

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

CAROLINA CASTILHO VIZEU

**ANÁLISE DOS RESÍDUOS DOMICILIARES EM EDIFICAÇÕES
MULTIFAMILIARES**

VITÓRIA
2020

CAROLINA CASTILHO VIZEU

**ANÁLISE DOS RESÍDUOS DOMICILIARES EM EDIFICAÇÕES
MULTIFAMILIARES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração Construção Civil
Orientadora: Prof^a. Dr^a Cristina Engel de Alvarez.

**VITÓRIA
2020**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

**ANÁLISE DOS RESÍDUOS DOMICILIARES EM EDIFICAÇÕES
MULTIFAMILIARES**

Carolina Castilho Vizeu

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Civil do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de Construção Civil.

Aprovada no dia **24 de agosto de 2020** por:

Profa. Dra. Cristina Engel de Alvarez
Doutora em Arquitetura e Urbanismo
Orientadora – UFES

Profa. Dra. Geilma Lima Vieira
Doutora em Engenharia Civil
Examinadora Interna – UFES

Profa. Dra. Cláudia Rodrigues Teles
Doutora em Engenharia Elétrica
Examinadora Externa - UFES

Vitória – ES, agosto de 2020

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

Vizeu, Carolina Castilho, 1988-
V864a ANÁLISE DOS RESÍDUOS DOMICILIARES EM
EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES / Carolina Castilho Vizeu.
2020.
149 f. : il.

Orientadora: Cristina Engel de Alvarez.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Gestão integrada de resíduos sólidos. 2. Coleta seletiva de lixo. 3. Edifícios de apartamentos. I. Alvarez, Cristina Engel de. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. III. Título.

CDU: 624

“Você ganha força, coragem e confiança através de cada experiência em que você realmente para e encara o medo de frente”.

(Eleanor Roosevelt)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que me deu saúde e força para continuar seguindo em frente quando eu estava perdendo as esperanças, conduzindo as minhas decisões para conclusão deste estudo.

Aos meus pais Antonio e Fátima, e aos irmãos Felipe e Antonio Neto pelo amor, carinho e por sempre acreditaram em mim e no meu potencial. Amo minha família, são meu suporte sempre.

A minha orientadora, professora Dr^a. Cristina Engel de Alvarez, por buscar meios de ajudar com o tema que escolhi, ajudando a afinar os objetivos e metodologias viáveis.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, que dividiram seus conhecimentos conosco.

Ao meu namorado, Heitor, pelo carinho e compreensão durante este período, me acompanhando durante a coleta de dados noturna e não me deixando desistir.

As minhas amigas da Universidade, especialmente Malena, Ana Karol, Bruna e Jéssica.

Aos funcionários da secretaria de Meio Ambiente do município de Vitória, Olimpyo e Mitsue, por serem solícitos e disponibilizarem informações e dados para a pesquisa.

Aos funcionários da coleta seletiva, Marcelo, Fabrício e Alemão, por permitirem que eu me juntasse a eles durante a coleta dos resíduos secos.

A todos os associados da ASCAMARE, em especial Zé Carlos e Maria (saíram da associação) e Jussara e Josi, pela estrutura física disponibilizada para realização do estudo, almoços e conversas.

RESUMO

As questões relacionadas aos resíduos sólidos no mundo ficam cada dia mais evidentes. No Brasil, é perceptível que, mesmo após a criação e implementação de legislação específica nas esferas nacional, estadual e municipal, os resíduos continuam não recebendo o destino e tratamento adequados. Também se observa que o quantitativo de material disponível para reaproveitamento ou reciclagem, com destinação às associações de catadores, poderia ser ampliado, reduzindo o volume atualmente descartado nos aterros sanitários. Esta pesquisa teve como objetivo, analisar a composição gravimétrica dos resíduos secos, assim como os volumes de resíduos úmidos gerados pelas edificações multifamiliares participantes do programa de coleta seletiva do município de Vitória (ES), tendo como recorte territorial o bairro Jardim da Penha. Elencar os benefícios ambientais que esses programas proporcionam e indicar possíveis melhorias são objetivos adicionais destacados neste estudo. Para tanto, o processo metodológico considerou três etapas, sendo estas: a relação com o tratamento e a disposição final adequada aos resíduos; a coleta e sistematização de dados, com um estudo de caso pertinente à ampliação do programa municipal de resíduos em Vitória e, a análise e avaliação dos resultados, que apresentam um aumento de mais de 1000% no consumo de vidro e 111,8% na utilização do papelão, assim como uma diminuição de 62% do plástico considerando o comparativo entre o ano de 2011 e de 2019. O estudo também revelou que um edifício neste bairro produz em média 38 quilos de resíduo úmido por dia e 56 quilos de seco por semana e, cada morador gera em média 700 gramas por dia, sendo 570 gramas de úmido e 130 gramas de seco. Destaca-se que se o programa de coleta seletiva atendesse pelo menos 30% do bairro, mais de 4 toneladas de material reciclável deixariam de seguir para os aterros e seguiriam para as associações de catadores em apenas uma semana. Diante do exposto, nota-se a importância e necessidade do estudo e análise do problema, visto que os resíduos recicláveis alimentam uma indústria crescente e beneficiam tanto nos âmbitos ambiental, social e econômico, destinando e tratando de maneira adequada tais resíduos e gerando renda para os catadores e seus familiares.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos Urbanos, Política Nacional, Coleta Seletiva, Região Metropolitana da Grande Vitória.

