilizar ou dificultar o aumento da massa recuperada de resíduos secos pelos programas de coleta seletiva municipais.

O indicador “massa de resíduos secos coletados” é um importante norteador de programas de coleta seletiva pois indica a participação da população nos programas de coleta seletiva municipais. Esse indicador é monitorado pelos panoramas de resíduos sólidos que são publicados anualmente com dados de todas as regiões brasileiras e são utilizados como ferramenta de apoio a gestão tanto na implantação de novos programas quanto no acompanhamento daqueles que já estão implementados.

No contexto da pesquisa, este indicador foi calculado para todos os 55 municípios capixabas estudados, levando em consideração a quantidade de resíduos secos coletados e que chegaram às OCMR no ano de 2017 e as rotas de coleta seletiva. Portanto, foi possível realizar o cálculo do indicador especificamente para a população que é coberta pelo serviço de coleta seletiva municipal, e levando em consideração a população total do município, conforme mostra a Tabela 15.

Tabela 15 - Indicador massa de resíduos secos recicláveis coletados no ES em 2017

Município	Kg resíduos/hab. atendido/dia	Kg resíduos/hab. total/dia
AFONSO CLÁUDIO	0,02	0,01
ÁGUA DOCE DO NORTE	0,05	0,04
ALEGRE	0,03	0,02
ALTO RIO NOVO	0,22	0,11
ANCHIETA	0,02	0,02
ARACRUZ	0,00	0,00
ATÍLIO VIVÁQUA	0,03	0,03
BAIXO GUANDU	0,02	0,01
BOA ESPERANÇA	0,01	0,00
BREJETUBA	0,13	0,03

Município	Kg resíduos/hab. atendido/dia	Kg resíduos/hab. total/dia
CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM	0,01	0,00
CARIACICA	0,01	0,00
CASTELO	0,01	0,01
COLATINA	0,01	0,01
CONCEIÇÃO DO CASTELO	0,02	0,01
DOMINGOS MARTINS	0,02	0,01
DORES DO RIO PRETO	0,05	0,03
GUAÇUI	0,02	0,02
GUARAPARI	0,00	0,00
IBIRAÇU	0,02	0,02
IBITIRAMA	0,03	0,03
ICONHA	0,01	0,01
IRUPI	0,03	0,02
ITAGUAÇU	0,05	0,04
ITAPEMIRIM	0,00	0,00
ITARANA	0,13	0,03
IÚNA	0,02	0,01
JAGUARÉ	0,17	0,01
JERÔNIMO MONTEIRO	0,02	0,02
JOÃO NEIVA	0,01	0,01
LINHARES	0,01	0,01
MANTENÓPOLIS	0,01	0,01
MARATAÍZES	0,03	0,01
MARECHAL FLORIANO	0,00	0,00
MARILÂNDIA	0,02	0,02
MIMOSO DO SUL	0,02	0,02
MUNIZ FREIRE	0,01	0,01
MUQUI	0,02	0,02
NOVA VENÉCIA	0,03	0,01
PINHEIROS	0,01	0,00
PRESIDENTE KENNEDY	0,03	0,03
RIO NOVO DO SUL	0,04	0,04
SANTA MARIA DE JETIBÁ	0,01	0,01
SANTA TERESA	0,08	0,01
SÃO DOMINGOS DO NORTE	0,09	0,03
SÃO GABRIEL DA PALHA	0,02	0,02
SÃO JOSÉ DO CALÇADO	0,02	0,02
SÃO MATEUS	0,02	0,01
SERRA	0,02	0,01
SOORETAMA	0,04	0,01
VENDA NOVA DO IMIGRANTE	0,13	0,08
VIANA	0,03	0,00
VILA PAVÃO	0,05	0,04

Município	Kg resíduos/hab. atendido/dia	Kg resíduos/hab. total/dia
VILA VELHA	0,00	0,00
VITÓRIA	0,01	0,01
Indicador médio	0,04	0,02

Fonte: Autoria própria.

A partir da análise da Tabela 15, conclui-se que existe uma diferença entre os valores de indicadores encontrados para cada município estudado os quais podem variar devido a vários fatores. Ademais, o valor do indicador também muda quando o valor do denominador se refere à população atendida, trazendo maior veracidade para o dado uma vez que este acompanha a realidade dos municípios no que se refere à cobertura. Portanto, a partir dos dados apresentados, obteve-se o valor médio do indicador para o Estado do Espírito Santo, sendo o per capita médio de 12,79 kg de resíduos secos coletados/hab. atendido/ano ou 6,58 kg de resíduos secos coletados/hab. total/ano. A pesquisa nacional realizada por Brasil (2019), mostra o valor médio do indicador massa recuperada de recicláveis secos (indicador IN032), por habitante total em 2017, tanto para o Brasil 7,4 kg/hab. total/ano quanto para a Região Sudeste 6,3 kg/hab. total/ano.

Comparando o indicador calculado para o ES com aqueles divulgados pela pesquisa nacional, percebe-se que o valor médio do indicador calculado, considerando a população total, é maior do que o valor médio encontrado para a Região Sudeste e menor que o valor médio do indicador para o país. No entanto, quando se utiliza a população atendida, o valor do indicador aumenta quase que o dobro, apresentando um valor médio maior do que aqueles divulgados por Brasil (2019) para o mesmo ano.

Com base nos resultados comentados anteriormente, é possível inferir que o indicador que se utiliza da projeção populacional total dos municípios para determinado ano, não evidencia a realidade dos estados, regiões e do próprio país uma vez que não é conhecida a rota de coleta seletiva e nem quantos habitante são atendidos em cada rua por bairro. Dessa forma, o valor do indicador divulgado nas pesquisas pode estar subestimado já que está sendo considera toda a população para chegar no valor do indicador. Conke e Nascimento (2018) ressaltaram preocupação com as pesquisas brasileiras no contexto dos resíduos sólidos, identificaram que existem valores com discrepância muito grande entre as fontes de pesquisa, o que pode levar a uma percepção distorcida da realidade.

Além da análise do indicador “massa de resíduo seco coletado” por município, foi realizada uma análise da geração de resíduos secos por faixa populacional, definida para o Espírito Santo a partir da fonte IBGE. Os resultados são mostrados na Tabela 16.

Tabela 16 - Indicador de coleta de resíduos secos por habitante, distribuídos por faixa populacional

Faixa Populacional	Quantidade de Municípios	t resíduos coletados/ano	Média kg resíduo coletado / hab. total/ano	Média kg resíduo coletado / hab. total/dia	Média kg resíduo coletado/hab. atendido/ano	Média kg resíduo coletado/hab. atendido/dia
2	5	734,94	17,60	0,05	31,31	0,09
3	20	1915,75	7,35	0,02	12,22	0,03
4	18	3005,85	5,64	0,02	13,56	0,04
5	3	536,57	2,78	0,01	7,73	0,02
6	8	3406,99	1,82	0,01	3,47	0,01
7	1	1307,35	2,60*	0,01	7,49*	0,02
Total 2017	55	10907,46	2,60	0,02	7,49	0,02

Faixa 1: até 5000 hab.; Faixa 2: de 5001 até 10000 hab.; Faixa 3: de 10001 até 20000 hab.; Faixa 4: de 20 001 até 50 000 hab.; Faixa 5: de 50 001 até 100 000 hab.; Faixa 6: de 100 001 até 500 000 hab.; Faixa 7: mais que 500000 hab.

Fonte: Autoria própria.

Analisando os dados, percebe-se que existe uma tendência de diminuição do valor médio do indicador tanto por habitante total quanto para o habitante atendido com o aumento da faixa populacional (Tabelas 16), apesar do indicador da faixa 7 ter apresentado valor maior que a faixa 6 (destacado com asterisco na tabela). Esse resultado foi reafirmado por Brasil (2019) no que se refere à massa coletada seletivamente para os municípios brasileiros. Brasil (2015) afirmou que quanto à recuperação de resíduos secos recicláveis, os municípios menores, de até 30.000 mil habitantes, são os que conseguem as maiores porcentagem de recuperação, por volta de 24% do total.

Foi realizada a análise de desvio de resíduos sólidos comparando a média de resíduos sólidos coletados no ES em 2017, para aqueles municípios participantes da pesquisa e que participaram da pesquisa nacional do Snis, com a média de resíduos secos coletados. Os resultados são apresentados na Tabela 17, na qual os municípios foram agrupados por faixa populacional.

Tabela 17 - Desvio de resíduos secos recicláveis por faixa populacional no ano de 2017 no ES

Faixa Populacional	Média t resíduos sólidos coletados 2017	Média t resíduos secos recicláveis coletados 2017	% desvio de resíduos secos recicláveis
2	694,7	147,0	21%
3	2881,32	95,8	3%
4	10052,1	167,0	2%
5	24151,8	178,9	1%
6	80666,9	425,9	1%
7	126572,7	1307,4	1%

Faixa 1: até 5000 hab.; Faixa 2: de 5001 até 10000 hab.; Faixa 3: de 10001 até 20000 hab.; Faixa 4: de 20 001 até 50 000 hab.; Faixa 5: de 50 001 até 100 000 hab.; Faixa 6: de 100 001 até 500 000 hab.; Faixa 7: mais que 500000 hab.