ABSTRACT

The issues related to solid waste in the world are increasingly evident. In Brazil, it is noticeable that, even after the creation and implementation of specific legislation in the national, state and municipal spheres, the waste still does not receive the appropriate destination and treatment. It is also observed that the quantity of material available for reuse or recycling, destined for associations of collectors, could be increased, reducing the volume currently discarded in landfills. This research aimed to analyze the gravimetric composition of dry residues, as well as the volumes of wet residues generated by the multifamily buildings participating in the selective collection program in the municipality of Vitória (ES), with the Jardim da Penha neighborhood as a territorial cut. List the environmental benefits that these programs provide and indicate possible improvements are additional objectives highlighted in this study. For this, the methodological process considered three stages, these being: the relationship with the treatment and the final disposal appropriate to the waste; the collection and systematization of data, with a case study relevant to the expansion of the municipal waste program in Vitória, and the analysis and evaluation of the results, which show an increase of more than 1000% in the consumption of glass and 111.8% in the use of cardboard, as well as a 62% decrease in plastic considering the comparison between the year 2011 and 2019. The study also revealed that a building in this neighborhood produces an average of 38 kilos of wet waste per day and 56 kilos of dry per week and that each resident generates on average, 700 grams per day, being 570 grams of wet and 130 grams of dry. It is noteworthy that if the selective collection program served at least 30% of the neighborhood, more than 4 tons of recyclable material would stop going to landfills and would go to waste pickers associations in just one week. In view of the above, the importance and necessity of studying and analyzing the problem is noted, since recyclable waste feeds a growing industry and benefits both environmental, social and economic spheres, appropriately allocating and treating such waste and generating income for waste pickers and their families.

Keywords: Urban Solid Waste, National Policy, Selective Collection, Greater Vitória Metropolitan Region.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Geração Mundial de Resíduos.....	28
Figura 2: Situação dos resíduos sólidos no mundo segundo fatores de densidade demográfica e nível de renda da população	31
Figura 3: Abrangência da coleta seletiva 2017/2018.....	44
Figura 4: Funcionamento das Bolsas de Resíduos.....	52
Figura 5: Esquema geral das etapas adotadas nos procedimentos da pesquisa	76
Figura 6: Demarcação do bairro de Jardim da Penha.....	77
Figura 7: Mapa da Região Administrativa 9	77
Figura 8: Localização das edificações selecionadas para a amostra.....	80
Figura 9: Localização das 28 edificações.....	85
Figura 10: Balança digital da associação ASCAMARE	87
Figura 11: Tambor de lixo, 200 litros Tara = 10kg.....	87
Figura 12: Tambor de lixo, 200 litros Tara = 10kg.....	87
Figura 13: Balde para pesagem de resíduos, 7,5 litros – Tara 285gr.....	87
Figura 14: Bag de polietileno (1000 litros).....	88
Figura 15: Contentor de resíduos (240 litros).....	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação de Resíduos Sólidos NBR 10.004	24
Quadro 2: Classificação de Resíduos Sólidos quanto à origem.....	25
Quadro 3: Bolsas de Resíduos.....	53
Quadro 4: Características dos plásticos encontrados nos resíduos sólidos urbanos	62
Quadro 5: Ganhos ambientais proporcionados pelo reprocessamento de cada tonelada de material reciclável	71
Quadro 6: Categorias de triagem primária em revisão de métodos de estudos de caracterização de resíduos sólidos	81
Quadro 7: Descrição dos dias de coleta.....	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Implantação de coleta seletiva no Brasil	43
Tabela 2: Preço médio dos materiais recicláveis em 2018	51
Tabela 3: Relação dos gastos Material x Água/ Energia/ CO ₂	72
Tabela 4: População residente por sexo e grupo de idade no bairro Jardim da Penha – 2010	78
Tabela 5: Domicílios particulares permanentes e Moradores em domicílios particulares permanentes, segundo a espécie de unidade doméstica, no bairro Jardim da Penha - Vitória (ES) - 2010.....	79
Tabela 6: Enumeração dos 10 condomínios analisados, em função do número de apartamentos e da quantidade de pavimentos.....	80
Tabela 7: Levantamento das edificações	83
Tabela 8: Levantamento das edificações selecionadas	84
Tabela 9: Enumeração dos 28 condomínios estudados, em função do número de apartamentos e da quantidade de pavimentos.....	85
Tabela 10: Coleta Gravimétrica realizada em 2 de outubro de 2018	90
Tabela 11: Coleta Gravimétrica realizada em 16 de outubro de 2018	91
Tabela 12: Média dos materiais gerados na semana.....	94
Tabela 13: desvio padrão e volume médio dos Resíduos Secos.....	106
Tabela 14: quantidade de resíduos de volume para Quilogramas (Kgs).....	106
Tabela 15: média semanal de resíduos secos	107
Tabela 16: média de resíduos secos por morador	107
Tabela 17: Distribuição do volume dos Resíduos secos - 2ª semana de março de 2019	108
Tabela 18: desvio padrão e volume médios dos Resíduos Úmidos	109
Tabela 19: Desvio padrão e volume médios dos Resíduos Úmidos	110
Tabela 20: média semanal de resíduos úmidos	110
Tabela 21: média de resíduos úmidos por morador	111
Tabela 22: Distribuição do volume dos Resíduos úmidos - 3ª semana de fevereiro de 2019	111
Tabela 23: Recursos aplicados na coleta de RSU e demais serviços de limpeza urbana na região sudeste.....	113
Tabela 24: Médias dos resíduos secos considerando 10%, 30%, 50%, 70% e 100% dos edifícios do bairro	114
Tabela 25: Valores médios por peso de material	116
Tabela 26: Consumo de água e energia	118

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Geração Mundial de Resíduos	27
Gráfico 2: Geração de resíduos urbanos	30
Gráfico 3: <i>Ranking</i> global da reciclagem	30
Gráfico 4: Disposição Final de RSU no Brasil por tipo de destinação (t/dia)	31
Gráfico 5: Municípios com Coleta Seletiva em 2018	43
Gráfico 6: População atendida pela Coleta Seletiva em 2018.....	43
Gráfico 7: Composição gravimétrica da coleta seletiva	45
Gráfico 8: Coleta seletiva em Vitória (ES) t./ano	46
Gráfico 9: Resíduos Sólidos Urbanos em Vitória (ES) - t/ano	46
Gráfico 10: Tipos de acidentes de trabalho	48
Gráfico 11: Volume de materiais recicláveis recuperados por meio do programa “Dê a mão para o futuro” em (toneladas/ano)	50
Gráfico 12: Volume total coletado pelas cooperativas e associações de catadores em 2017 e 2018, por tipo de material (toneladas e % do total)	50
Gráfico 13: Índice mundial de reciclagem	54
Gráfico 14: Produção brasileira de papéis por tipo, ano 2015.....	59
Gráfico 15: Volume coletado dos resíduos de papel em 2017 e 2018 (toneladas)	60
Gráfico 16: Volume coletado dos resíduos de plástico em 2017 e 2018 (toneladas)	63
Gráfico 17: Volume coletado dos resíduos de vidro em 2017 e 2018 (toneladas)	66
Gráfico 18: Volume coletado dos resíduos metálicos em 2017 e 2018 (toneladas)	69
Gráfico 19: Volume coletado dos resíduos orgânicos e materiais diversos em 2017 e 2018 (toneladas)	71
Gráfico 20: Composição gravimétrica dos resíduos coletados e medidos do dia 16 de outubro de 2018	92
Gráfico 21: Quantitativo médio de resíduos coletados nos dois dias de outubro de 2018	95
Gráfico 22: Composição gravimétrica dos resíduos coletados e medidos do dia 23 de outubro de 2018	96
Gráfico 23: Composição gravimétrica dos resíduos coletados e medido do dia 26 de outubro de 2018	96
Gráfico 24: Composição gravimétrica em volume do total de resíduos sólidos da coleta seletiva de condomínios	96
Gráfico 25: Comparação dos percentuais gravimétricos do papel, em peso, encontrados na presente pesquisa e nos estudos de Laignier (2001), Morigaki (2003), Bringhenti <i>et al.</i> (2009) e CEMPRE (2010)	97
Gráfico 26: Composição gravimétrica do papel.....	98