Fonte: Autoria própria.

A partir dos resultados mostrados na Tabela 17, foi possível identificar que a porcentagem de desvio de materiais secos recicláveis diminui drasticamente com o aumento da faixa populacional, confirmando os dados apresentados por Brasil (2015).

Outra análise foi realizada com dados de resíduos secos coletados no ES, com os valores médios de resíduos coletados no ano de 2017, considerando todos os grupos e modalidades, separados pelas faixas populacionais dos municípios que os geraram, conforme Tabela 18.

Tabela 18 – Composição gravimétrica média dos resíduos secos gerados em relação à faixa populacional dos municípios

Faixa Populacional	Média (kg resíduos secos coletados/ano)					
	Papel e Tetrapak	Plástico	Metal	Vidro	Rejeitos	Outros
2	375191,15	175014,02	18180,13	31100,43	121663,19	13788,66
3	1147909,98	399746,02	71481,08	69780,79	159544,37	67287,49
4	**1952761,04	420110,48	**83062,18	159231,42	**258923,70	*131763,26
5	*279172,16	*90937,84	*7311,30	*16948,51	*109619,06	32585,64
6	1682847,62	**622318,92	78832,00	**562700,69	266801,44	193493,10
7	504276,70	157475,95	37834,16	143201,67	129848,23	**334715,43

Faixa 1: até 5000 hab.; Faixa 2: de 5001 até 10000 hab.; Faixa 3: de 10001 até 20000 hab.; Faixa 4: de 20 001 até 50 000 hab.; Faixa 5: de 50 001 até 100 000 hab.; Faixa 6: de 100 001 até 500 000 hab.; Faixa 7: mais que 500000 hab.

Legenda:

* menores valores médios por grupo de resíduos;

** maiores valores médios por grupo de resíduos.

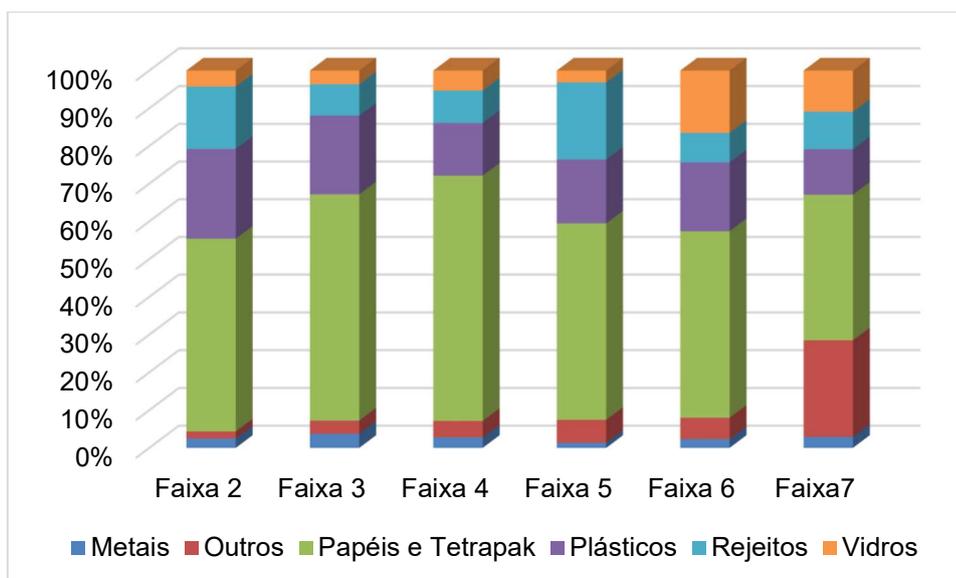
Fonte: Autoria própria.

De uma forma geral, os dados mostraram que os menores valores médios de kg de resíduos secos gerados no ES no ano de 2017, encontram-se atrelados aos

municípios com menores faixas populacionais e os maiores valores médios para os municípios das maiores faixas. No entanto, cabe destacar que a faixa 5 foi a que predominantemente apresentou os menores valores médios para todos os grupos de resíduos, exceto para os grupos outros. Já as faixas 4 e 6 apresentaram os maiores valores médios em kg de resíduos secos coletados em 2017.

Conclui-se que, embora existam outros fatores que interferem na quantidade de resíduos recolhidos, os municípios com menores faixas populacionais contribuem menos com os programas de coleta seletiva quando comparados aos municípios maiores. A Figura 26 mostra graficamente as composições gravimétricas dos resíduos coletados secos no ano de 2017, por faixa populacional, nos municípios do ES a partir do valor médio em kg.

Figura 26 - Composição gravimétrica dos resíduos secos coletados no ES por faixa populacional



Faixa 1: até 5000 hab.; Faixa 2: de 5001 até 10000 hab.; Faixa 3: de 10001 até 20000 hab.; Faixa 4: de 20 001 até 50 000 hab.; Faixa 5: de 50 001 até 100 000 hab.; Faixa 6: de 100 001 até 500 000 hab.; Faixa 7: mais que 500000 hab.

Fonte: Autoria própria.

Separando os valores de resíduos secos coletados em kg por grupo e por região do estado (Tabela 19 e Figura 26), é possível entender um pouco da particularidade de cada uma delas, que podem estar associadas a fatores como cultura, religião, hábitos, dentre outros conforme destacado por Mayo (2016); Guerrero, Maas; Hogland (2013); Kirama *et al.* (2012). Os papéis e tetrapak se destacaram em quantidade de resíduos

secos coletados para todas as faixas populacionais, evidenciando que essa tendência se repete não só do ES como em todo o país, conforme Snis (2017).

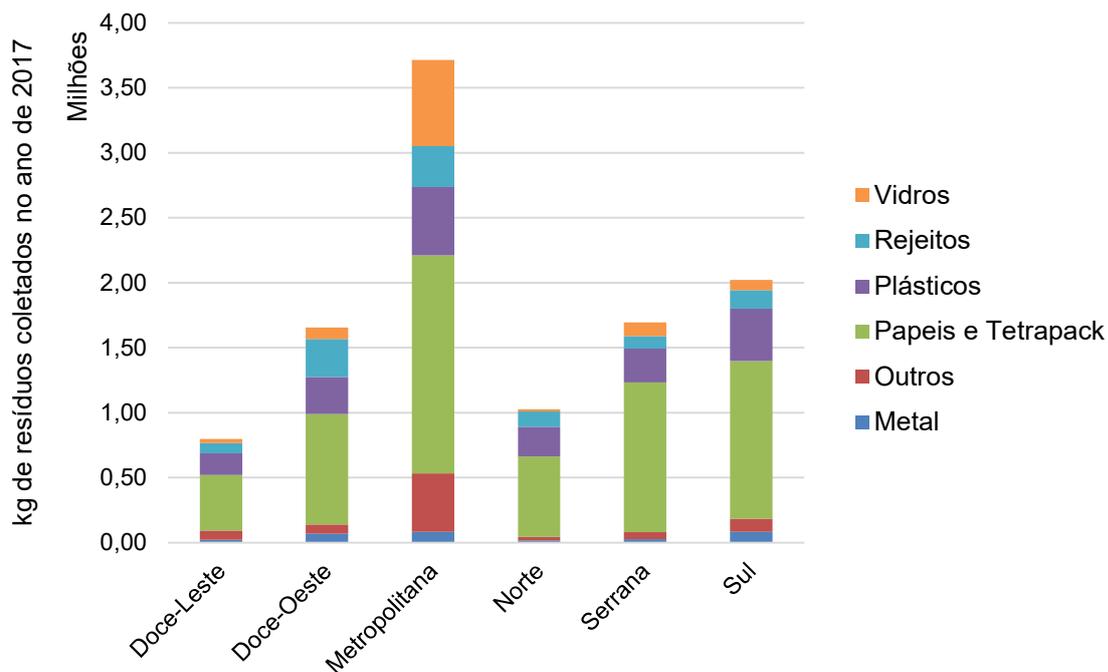
Tabela 19 - Kg de resíduos secos coletados por grupos e distribuídos por região do Espírito Santo em 2017

Região	Metal	Outros	Papéis e Tetrapak	Plásticos	Rejeitos	Vidros
Doce-Leste	21296,18	71052,98	426793,99	167340,47	79039,18	31471,86
Doce-Oeste	67619,55	70471,42	852146,82	283664,09	291883,89	88904,97
Metropolitana	82885,42	448301,52	1679839,85	524379,16	316364,27	662706,86
Norte	15977,44	27125,24	619707,50	227345,43	118841,74	17504,01
Serrana	25870,16	55286,12	1150374,08	261438,03	95971,45	104280,41
Sul	83052,10	101396,31	1213296,41	401436,04	144299,45	78095,40
Total Geral	296700,85	773633,58	5942158,65	1865603,23	1046399,99	982963,51

Fonte: Autoria própria.

A Região Metropolitana foi a que mais se destacou em kg de resíduos secos coletados tanto em quantidade total quanto nas frações por grupos, ficando atrás apenas na fração referente ao grupo metal para a Região Sul. Esse resultado está atrelado à quantidade de habitantes representada por esta região, 53% do total da população total do Estado (IBGE, 2017). Os grupos que mais se destacaram foi o grupo papel e tetrapak e plásticos, conforme já comentado na Figura 27.

Figura 27 – Quantidade de resíduos secos coletados por grupos e distribuídos por região do Espírito Santo



Fonte: Autoria própria.

Importante destacar que a região que apresentou a menor participação do grupo rejeitos foi a doce-leste (8,0%), enquanto as regiões que mais contribuíram foram a metropolitana (30%) e a doce-oeste (28%).

6. CONCLUSÕES

A realização da pesquisa permitiu identificar a interferência do tipo de modalidade adotada nos programas de coleta seletiva municipais no Espírito Santo, na composição gravimétrica dos resíduos sólidos secos e no custo dos serviços de coleta seletiva, triagem e disposição final dos resíduos gerados nos municípios capixabas. A partir dos dados utilizados, foi possível produzir índices e indicadores de coleta seletiva municipais para o Estado do Espírito Santo que podem servir como referência para aqueles municípios que ainda não possuem um programa implantado ou apontar caminhos para melhoria daqueles existentes.

Ademais, a pesquisa mostrou a realidade dos programas de coleta seletiva de 55 municípios capixabas no que tange à população atendida, quantidade de resíduos coletados, grupos de resíduos mais expressivos, preço médio dos serviços e indicadores per capita. Todas essas informações mostraram um panorama geral da operacionalidade dos programas existentes a partir de dados primários, sendo este um diferencial das demais pesquisas encontradas pertinentes ao tema em questão.

A contribuição municipal em kg de resíduos secos coletados via coleta seletiva permitiu mostrar quais as modalidades de coleta apresentaram maior representatividade. Os resultados mostraram que no ES a modalidade misto foi que apresentou a maior participação (58,5%), seguido pela modalidade porta a porta (16,0%), PEV (13,4%) e por último particular (12,1%).

No Estado do Espírito Santo a coleta seletiva municipal atendeu o total de 1.971.890 habitantes, considerando o recorte da pesquisa para os 55 municípios estudados, que corresponde a uma cobertura de 55% da população capixaba, para o ano de 2017. Esses números mostraram que a realidade do ES é favorável uma vez que apresentou cobertura de coleta seletiva maior que aquela apontada para a região sudeste (44,2%) por Snis (2017) para o mesmo ano.

Quanto ao gerenciamento do serviço de coleta seletiva municipal, foi constatado pela pesquisa que no Espírito Santo, as OCMR registraram a maior participação (61,8%) na execução da coleta seletiva, não seguindo o padrão do país. Além disso, foi

possível perceber que existe uma predominância na execução do serviço por OCMR nos municípios do ES com menores faixas populacionais, diminuindo com o aumento destas. Credita-se que os esforços e ações do MPES juntamente com as secretarias estaduais tiveram uma contribuição significativa nesses resultados.

No que diz respeito ao custo do serviço de coleta seletiva no ES, este apresentou valor 2,5 vezes maior que o serviço de coleta convencional, quando executada pelas OCMR e 4,4 vezes maior quando realizada por empresas terceirizadas.

A composição gravimétrica dos resíduos secos coletados no ES no ano de 2017 foi representada pelo grupo papéis e tetrapak com maior participação (54%), seguido por plásticos (17%), rejeitos (10%), vidros (9%), outros (7%) e metal (3%). A composição gravimétrica do ES segue a tendência encontrada para o país indicando uma preferência do papel e tetrapak nos programas de coleta seletiva municipal.

A partir da análise dos dados primários dos municípios participantes da pesquisa, foi possível obter um ao indicador de geração de resíduos secos para o Estado que exprime o valor real praticado em termos de habitantes atendidos pelos serviços de coleta seletiva. O indicador em questão de refere ao per capita médio de 12,79 kg de resíduos secos coletados/habitante atendido/ano e 6,58 kg de resíduos secos coletados/habitante total/ano para o ES.

Ainda, foi constatado na pesquisa que o índice desvio de resíduos secos recicláveis, que se referem aos rejeitos da coleta seletiva, diminui drasticamente com o aumento da faixa populacional. Portanto, os municípios mais populosos viabilizam e gerenciam melhor os resíduos secos coletados do que aqueles com menores faixas populacionais, em termos de rejeitos.

Como recomendação para futuras pesquisas nesta área, pode ser considerada a possibilidade de realizar mais de uma campanha de composição gravimétrica no ano para tentar representar a sazonalidade na geração de resíduos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil -2018/2019**. São Paulo: ABRELPE, 2019.

ADERES – Agência de Desenvolvimento das Micro e Pequenas Empresas e do Empreendedorismo. **Relatório de Composição Gravimétrica das Organizações de Catadores de Materiais Recicláveis do Espírito Santo**. 2017.

AGUIAR, A.; PHILIPPI JR, A. Custos de Coleta seletiva: critérios de apuração e viabilidade dos programas. In: **Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. p. 1-15, 2000.

ANDRADE, R. M., FERREIRA, J. A. A Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil Frente às Questões da Globalização. **REDE – Revista Eletrônica do Prodema**, Fortaleza, v. 6, n.1, p. 7-22, 2011.

ANDREWS, D.; NONNECKE, B.; PREECE, J. Electronic survey methodology: a case study in reaching hard-to-involve Internet users. **International Journal of Human Computer**, v. 16, n. 2, p. 185-210, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos: Classificação. Rio de Janeiro, 2006.

BACKES, D. S.; COLOMÉ, J.S.; ERDMANN, R.H.; LUNARDI, V.L. Grupo focal como técnica de coleta e análise de dados em pesquisas qualitativas. **O mundo da saúde**, v. 35, n. 4, p. 438-42, 2011.

BASSANI, P. D. **Coleta seletiva de Materiais Recicláveis em Condomínios Residenciais no Município de Vitória (ES): Aspectos Econômicos e Ambientais**. 2009. Monografia (Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Instituto Federal do Espírito Santo. Vitória, 2009.

BECKER, J.; BEVERUNGEN, D. F.; KNACKSTEDT, R. The challenge of conceptual modeling for product–service systems: status-quo and perspectives for reference models and modeling languages. **Information Systems and e-Business Management**, v. 8, n. 1, p. 33-66, 2010.

BEM, J. S. de; GIACOMINI, N. M. R.; WAISMANN, M. Utilização da técnica de análise de Clusters ao emprego da indústria criativa entre 2000 e 2010: Estudo da região de Consinos, RS. **Interações**. Campo Grande. v. 16, n. 1, p. 27–41, 2015.

BERTANZA, G.; ZILIANI, E.; MENONI, L. Techno-economic performance indicators of municipal solid waste collection strategies. **Waste Management**, v. 74, p. 86-97, 2018.

BESEN, G. R.; FRACALANZA, A. P. Challenges for the Sustainable Management of Municipal Solid Waste in Brazil. **DISP-The Planning Review**, v. 52, n. 2, p. 45-52, 2016.

BESEN, G. R.; GÜNTHER, W. M. R.; RIBEIRO, H.; JACOBI, P. R.; DIAS, S. M. **Gestão da coleta seletiva e de organizações de catadores: indicadores e índices de sustentabilidade**. São Paulo: Fundação Nacional de Saúde, 2017a.

BESEN, G. R.; RIBEIRO, H.; GÜNTHER, W. M. R.; DIAS, S. M. **Avaliação da Sustentabilidade da Coleta seletiva: estudos de caso no Brasil**. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 8., 2017, Natal. Anais. Natal: ENANPPAS, 2017b. Disponível em: <<http://www.enanppas2017.com.br/>>. Acesso em 24 jul. 2019.

BIANCHINI, A.; PELLEGRINI, M.; SACCANI, C. Material and energy recovery in integrated waste management system—an Italian case study on the quality of MSW data. **Waste Management**, v. 31, n. 9-10, p. 2066-2073, 2011.

BIANCHINI, A.; PELLEGRINI, M.; SACCANI, C. Material and energy recovery in integrated waste management system – An Italian case study on the quality of MSW data. **Waste Management**, v. 31, n. 9-10, p. 2066-2073, 2011.

BOHM, R. A; FOLZ, D. H, KINNAMAN, T. C.; PODOLSKY, M. J. The costs of municipal waste and recycling programs. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 54, n. 11, p. 864-871, 2010.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 03 ago. 2010.

BRASIL. Ministério das Cidades. Diagnóstico da gestão e manejo de Resíduos Sólidos urbanos – 2013. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**. Programa de modernização do setor de saneamento. Brasília, DF, 2015.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS**. Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2017 (versão republicada). Brasília, 2019.

BRINGHENTI, J. R.; LAIGNIER, I. T. R.; LOUZADA, J.P.; BRUNETTI, O. B.; ROMANO, E. B. Gerenciamento de Programas de Coleta seletiva de Lixo em Condomínios Residenciais: um estudo de caso. In: **Congresso Interamericano de Resíduos Sólidos de AIDIS, 03, 2009. Buenos Aires**. Buenos Aires: AIDIS, 2009.

BRINGHENTI, J. R.; LAIGNIER, I. T. R.; SANTANA, R. D.; GÜNTHER, W. M. R.; SILVA, W. R. E. A participação social em programas de coleta seletiva por postos de entrega voluntária no município de Vitória (ES). In: **23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campo Grande. Rio de Janeiro:**

Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental- ABES, v. 1. p. 1-7, 2005.