Gráfico 27: Composição gravimétrica do papel.....	98
Gráfico 28: Comparação dos percentuais gravimétricos do plástico, em peso, encontrados na presente pesquisa e nos estudos de Laignier (2001), Morigaki (2003), Bringhenti <i>et al.</i> (2009) e CEMPRE (2010).	99
Gráfico 29: Composição gravimétrica do plástico	100
Gráfico 30: Composição gravimétrica do plástico	100
Gráfico 31: Comparação dos percentuais gravimétricos do metal, em peso, encontrados na presente pesquisa e nos estudos de Laignier (2001), Morigaki (2003), Bringhenti <i>et al.</i> (2009) e CEMPRE (2010).	102
Gráfico 32: Composição gravimétrica do metal.....	103
Gráfico 33: Composição gravimétrica do metal.....	103
Gráfico 34: Comparação dos percentuais gravimétricos do vidro, em peso, encontrados na presente pesquisa e nos estudos de Laignier (2001), Morigaki (2003), Bringhenti <i>et al.</i> (2009) e CEMPRE (2010).	104
Gráfico 35: Composição gravimétrica do vidro.....	104
Gráfico 36: Composição gravimétrica do vidro.....	104
Gráfico 37: Valores médios por etapa, em peso (kg), em função dos tipos de material	108
Gráfico 38: Valores médios por etapa, em volume (m ³), em função dos tipos de material	108
Gráfico 39: Geração de RSU nas regiões, coleta <i>per capita</i> (kg/hab/dia)	112
Gráfico 40: Geração de RSU na região Sudeste, coleta <i>per capita</i> (kg/hab/dia)	113
Gráfico 41: Coleta de RSU na região Sudeste, coleta <i>per capita</i> (kg/hab/dia)	113

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS
AMARIV – ASSOCIAÇÃO DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS DA ILHA DE VITÓRIA
ASCAMARE – ASSOCIAÇÃO DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS DE VITÓRIA
CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL COM A RECICLAGEM
CONAMA – CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE
EEE – EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS
EPI – EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL
GEARSOL – GRUPO DE ESTUDOS AMBIENTAIS EM RESÍDUOS SÓLIDOS
GEMA – GRUPO DE ESTUDO EM MODELAGEM AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE
IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA
IFES – INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
IRMR – ÍNDICE DE RECUPERAÇÃO DE MATERIAIS RECICLÁVEIS
PERS – POLÍTICA ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
PNSB – PROGRAMA NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO
PNRS – POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
PEAD – POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE
PEBD – POLIETILENO DE BAIXA DENSIDADE
PET – POLIETILENO TEREFALATO
PP – POLIPROPILENO
PS – POLIESTIRENO
PS-ISO - POLIESTIRENO ISOPOR
PVC – POLICLORETO DE VINILA
PMV – PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA
REEE – RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS
SIBR - SISTEMA INTEGRADO DE BOLSA DE RESÍDUOS.
SEMFA – SECRETARIA MUNICIPAL DE FAZENDA.
SEMSE – SECRETARIA MUNICIPAL DE SERVIÇOS
UFES – UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
UT – UNIDADE DE TRANSBORDO