BRINGHENTI, J. R. **Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos: aspectos operacionais e da participação da população**. Tese de Doutorado. Faculdade de Saúde Pública – Saúde Ambiental. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2004.

BRINGHENTI, J.; LIMA, C. R. DE; BAPTISTA, F. R. DA M.; GUNTHER, W. M. R. Planejamento de programas de coleta seletiva por postos de entrega voluntária. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Joinville. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. I, p. 156-156, 2003.

CAMPOS, L. S. **Processo de triagem dos materiais recicláveis e qualidade: alinhando a estratégia de manufatura às exigências do mercado**. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

CASTELANI, L. C. **A cadeia de reciclagem do plástico no Brasil: fragilidades, potencialidades e desafios**. Dissertação de Mestrado Profissional, Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Saúde Pública, Fiocruz, Rio de Janeiro, 2014.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem. **Cempre Review 2019**. Disponível em: <<http://cempre.org.br/upload/CEMPRE-Review2019.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2019.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem. **Ciclosoft 2018**. Disponível em: <<http://cempre.org.br/ciclosoft/id/9>>. Acesso em: 30 mar. 2019.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para a Reciclagem. **Ciclosoft 2016**. Disponível em: <<http://cempre.org.br/ciclosoft/id/8>>. Acesso em: 30 mar. 2019.

CONKE, L. S.; DO NASCIMENTO, E. P. A coleta seletiva nas pesquisas brasileiras: uma avaliação metodológica. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 10, n. 1, 2018.

COUTO, M. C. L.; LAIGNIER, I. T. R.; BRAGA, F. S. Caracterização Gravimétrica e Comercial do Resíduos Sólidos Urbanos Recolhidos em Postos de Entrega Voluntária do Sistema de Coleta seletiva da Prefeitura Municipal de Vitória - ES. In: **VII Simpósio Italo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2002.

DEMAJOROVIC, J.; BESEN, G. R.; RATHSAM, A. A. Gestão compartilhada dos resíduos sólidos: novos atores e conflitos. **Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e**

Desenvolvimento Sustentável. São Paulo, p. 1286-1295, 2004.

DOUGLAS, R., LEIFSO, B. Reclaiming the World's Waste: Waste Pickers Organizing for Inclusion. **Women & Environments International Magazine**, v. 94/95, p. 35-37, 2015.

DUTRA, R. M. **Avaliação do cenário de compra e venda de resíduos sólidos recicláveis nos municípios do CONDOESTE/ES**. 2016. 204 f. Dissertação (Mestrado Engenharia e Desenvolvimento sustentável) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

DUTRA, R. M. S.; YAMANE, L.H.; SIMAN, R.R. Influence of the expansion of the selective collection in the sorting infrastructure of waste pickers' organizations: A case study of 16 Brazilian cities. **Waste Management**, v. 77, p. 50-58, 2018.

ESPÍRITO SANTO. Lei n. 9264, de 15 de julho de 2009. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências correlatas. **Diário Oficial [do Espírito Santo]**. Vitória, ES, 16 de julho de 2009. p. 9-15.

EIGENHEER, E. M.; FERREIRA, J. A. Três décadas de coleta seletiva em São Francisco (Niterói/RJ): lições e perspectivas. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v. 20, n. 4, p. 677-684, 2016.

EZEAH, C., FAZAKERLEY, J., ROBERTS, C. Emerging trends in informal sector recycling in developing and transition countries. **Waste Management**, v.33, n. 11, p. 2509-2519, 2013.

FECHINE, R. **Indicadores de sustentabilidade como instrumentos para avaliação dos programas de coleta seletiva na cidade de Salvador-BA**. 2014. 149 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento) – Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente, Águas e Saneamento, Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, Salvador, 2014.

FECHINE, R.; MORAES, R. L.S. Matriz de indicadores de sustentabilidade de coleta seletiva com utilização do método *Delphi*. **REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 10, n. 1, p. 22-35, 2015.

FERREIRA, F.; AVELINI, C.; BENTES, I; MATOS, C.; TEIXEIRA, C. A. Assessment strategies for municipal selective waste collection schemes. **Waste Management**, v. 59, p. 3-13, 2017.

FERGUTZ, O., DIAS, S., MITLIN, D. Developing Urban Waste Management in Brazil with Waste Picker Organizations. **Environment and Urbanization**, v. 23, n 2. p. 597-608, 2011.

FERRI, G., CHAVES, G., RIBEIRO, G. Análise e localização de centros de armazenamento e triagem de resíduos sólidos urbanos para a rede de logística reversa: um estudo de caso no município de São Mateus, ES. **Produção**, v. 25, n. 1, p. 27-42, 2015.

FIGUEIREDO, F. O desenvolvimento da indústria da reciclagem dos materiais no Brasil: Motivação econômica ou benefício ambiental conseguido com a atividade? **Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**. Barcelona, Espanha, v. 16, n. 387. 2012.

- FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.
- FOROUHAR, A., HRISTOVSKI, K D. Characterization of the municipal solid waste stream in Kabul, Afghanistan. **Habitat International**, v. 36, n. 3, p. 406-413, 2012.
- FORZA, Cipriano. Survey research in operations management: a process-based perspective. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 152-194, 2002.
- FREITAS, H. O método de pesquisa *survey*. Revista de Administração da Universidade de São Paulo, v. 35, n. 3, 2000.
- FROTA, A. J. A.; TASSIGNY, M. M.; BIZARRIA, F. P. A.; OLIVEIRA, A. G. Implantação de um sistema de coleta seletiva: aspectos legais e de sustentabilidade. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 4, n. 1, p. 129-155, 2015.
- FUZZI, F. R.; LEAL, A. C. Cooperativas e Associações de Catadores de Materiais Recicláveis Organizadas em Rede: Rede Cataoeste, São Paulo, Brasil. **Revista Formação (Online)**. v. 25, n. 45, 2018.
- GARCIA, M. C. D. **Rede de organizações de catadores no estado do espírito santo: modelagem matemática para avaliação de cenários do problema de localização**. 2016. 186 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.
- GONDIM, S. M. G. Grupos focais como técnica de investigação qualitativa: desafios metodológicos. 2003.
- GUERRERO, L. A.; MAAS, G.; HOGLAND, W. Solid waste management challenges for cities in developing countries. **Waste Management**, v. 33, n. 1, p. 220-232, 2013.
- GUTBERLET, J. Cooperative urban mining in Brazil: Collective practices in selective household waste collection and recycling. **Waste Management**, v. 45, p. 22-31, 2015.
- GUTBERLET, J. Waste, poverty and recycling. **Waste Management**, v. 30, n. 2, p. 171-173, 2010.
- HARDER, M. K.; STANTZOS, N.; WOODARD, R.; READ, A. Development of a new quality fair access best value performance indicator (BVPI) for recycling services. **Waste Management**. v. 28, p. 299-309, 2007.

HOORNWEG, D., BHADA-TATA, P. What a waste: a global review of solid waste management. **Urban Development Series Knowledge Papers**, v.15, p. 1-98, 2012.

HOORNWEG, D., BHADA-TATA, P. What a waste: a global review of solid waste management. **Urban development series knowledge papers**, v.15, p. 1-98, 2012.

IBAM. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

IBÁÑEZ-FORÉS, V.; BOVEA, M. D.; COUTINHO-NÓBREGA, C.; DE MEDEIROS-GARCÍA, H. R.; BARRETO-LINS, R. Temporal evolution of the environmental performance of implementing selective collection in municipal waste management systems in developing countries: A Brazilian case study. **Waste Management**, v. 72, p. 65-77, 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Física. **SIDRA – Banco de Tabelas Estatísticas**. Tabela 156 - Domicílios particulares ocupados, moradores em domicílios particulares ocupados e média de moradores em domicílios particulares ocupados. Disponível em:< <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/156>>. Acesso em: 06 mar. 2019. 2019a.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Física. **População**. Unidades da Federação e classes de tamanho da população dos municípios (habitantes). Disponível em:< https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/indicadores_sociais_municipais/tabela1d.shtm >. Acesso em: 09 mar. 2019. 2019b.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011.

JAUNICH, M. K.; LEVIS, L. W.; DECAROLIS, J. F.; GASTON, E. V.; BARLAZ, M. A.; BARTELT-HUNT, S. L.; JONES, E. G.; HAUSER, L.; JAIKUMAR, R. Characterization of municipal solid waste collection operations. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 114, p. 92-102, 2016.

KHAN, D.; KUMAR, A.; SAMADDER, S. R. Impact of socioeconomic status on municipal solid waste generation rate. **Waste Management**, v. 49, p. 15-25, 2016.

KIRAMA, A., MAYO, A.W. Challenges and prospects of private sector participation in solid waste management in Dar es Salaam City, Tanzania. **Habitat International**, v. 53, p. 195-205, 2016.

KRUEGER, R. A.; CASEY, M. A. Focus groups: A practical guide for applied research. **Sage publications**, 2014.

LAIGNIER, I. T. R. **Caracterização gravimétrica e comercial dos resíduos sólidos urbanos recolhidos em Postos de Entrega Voluntária do Sistema de Coleta seletiva da Prefeitura Municipal de Vitória – ES**. Dissertação (Mestrado

em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2001.

LAKHAN, C. Diversion, but at what cost? The economic challenges of recycling in Ontario. **Resources, Conservation and Recycling**. v. 95, p. 133-142, 2015.

LEITE, P. R. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. 240 p.

LIAMPUTTONG, P. Focus group methodology: Principle and practice. **Sage Publications**, 2011.

LIMA, A. Principais pontos da política nacional de resíduos sólidos para a gestão de resíduos municipais. Faculdade Damas da Instrução Cristã (Fadic). In: **Resíduos Sólidos: Perspectivas e desafios para a gestão integrada**. Org.: Soraya Giovanetti El-Deir. UFRPE. Recife, p. 135, 2014.

MARELLO, M.; HELWEGE, A. Solid waste management and social inclusion of waste pickers: opportunities and challenges. **Latin American Perspectives**, v. 45, p.108-129, 2018.

MARINO, A. L.; CHAVES, G. L. D.; SANTOS JUNIOR, J. L. Do Brazilian municipalities have the technical capacity to implement solid waste management at the local level? **Journal of Cleaner Production**. v. 188, p. 378-386, 2018.

MARSHALL, R. E., FARAHBAKHS, K., Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries, **Waste Management**, v. 33, p. 988–1003, 2013.

MEMON, M. A. Integrated solid waste management based on the 3R approach. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 12, n. 1, p. 30-40, 2010.

MIGUEL, P. A. C; HO, L. L. Levantamento tipo Survey. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. Rio de Janeiro. Elsevier, p. 73-128, 2010.

MONTEIRO, T. C.; SILVA, M. B. O.; DIFANTE, J. A. A Lei da Nova Política Nacional de Resíduos Sólidos face ao sistema de coleta seletiva do Município de Santa Maria. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**, Santa Maria, v. 8, p. 208-220, 2013.

MORIGAKI, M. M. **Indicadores de recuperação de material reciclável da Unidade de Triagem de Vitória – ES**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2003.

MOURA, J. M. B. M.; PINHEIRO, I. Gohr; CARMO, J. L. Gravimetric composition of the rejects coming from the segregation process of the municipal recyclable wastes. **Waste Management**, v. 74, p. 98-109, 2018.

MPES - Ministério Público do Espírito Santo. *Sistema de Acompanhamento dos TCAs*. Disponível em: <<http://186.202.182.134:7080/tca.php>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

OLIVEIRA, V.; SOUZA, V.; VAZ, J. M.; DIAS-FERREIRA, C. Model for the separate collection of packaging waste in Portuguese low-performing recycling regions. **Journal of Environmental Management**. v. 216, p. 13-24, 2018.

PARREIRA, G. **Coleta seletiva Solidária: Agregando valor pela integração da cadeia de reciclagem**. 2010. Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2010.

PARREIRA, G. F.; OLIVEIRA, F. G. de; LIMA, F. P. A. O gargalo da reciclagem: determinantes sistêmicos da triagem de materiais recicláveis. **XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção - A Engenharia de Produção e o Desenvolvimento Sustentável: Integrando Tecnologia e Gestão**. Salvador, Bahia, 2009.

PASSARINI, F.; VASSURA, I.; MONTI, F.; MORSELLI, L.; VILLANI, B. Indicators of waste management efficiency related to different territorial conditions. **Waste Management**, v. 31, n. 4, p. 785-792, 2011.

PINHEL, J. R.; VIEIRA, A. J. N. L.; MARONI, B. C.; ALBUQUERQUE, F. P.; BESE, G. R.; SANTOS, L. Y. B.; LOPES, L.; CARDO, M. B. Do lixo à cidadania: guia para a formação de cooperativas de catadores de materiais recicláveis. **São Paulo: Peirópolis**, 2013.

POLETTO, M., DE MORI, P. R., SCHNEIDER, V. E., ZATTERA, A. J. Urban solid waste management in Caxias do Sul/Brazil: practices and challenges.

Journal of Urban and Environmental Engineering, v. 10, n. 1, p. 50-56, 2016.

PMV – Prefeitura Municipal de Vitória – ES. Plano Municipal de Coleta seletiva, 2016.

REA, L.M.; PARKER, R.A. Metodologia de Pesquisa. São Paulo: Macquete, 2002.

RIMAITYTE, I., RUZGAS, T., DENAFAS, G., RACYS, V., MARTUZEVICIUS, D. Application and Evaluation of Forecasting Methods for Municipal Solid Waste Generation in an Eastern-European City. **Waste Management & Research**, v.30, n.1, p.89-98, 2012.

ROCHA, E. A. P. **Estudo de fatores sócio-econômicos intervenientes na geração e características do resíduo sólido doméstico da cidade de Vitória – ES**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

RODRIGUES, W.; FILHO, L. N. L. M.; PEREIRA, R. S. Análise dos Determinantes dos custos de resíduos sólidos urbanos nas capitais estaduais brasileiras. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**. v. 8, n. 1, p. 130-141, 2016.

RUTKOWSKI, J E.; RUTKOWSKI, E W. Expanding worldwide urban solid waste recycling: The Brazilian social technology in waste pickers inclusion. **Waste Management & Research**, p. 0734242X15607424, 2015.

RUTKOWSKI, J., VARELLA, C., CAMPOS, L. A reciclagem de resíduos sólidos urbanos no Brasil: Desafios e oportunidades para ampliação. **XI Seminário Nacional de Resíduos Sólidos**. ABES. Brasília,15p, 2014.

SANTOS, A. R. Metodologia científica: a construção do conhecimento. Rio de Janeiro: DP&A, 1999.

SCHEINBERG, A. Informal sector integration and high performance recycling: Evidence from 20 cities. **WIEGO Working Paper (Urban Policies)**. Manchester, UK, n. 23. 36 p, 2012.

SCHEINBERG, A.; SPIES, S.; SIMPSON, M. H.; MOL, A. P. Assessing urban recycling in low-and middle-income countries: Building on modernised mixtures. **Habitat International**, v. 35, n. 2, p. 188-198, 2011.

SILVA, S. P. A organização coletiva de catadores de material reciclável no Brasil: dilemas e potencialidades sob a ótica da economia solidária. Rio de Janeiro: IPEA. 2017, 56p.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Glossários de informações e indicadores de água e esgotos, resíduos sólidos e águas pluviais. Disponível em: < <http://Snis.gov.br/glossarios>>. Acesos em: 29 abr. 2018.

TACKLA, J.P. **Organizações legais de catadores de materiais recicláveis: governança corporativa e disfunções das atividades operacionais**. 2016. 136f. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória.2016.

TENÓRIO, J. A. S.; ESPINOSA, D. C. R. Controle ambiental de resíduos. **PHILIPPI JR, A**, 2004.

TIRADO-SOTO, M. M.; ZAMBERLAN, F. L. Networks of recyclable material waste-picker"s cooperatives: An alternative for the solid waste management in the city of Rio de Janeiro. **Waste Management**, v. 33, n. 4, p. 1004-1012, 2013.

TONJES, D. J.; MALLIKARJUN, S. Cost effectiveness of recycling: A systems model. **Waste Management**, v. 33, n. 11, p. 2548-2556, 2013.

TRAZZI, Y. D. P. **Caracterização da participação social no Programa de Coleta seletiva na modalidade Ecopostos no Município de Vitória-ES**. Dissertação

(Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

TSALIS, Thomas *et al.* Door-to-door recyclables collection programmes: Willingness to participate and influential factors with a case study in the city of Xanthi (Greece). **Waste Management & Research**, v. 36, n. 9, p. 760-766, 2018.

VARELLA, C. V. S. **Revirando o lixo: possibilidades e limites da reciclagem como alternativa de tratamento dos resíduos sólidos**. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

VELIS, C. A., WILSON, D. C., ROCCA, O., SMITH, S. R., MAVROPOULOS, A., CHEESEMAN, C. R. An analytical framework and tool ('InteRa') for integrating the informal recycling sector in waste and resource management systems in developing countries. **Waste Management & Research**, v. 30, n. 9, p. 43-66, 2012.

WAGNER, T. P.; BROADDUS, N. The generation and cost of litter resulting from the curbside collection of recycling. **Waste Management**, v. 50, p. 3-9, 2016.

WIEGO. First Global Strategic Workshop of Waste Pickers: Inclusive Solid Waste Management. Cambridge, MA, USA: **Women in Informal Employment: Globalizing and Organizing**, 2012.

WILSON, D. C., VELIS, C, CHEESEMAN, C. Role of informal sector recycling in waste management in developing countries. **Habitat International**, v. 30, n. 4, p. 797-808, 2006.