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	JUSTIFICATIVA.....	19
1.2	OBJETIVO GERAL.....	20
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	21
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
2.1	GESTÃO DE RESÍDUOS.....	23
2.1.1	Política Nacional De Resíduos Sólidos e do Meio Ambiente.....	23
2.1.2	Gestão dos Resíduos.....	27
2.1.3	Gestão de Resíduos Nacional, Estadual E Municipal.....	32
2.1.4	Educação Ambiental.....	33
2.1.5	Análise do Ciclo de Vida e Logística Reversa.....	36
2.1.6	Compostagem.....	39
2.1.7	Coleta Seletiva.....	42
	2.1.7.1 Coleta Seletiva no Município de Vitória – ES.....	45
2.1.8	Associação de Catadores.....	47
2.1.9	Bolsa de Resíduos.....	51
2.1.10	Disposição do Lixo.....	54
	2.1.10.1 Lixão.....	54
	2.1.10.2 Aterro Controlado.....	55
	2.1.10.3 Aterro Sanitário.....	56
2.1.11	Materiais Recicláveis.....	57
	2.1.11.1 Papel.....	58
	2.1.11.2 Plástico.....	61
	2.1.11.3 Vidro.....	65
	2.1.11.4 Metal.....	68
	2.1.11.5 Outros.....	70
2.2	EXEMPLOS DE POLÍTICAS RELACIONADAS AOS RESÍDUOS SÓLIDOS...	73
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	76
3.1	LOCAL DE ESTUDO.....	77
3.2	AMOSTRAGEM DO ESTUDO.....	79
3.2.1	Planejamento amostral para gravimetria.....	79
3.2.2	Planejamento amostral dos resíduos secos e úmidos.....	82
3.3	COLETA DE DADOS.....	86
3.4	ANÁLISE DOS DADOS.....	88

3.4.1	Análise Gravimétrica dos Resíduos Domiciliares de Coleta Seletiva.....	89
3.4.2	Análise do Volume dos Resíduos Domiciliares Secos e Úmidos.....	89
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	90
4.1	ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA.....	90
4.1.1	A Composição gravimétrica do Papel.....	97
4.1.2	A Composição gravimétrica do Plástico	99
4.1.3	Composição gravimétrica do Metal	102
4.1.4	Composição gravimétrica do Vidro.....	103
4.2	ANÁLISE DO VOLUME DOS RESÍDUOS DOMICILIARES SECOS E ÚMIDOS 105	
4.3	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	121
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	126
	ANEXO A: PLANILHA DE ANOTAÇÃO DOS PESOS (KG) DOS MATERIAIS PROVENIENTES DA CSV, APÓS TRIAGEM USADA POR LAIGNIER (2001)141
	APÊNDICE A: MODELO UTILIZADO DURANTE A TRIAGEM DOS MATERIAIS DO PROGRAMA DE COLETA SELETIVA.....	142
	APÊNDICE B: MODELO UTILIZADO DURANTE A VERIFICAÇÃO DOS VOLUMES DE RESÍDUOS ÚMIDOS.....	144
	APÊNDICE C: MODELO UTILIZADO DURANTE A VERIFICAÇÃO DOS VOLUMES DE RESÍDUOS SECOS.....	145
	APÊNDICE D: GRAVIMETRIA DOS RESÍDUOS SECOS DE 16 DE OUTUBRO DE 2018	146
	APÊNDICE E: GRAVIMETRIA DOS RESÍDUOS SECOS DE 23 DE OUTUBRO DE 2018	147
	APÊNDICE F: GRAVIMETRIA DOS RESÍDUOS SECOS DE 26 DE OUTUBRO DE 2018	149

1 INTRODUÇÃO

O tratamento e destinação do lixo urbano é um problema que atinge o Brasil e o mundo e sua solução parece cada vez mais distante de acontecer. Trata-se de uma questão ambiental e de saúde, principalmente quando os resíduos sólidos têm como destino final aterros não controlados ou lixões, tornando-se um risco ao meio ambiente, uma vez que nesses lixões as doenças se propagam e o solo, a água e os lençóis freáticos podem ser contaminados.

O histórico dos resíduos sólidos remonta ao século XVIII, quando o crescimento da industrialização contribuiu para o aumento na geração de resíduos sólidos urbanos (URBAN, 2015). Oriundos das atividades diárias do homem, sejam elas domésticas ou industriais, esses resíduos passaram a representar um problema no processo de gestão do setor público e ambiental. Se inicialmente eram poucas as preocupações quanto às consequências do descarte inadequado desse material, as quantidades significativas de resíduos não orgânicos agora geradas e de difícil absorção pelo ambiente natural passaram a ser um problema (BOSCOV, 2008).