APÊNDICE A – PLANILHA DAS COMPOSIÇÕES GRAVIMÉTRICAS POR MUNICÍPIO DO ES

REGIÃO	MUNICÍPIO	SIGLA	DIA DA SEMANA C.G.	MODALIDADE	FREQ. NO DIA	CAMINHÕES POR SEMANA
DOCE-LESTE	ARACRUZ	RECICLE ARACRUZ	segunda-feira, 8 de maio de 2017	PEV + PORTA A PORTA	2	10
DOCE-LESTE	ARACRUZ	RECICLE ARACRUZ	quinta-feira, 11 de maio de 2017	PEV + PORTA A PORTA	2	10
DOCE-LESTE	ARACRUZ	RECICLE ARACRUZ	sexta-feira, 12 de maio de 2017	PEV + PORTA A PORTA	2	10
DOCE-LESTE	IBIRAÇU	ASCOMÇU	terça-feira, 9 de maio de 2017	PEV + PORTA A PORTA	3	6
DOCE-LESTE	IBIRAÇU	ASCOMÇU	terça-feira, 9 de maio de 2017	PEV + PORTA A PORTA	3	6
DOCE-LESTE	IBIRAÇU	ASCOMÇU	quinta-feira, 11 de maio de 2017	PEV + PORTA A PORTA	3	6
DOCE-LESTE	IBIRAÇU	ASCOMÇU	sexta-feira, 19 de maio de 2017	PEV + PORTA A PORTA	3	6
DOCE-LESTE	JOÃO NEIVA	ARMAJON	quarta-feira, 10 de maio de 2017	PEV	1	2
DOCE-LESTE	JOÃO NEIVA	ARMAJON	sexta-feira, 12 de maio de 2017	PEV	1	2

REGIÃO	MUNICÍPIO	SIGLA	DIA DA SEMANA C.G.	MODALIDADE	FREQ. NO DIA	CAMINHÕES POR SEMANA
DOCE-LESTE	JOÃO NEIVA	ARMAJON	sexta-feira, 19 de maio de 2017	PEV	1	2
DOCE-LESTE	LINHARES	ACARLI	segunda-feira, 8 de maio de 2017	PARTICULAR	2	15
DOCE-LESTE	LINHARES	ACARLI	segunda-feira, 8 de maio de 2017	PARTICULAR	2	15
DOCE-LESTE	LINHARES	ACARLI	quarta-feira, 10 de maio de 2017	PARTICULAR	2	15
DOCE-LESTE	LINHARES	ACARLI	quinta-feira, 11 de maio de 2017	PEV	2	15
DOCE-LESTE	SOORETAMA	ASCOMSOOR	terça-feira, 9 de maio de 2017	PEV + PARTICULAR	2	10
DOCE-LESTE	SOORETAMA	ASCOMSOOR	terça-feira, 9 de maio de 2017	PEV + PARTICULAR	2	10
DOCE-LESTE	SOORETAMA	ASCOMSOOR	quarta-feira, 10 de maio de 2017	PEV + PARTICULAR	2	10
DOCE-LESTE	SOORETAMA	ASCOMSOOR	quinta-feira, 11 de maio de 2017	PEV + PARTICULAR	2	10
DOCE-OESTE	ALTO RIO NOVO	SHALOM	quarta-feira, 24 de maio de 2017	PORTA A PORTA	2	12
DOCE-OESTE	ALTO RIO NOVO	SHALOM	sexta-feira, 2 de junho de 2017	PORTA A PORTA	2	12

REGIÃO	MUNICÍPIO	SIGLA	DIA DA SEMANA C.G.	MODALIDADE	FREQ. NO DIA	CAMINHÕES POR SEMANA
DOCE-OESTE	ALTO RIO NOVO	SHALOM	quarta-feira, 7 de junho de 2017	PORTA A PORTA	2	12
DOCE-OESTE	BAIXO GUANDU	ASCAMARE	terça-feira, 23 de maio de 2017	PEV	1	6
DOCE-OESTE	BAIXO GUANDU	ASCAMARE	terça-feira, 13 de junho de 2017	PEV	1	6
DOCE-OESTE	BAIXO GUANDU	ASCAMARE	terça-feira, 27 de junho de 2017	PEV	1	6
DOCE-OESTE	COLATINA	ASCCOR	quarta-feira, 24 de maio de 2017	PEV	2	8
DOCE-OESTE	COLATINA	ASCCOR	terça-feira, 13 de junho de 2017	PEV	2	8
DOCE-OESTE	COLATINA	ASCCOR	segunda- feira, 26 de junho de 2017	PEV	2	8
DOCE-OESTE	ITAGUAÇU	ACAMARITA	quinta-feira, 25 de maio de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	4	21
DOCE-OESTE	ITAGUAÇU	ACAMARITA	quarta-feira, 14 de junho de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	4	21
DOCE-OESTE	ITAGUAÇU	ACAMARITA	segunda- feira, 26 de junho de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	4	21
DOCE-OESTE	ITARANA	ACI	terça-feira, 23 de maio de 2017	PEV + PARTICULAR	1	5

REGIÃO	MUNICÍPIO	SIGLA	DIA DA SEMANA C.G.	MODALIDADE	FREQ. NO DIA	CAMINHÕES POR SEMANA
DOCE-OESTE	ITARANA	ACI	terça-feira, 6 de junho de 2017	PEV + PARTICULAR	1	5
DOCE-OESTE	ITARANA	ACI	terça-feira, 4 de julho de 2017	PEV + PARTICULAR	1	5
DOCE-OESTE	MANTENÓPOLIS	ACAMAREM	terça-feira, 6 de junho de 2017	PORTA A PORTA	1	6
DOCE-OESTE	MANTENÓPOLIS	ACAMAREM	quarta-feira, 14 de junho de 2017	PARTICULAR	1	6
DOCE-OESTE	MANTENÓPOLIS	ACAMAREM	quinta-feira, 29 de junho de 2017	PARTICULAR	1	6
DOCE-OESTE	MARILANDIA	MARILANDIA MATERIAIS RECICLAVEIS	terça-feira, 23 de maio de 2017	PEV + PORTA A PORTA	1	5
DOCE-OESTE	MARILANDIA	MARILANDIA MATERIAIS RECICLAVEIS	quinta-feira, 1 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA	1	5
DOCE-OESTE	MARILANDIA	MARILANDIA MATERIAIS RECICLAVEIS	terça-feira, 13 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA	1	5
DOCE-OESTE	SANTA MARIA DE JETIBÁ	ASCA SAMAJET	quarta-feira, 31 de maio de 2017	PEV + PORTA A PORTA	1	3
DOCE-OESTE	SANTA MARIA DE JETIBÁ	ASCA SAMAJET	quarta-feira, 7 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA	1	3

REGIÃO	MUNICÍPIO	SIGLA	DIA DA SEMANA C.G.	MODALIDADE	FREQ. NO DIA	CAMINHÕES POR SEMANA
DOCE-OESTE	SANTA MARIA DE JETIBÁ	ASCA SAMAJET	quarta-feira, 14 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA	1	3
DOCE-OESTE	SANTA TERESA	COOPAST	sexta-feira, 26 de maio de 2017	PORTA A PORTA	1	3
DOCE-OESTE	SANTA TERESA	COOPAST	sexta-feira, 30 de junho de 2017	PORTA A PORTA	1	3
DOCE-OESTE	SANTA TERESA	COOPAST	quarta-feira, 7 de junho de 2017	PORTA A PORTA	1	3
DOCE-OESTE	SANTA TERESA	COOPAST	quarta-feira, 14 de junho de 2017	PORTA A PORTA	1	3
DOCE-OESTE	SÃO DOMINGOS DO NORTE	ACAD	terça-feira, 20 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA + PARTICULAR	1	3
DOCE-OESTE	SÃO DOMINGOS DO NORTE	ACAD	segunda-feira, 26 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA + PARTICULAR	1	3
DOCE-OESTE	SÃO DOMINGOS DO NORTE	ACAD	sexta-feira, 30 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA + PARTICULAR	1	3
DOCE-OESTE	SÃO GABRIEL DA PALHA	ASCAT	quarta-feira, 24 de maio de 2017	PEV + PORTA A PORTA	3	18
DOCE-OESTE	SÃO GABRIEL DA PALHA	ASCAT	quinta-feira, 1 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA	3	18
DOCE-OESTE	SÃO GABRIEL DA PALHA	ASCAT	quarta-feira, 7 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA + PARTICULAR	3	18

REGIÃO	MUNICÍPIO	SIGLA	DIA DA SEMANA C.G.	MODALIDADE	FREQ. NO DIA	CAMINHÕES POR SEMANA
METROPOLITANA	CARIACICA	ACAMARP	terça-feira, 13 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA + PARTICULAR	1	5
METROPOLITANA	CARIACICA	ACAMARP	sexta-feira, 30 de junho de 2017	PARTICULAR	1	3 + 5 a cada 15 dias
METROPOLITANA	CARIACICA	ACAMARP	terça-feira, 6 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA + PARTICULAR	1	5
METROPOLITANA	GUARAPARI	ASSCAMAG	quinta-feira, 18 de maio de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	3	15
METROPOLITANA	GUARAPARI	ASSCAMAG	quarta-feira, 31 de maio de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	3	15
METROPOLITANA	GUARAPARI	ASSCAMAG	terça-feira, 6 de junho de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	3	15
METROPOLITANA	SERRA	ABRASOL	terça-feira, 30 de maio de 2017	PARTICULAR	1	4
METROPOLITANA	SERRA	ABRASOL	terça-feira, 30 de maio de 2017	PORTA A PORTA	1	1
METROPOLITANA	SERRA	ABRASOL	segunda-feira, 12 de junho de 2017	PEV	1	3
METROPOLITANA	SERRA	ABRASOL	terça-feira, 20 de junho de 2017	PARTICULAR	1	4
METROPOLITANA	SERRA	AMARVILA	terça-feira, 30 de maio de 2017	PEV	1	5

REGIÃO	MUNICÍPIO	SIGLA	DIA DA SEMANA C.G.	MODALIDADE	FREQ. NO DIA	CAMINHÕES POR SEMANA
METROPOLITANA	SERRA	AMARVILA	terça-feira, 20 de junho de 2017	PEV	1	5
METROPOLITANA	SERRA	AMARVILA	sexta-feira, 23 de junho de 2017	PARTICULAR	1	5
METROPOLITANA	SERRA	RECUPERLIXO	terça-feira, 30 de maio de 2017	PEV	4	5 a cada 15 dias = 5/3 por semana
METROPOLITANA	SERRA	RECUPERLIXO	segunda-feira, 19 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA	4	16
METROPOLITANA	SERRA	RECUPERLIXO	quarta-feira, 5 de julho de 2017	PORTA A PORTA	4	4
METROPOLITANA	VIANA	ASCAMAVI	terça-feira, 30 de maio de 2017	PARTICULAR	1	12
METROPOLITANA	VIANA	ASCAMAVI	terça-feira, 6 de junho de 2017	PARTICULAR	1	12
METROPOLITANA	VIANA	ASCAMAVI	quinta-feira, 22 de junho de 2017	PORTA A PORTA	1	2
METROPOLITANA	VILA VELHA	REVIVE	quarta-feira, 3 de maio de 2017	PEV + PORTA A PORTA	2	10
METROPOLITANA	VILA VELHA	REVIVE	quarta-feira, 21 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA	2	10
METROPOLITANA	VILA VELHA	REVIVE	quinta-feira, 22 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA	2	10

REGIÃO	MUNICÍPIO	SIGLA	DIA DA SEMANA C.G.	MODALIDADE	FREQ. NO DIA	CAMINHÕES POR SEMANA
METROPOLITANA	VITÓRIA	AMARIV	quarta-feira, 14 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA	3	15
METROPOLITANA	VITÓRIA	AMARIV	quarta-feira, 21 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA	3	15
METROPOLITANA	VITÓRIA	AMARIV	quarta-feira, 5 de julho de 2017	PEV + PORTA A PORTA	3	15
METROPOLITANA	VITÓRIA	AMARV	terça-feira, 30 de maio de 2017	PEV + PORTA A PORTA	2	15
METROPOLITANA	VITÓRIA	AMARV	terça-feira, 6 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA	2	15
METROPOLITANA	VITÓRIA	AMARV	quarta-feira, 14 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA	2	15
METROPOLITANA	VITÓRIA	ASCAMARE	terça-feira, 6 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA	2	15
METROPOLITANA	VITÓRIA	ASCAMARE	quarta-feira, 7 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA	2	15
METROPOLITANA	VITÓRIA	ASCAMARE	Tarde	PEV	2	3
NORTE	ÁGUA DOCE DO NORTE	ACRADAN	quarta-feira, 21 de junho de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	1	8
NORTE	ÁGUA DOCE DO NORTE	ACRADAN	segunda-feira, 26 de junho de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	1	8

REGIÃO	MUNICÍPIO	SIGLA	DIA DA SEMANA C.G.	MODALIDADE	FREQ. NO DIA	CAMINHÕES POR SEMANA
NORTE	ÁGUA DOCE DO NORTE	ACRADAN	segunda-feira, 26 de junho de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	1	8
NORTE	BOA ESPERANÇA	ASCOMPEB	quarta-feira, 21 de junho de 2017	PEV	1	3
NORTE	BOA ESPERANÇA	ASCOMPEB	quarta-feira, 28 de junho de 2017	PEV	1	3
NORTE	BOA ESPERANÇA	ASCOMPEB	quarta-feira, 28 de junho de 2017	PEV	1	3
NORTE	JAGUARÉ	ASCAMARES	terça-feira, 20 de junho de 2017	PARTICULAR	1	5
NORTE	JAGUARÉ	ASCAMARES	segunda-feira, 26 de junho de 2017	PORTA A PORTA	1	5
NORTE	JAGUARÉ	ASCAMARES	terça-feira, 27 de junho de 2017	PARTICULAR	1	5
NORTE	NOVA VENÉCIA	ACAMARER	segunda-feira, 26 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA + PARTICULAR	4	21
NORTE	NOVA VENÉCIA	ACAMARER	terça-feira, 27 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA + PARTICULAR	4	21
NORTE	NOVA VENÉCIA	ACAMARER	terça-feira, 27 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA + PARTICULAR	4	21

REGIÃO	MUNICÍPIO	SIGLA	DIA DA SEMANA C.G.	MODALIDADE	FREQ. NO DIA	CAMINHÕES POR SEMANA
NORTE	PINHEIROS	ASCAP	terça-feira, 20 de junho de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	1	3
NORTE	PINHEIROS	ASCAP	quinta-feira, 29 de junho de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	1	3
NORTE	PINHEIROS	ASCAP	quinta-feira, 29 de junho de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	1	3
NORTE	SÃO MATEUS	RECICLAR	quarta-feira, 21 de junho de 2017	PARTICULAR	2	10
NORTE	SÃO MATEUS	RECICLAR	quarta-feira, 28 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA	2	10
NORTE	SÃO MATEUS	RECICLAR	quinta-feira, 29 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA	2	10
NORTE	SÃO MATEUS	ARRSM - RT	quarta-feira, 21 de junho de 2017	PARTICULAR	2	15
NORTE	SÃO MATEUS	ARRSM - RT	quarta-feira, 28 de junho de 2017	PARTICULAR	2	15
NORTE	SÃO MATEUS	ARRSM - RT	quinta-feira, 29 de junho de 2017	PARTICULAR	2	15
NORTE	VILA PAVÃO	ASCAMVIP	quinta-feira, 22 de junho de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	1	5
NORTE	VILA PAVÃO	ASCAMVIP	quarta-feira, 28 de junho de 2017	PEV + PARTICULAR	1	5

REGIÃO	MUNICÍPIO	SIGLA	DIA DA SEMANA C.G.	MODALIDADE	FREQ. NO DIA	CAMINHÕES POR SEMANA
NORTE	VILA PAVÃO	ASCAMVIP	quarta-feira, 28 de junho de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	1	5
SERRANA	AFONSO CLÁUDIO	AFONSO CLÁUDIO RECICLA	quinta-feira, 25 de maio de 2017	PEV	2	10
SERRANA	AFONSO CLÁUDIO	AFONSO CLÁUDIO RECICLA	quinta-feira, 29 de junho de 2017	PEV	2	10
SERRANA	AFONSO CLÁUDIO	AFONSO CLÁUDIO RECICLA	quinta-feira, 29 de junho de 2017	PEV	2	10
SERRANA	BREJETUBA	ASCOMTUBA	terça-feira, 23 de maio de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	2	10
SERRANA	BREJETUBA	ASCOMTUBA	quarta-feira, 28 de junho de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	2	10
SERRANA	BREJETUBA	ASCOMTUBA	sexta-feira, 30 de junho de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	2	10
SERRANA	CASTELO	RECICLAND O VIDA	quinta-feira, 18 de maio de 2017	PORTA A PORTA	2	10
SERRANA	CASTELO	RECICLAND O VIDA	quarta-feira, 31 de maio de 2017	PORTA A PORTA	2	10
SERRANA	CASTELO	RECICLAND O VIDA	sexta-feira, 9 de junho de 2017	PARTICULAR	2	10
SERRANA	CONCEIÇÃO DO CASTELO	ASCONCA	sexta-feira, 19 de maio de 2017	PEV	2	6

REGIÃO	MUNICÍPIO	SIGLA	DIA DA SEMANA C.G.	MODALIDADE	FREQ. NO DIA	CAMINHÕES POR SEMANA
SERRANA	CONCEIÇÃO DO CASTELO	ASCONCA	quarta-feira, 31 de maio de 2017	PEV	2	6
SERRANA	CONCEIÇÃO DO CASTELO	ASCONCA	sexta-feira, 9 de junho de 2017	PEV	2	6
SERRANA	DOMINGOS MARTINS	ASCDM	terça-feira, 16 de maio de 2017	PORTA A PORTA	1	5
SERRANA	DOMINGOS MARTINS	ASCDM	sexta-feira, 2 de junho de 2017	PORTA A PORTA	1	5
SERRANA	DOMINGOS MARTINS	ASCDM	terça-feira, 13 de junho de 2017	PORTA A PORTA	1	5
SERRANA	IBITIRAMA	ASCAMI	sexta-feira, 19 de maio de 2017	PARTICULAR	1	3
SERRANA	IBITIRAMA	ASCAMI	quarta-feira, 31 de maio de 2017	PARTICULAR	1	3
SERRANA	IBITIRAMA	ASCAMI	sexta-feira, 9 de junho de 2017	PARTICULAR	1	3
SERRANA	IRUPI	ASCOMPI	sexta-feira, 26 de maio de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	2	12
SERRANA	IRUPI	ASCOMPI	sexta-feira, 2 de junho de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	2	12
SERRANA	IRUPI	ASCOMPI	sexta-feira, 9 de junho de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	2	12

REGIÃO	MUNICÍPIO	SIGLA	DIA DA SEMANA C.G.	MODALIDADE	FREQ. NO DIA	CAMINHÕES POR SEMANA
SERRANA	IUNA	ASCOMRI	quinta-feira, 25 de maio de 2017	PEV + PARTICULAR	3	12
SERRANA	IUNA	ASCOMRI	sexta-feira, 2 de junho de 2017	PEV + PARTICULAR	3	12
SERRANA	IUNA	ASCOMRI	quarta-feira, 28 de junho de 2017	PEV + PARTICULAR	3	12
SERRANA	MARECHAL FLORIANO	ASCAREMAF	sexta-feira, 26 de maio de 2017	PEV + PORTA A PORTA	1	5
SERRANA	MARECHAL FLORIANO	ASCAREMAF	sexta-feira, 2 de junho de 2017	PARTICULAR	1	1
SERRANA	MARECHAL FLORIANO	ASCAREMAF	terça-feira, 13 de junho de 2017	PARTICULAR	1	1
SERRANA	MUNIZ FREIRE	ACAGERR	quinta-feira, 25 de maio de 2017	PEV + PARTICULAR	2	10
SERRANA	MUNIZ FREIRE	ACAGERR	quinta-feira, 8 de junho de 2017	PEV + PARTICULAR	2	10
SERRANA	MUNIZ FREIRE	ACAGERR	quarta-feira, 14 de junho de 2017	PEV + PARTICULAR	2	10
SERRANA	MUNIZ FREIRE	ACAGERR	quinta-feira, 1 de junho de 2017	PEV + PARTICULAR	2	10
SERRANA	VENDA NOVA DO IMIGRANTE	ASCAVENI	terça-feira, 23 de maio de 2017	PORTA A PORTA	4	20

REGIÃO	MUNICÍPIO	SIGLA	DIA DA SEMANA C.G.	MODALIDADE	FREQ. NO DIA	CAMINHÕES POR SEMANA
SERRANA	VENDA NOVA DO IMIGRANTE	ASCAVENI	quinta-feira, 1 de junho de 2017	PORTA A PORTA	4	20
SERRANA	VENDA NOVA DO IMIGRANTE	ASCAVENI	quinta-feira, 8 de junho de 2017	PORTA A PORTA	4	20
SUL	ALEGRE	ASCOMA	quarta-feira, 24 de maio de 2017	PEV	2	10
SUL	ALEGRE	ASCOMA	terça-feira, 4 de julho de 2017	PARTICULAR	2	10
SUL	ALEGRE	ASCOMA	terça-feira, 4 de julho de 2017	PARTICULAR	2	10
SUL	ANCHIETA	UNIPRAN	quinta-feira, 11 de maio de 2017	PEV + PORTA A PORTA	2	4
SUL	ANCHIETA	UNIPRAN	quarta-feira, 31 de maio de 2017	PEV + PORTA A PORTA + PARTICULAR	2	4
SUL	ANCHIETA	UNIPRAN	terça-feira, 6 de junho de 2017	PORTA A PORTA	1	4
SUL	ATÍLIO VIVÁCQUA	RECICLANDO PARA O FUTURO	quarta-feira, 17 de maio de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	2	10
SUL	ATÍLIO VIVÁCQUA	RECICLANDO PARA O FUTURO	sexta-feira, 2 de junho de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	2	10
SUL	ATÍLIO VIVÁCQUA	RECICLANDO PARA O FUTURO	sexta-feira, 9 de junho de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	2	10

REGIÃO	MUNICÍPIO	SIGLA	DIA DA SEMANA C.G.	MODALIDADE	FREQ. NO DIA	CAMINHÕES POR SEMANA
SUL	CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM	ASCOMIRIM	quinta-feira, 18 de maio de 2017	PEV + PORTA A PORTA + PARTICULAR	4	20
SUL	CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM	ASCOMIRIM	quinta-feira, 18 de maio de 2017	PEV + PORTA A PORTA + PARTICULAR	4	20
SUL	CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM	ASCOMIRIM	quinta-feira, 1 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA + PARTICULAR	4	20
SUL	CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM	ASCOMIRIM	quinta-feira, 8 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA + PARTICULAR	4	20
SUL	DORES DO RIO PRETO	ASCOMDEP	quarta-feira, 17 de maio de 2017	PORTA A PORTA	2	6
SUL	DORES DO RIO PRETO	ASCOMDEP	quarta-feira, 17 de maio de 2017	PARTICULAR	2	6
SUL	DORES DO RIO PRETO	ASCOMDEP	sexta-feira, 2 de junho de 2017	PORTA A PORTA	2	6
SUL	DORES DO RIO PRETO	ASCOMDEP	sexta-feira, 9 de junho de 2017	PORTA A PORTA	2	6
SUL	GUAÇUI	ASGUAMAR	quinta-feira, 18 de maio de 2017	PEV + PORTA A PORTA + PARTICULAR	2	10
SUL	GUAÇUI	ASGUAMAR	quinta-feira, 18 de maio de 2017	PEV + PORTA A PORTA + PARTICULAR	2	10
SUL	GUAÇUI	ASGUAMAR	quinta-feira, 1 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA + PARTICULAR	2	10

REGIÃO	MUNICÍPIO	SIGLA	DIA DA SEMANA C.G.	MODALIDADE	FREQ. NO DIA	CAMINHÕES POR SEMANA
SUL	GUAÇUI	ASGUAMAR	quinta-feira, 8 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA + PARTICULAR	2	10
SUL	ICONHA	AMARI	terça-feira, 16 de maio de 2017	PEV + PARTICULAR	2	10
SUL	ICONHA	AMARI	quarta-feira, 31 de maio de 2017	PORTA A PORTA	2	10
SUL	ICONHA	AMARI	quarta-feira, 7 de junho de 2017	PEV	2	10
SUL	ITAPEMIRIM	ASCAMARI	quarta-feira, 17 de maio de 2017	PEV	1	5
SUL	ITAPEMIRIM	ASCAMARI	quarta-feira, 31 de maio de 2017	PEV	1	5
SUL	ITAPEMIRIM	ASCAMARI	quarta-feira, 7 de junho de 2017	PEV + PARTICULAR	1	5
SUL	JERONIMO MONTEIRO	RECICLA-JEM	terça-feira, 16 de maio de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	1	5
SUL	JERONIMO MONTEIRO	RECICLA-JEM	quinta-feira, 1 de junho de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	1	5
SUL	JERONIMO MONTEIRO	RECICLA-JEM	quinta-feira, 8 de junho de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	1	5
SUL	MARATAIZES	CATADORES DE ESPERANÇA	terça-feira, 16 de maio de 2017	PEV + PARTICULAR	2	10

REGIÃO	MUNICÍPIO	SIGLA	DIA DA SEMANA C.G.	MODALIDADE	FREQ. NO DIA	CAMINHÕES POR SEMANA
SUL	MARATAIZES	CATADORES DE ESPERANÇA	quarta-feira, 31 de maio de 2017	PEV + PARTICULAR	2	10
SUL	MARATAIZES	CATADORES DE ESPERANÇA	terça-feira, 6 de junho de 2017	PEV + PARTICULAR	2	10
SUL	MIMOSO DO SUL	ACMRMS	quinta-feira, 18 de maio de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	2	10
SUL	MIMOSO DO SUL	ACMRMS	quinta-feira, 1 de junho de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	2	10
SUL	MIMOSO DO SUL	ACMRMS	quinta-feira, 8 de junho de 2017	PORTA A PORTA + PARTICULAR	2	10
SUL	MUQUI	ASCAMAREM	quarta-feira, 17 de maio de 2017	PEV + PARTICULAR	2	10
SUL	MUQUI	ASCAMAREM	quinta-feira, 1 de junho de 2017	PEV + PARTICULAR	2	10
SUL	MUQUI	ASCAMAREM	quinta-feira, 8 de junho de 2017	PEV + PARTICULAR	2	10
SUL	PRESIDENTE KENNEDY	ASCPK	sexta-feira, 19 de maio de 2017	PEV	1	5
SUL	PRESIDENTE KENNEDY	ASCPK	quarta-feira, 31 de maio de 2017	PEV	1	5
SUL	PRESIDENTE KENNEDY	ASCPK	quarta-feira, 7 de junho de 2017	PEV	1	5

REGIÃO	MUNICÍPIO	SIGLA	DIA DA SEMANA C.G.	MODALIDADE	FREQ. NO DIA	CAMINHÕES POR SEMANA
SUL	RIO NOVO DO SUL	ASCAREN OV O	terça-feira, 16 de maio de 2017	PEV + PARTICULAR	2	2
SUL	RIO NOVO DO SUL	ASCAREN OV O	sexta-feira, 2 de junho de 2017	PEV	2	5
SUL	RIO NOVO DO SUL	ASCAREN OV O	terça-feira, 6 de junho de 2017	PEV	2	5
SUL	SÃO JOSÉ DO CALÇADO	ACALC	quarta-feira, 17 de maio de 2017	PEV + PORTA A PORTA + PARTICULAR	1	5
SUL	SÃO JOSÉ DO CALÇADO	ACALC	quinta-feira, 1 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA + PARTICULAR	1	5
SUL	SÃO JOSÉ DO CALÇADO	ACALC	quinta-feira, 8 de junho de 2017	PEV + PORTA A PORTA + PARTICULAR	1	5