O volume de resíduos, especialmente os não biodegradáveis, vêm crescendo constantemente à medida que o poder de compra da população aumenta, principalmente pela maior disponibilidade de crédito, aumentando assim a produção de bens de consumo (PASCHOALIN FILHO *et al.* 2014). Entretanto, esse desenvolvimento não atingiu os processos de produção, que foram mais resistentes às mudanças e ainda são predominantemente baseados no modo econômico linear de extração - fabricação-uso-descarte (RIBEIRO; KRUGLIANSKAS, 2014).

Segundo Paschoalin Filho *et al.* (2014), a geração de Resíduos Sólidos Urbanos - RSU é ininterrupta, uma vez que o consumo por parte da população é diário e dificilmente deixa de existir, o que exige uma gestão consciente de seu manejo e destinação, tanto na esfera pública como na privada. Nesse sentido, Fadini e Fadini (2001) afirma que a produção de resíduos também está relacionada ao poder aquisitivo da população, confirmando os dados de Emerich, Mattos e Leão (2014) de que os países mais ricos possuem um maior percentual de resíduos descartáveis, enquanto países pobres tem tendência a produzir uma maior

quantidade de resíduos orgânicos. Para Bassani (2011) a produção e o consumo de bens cada vez menos duráveis trazem cada vez mais riscos ao meio ambiente.

De acordo com URBAN (2015), a sociedade moderna tem atualmente a maior concentração de pessoas em áreas urbanas de toda a história e produz cada vez mais resíduos sólidos, cujo manejo inadequado gera problemas socioambientais, econômicos e de saúde pública. Segundo Bringhenti *et al.* (2019), o fenômeno da urbanização, em âmbito mundial, tem se intensificado ao longo dos anos. Em 2014, 54% da população mundial vivia em áreas urbanas, e as estatísticas de projeção apontam para 66% em 2050 (UNITED NATIONS, 2014). No Brasil, de acordo com o Censo 2010, 84,4% da população está vivendo em áreas urbanas e 15,6%, em zonas rurais (OLIVEIRA, 2017).

Bringhenti *et al.* (2019), descrevem que no início deste século (XXI) a proporção de pessoas que residem em apartamentos quase dobrou em mais de 1.500 municípios brasileiros. Diante desses dados, as mesmas autoras afirmam que essa mudança habitacional verticalizada impacta nos serviços urbanos e sobrecarrega o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos. Sendo assim, a busca por soluções para a destinação final dos resíduos tem constituído expressivo desafio, sobretudo no que se refere à prevenção à poluição do solo, do ar e dos recursos hídricos (OLIVEIRA, 2016). Nesse sentido, torna-se importante pensar a implementação de serviços de coleta seletiva e a promoção de ações de reciclagem, de maneira a valorizar os resíduos descartados e reduzir os volumes enviados para aterros (PASCHOALIN FILHO *et al.*, 2014).

Dito isso, para atender ao que se refere ao processo de gerenciamento de resíduos sólidos, em 2010 foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), através da Lei Federal nº 12.305/2010, que determinou, entre outras coisas, que fossem cobrados dos municípios a eliminação dos lixões e implantação dos aterros sanitários, considerando que esses deveriam receber apenas rejeitos. A PNRS também trata da coleta seletiva e define para esta, a necessidade de participação de cooperativas ou outras formas de associações, como as de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis compostas por pessoas de baixa renda (BRASIL, 2010). No entanto, até o ano de 2018 apenas 22% dos municípios brasileiros possuíam alguma coleta desse tipo (CEMPRE,

2019), sendo que o total recolhido nesses locais representa 13% dos resíduos encaminhados à reciclagem e, desse total, apenas 3% de fato é reaproveitado, de acordo com o PNRS (SILVA, 2017).

A adesão a esses programas de coleta seletiva ainda é pequena devido à baixa proporção de materiais recicláveis que entram na indústria através de programas de coleta seletiva ou logística reversa (IPEA, 2013). Ainda, de acordo com Marshall e Farahbakhsh (2013), os aspectos ambientais e de saúde são os condutores na gestão de resíduos sólidos nos países industrializados, mas que nos países em desenvolvimento ou emergentes, outros aspectos mais urgentes retardam essa trajetória, como urbanização, desigualdade, crescimento econômico, aspectos culturais e socioeconômicos, políticos e questões institucionais. Segundo Anghinolfi *et al.* (2013) os problemas com o recolhimento, transporte, tratamento e descarte final dos resíduos são questões que também retardam esse processo.

Portanto, mesmo diante da preocupação do Governo Federal voltada às questões do tratamento dos resíduos, o gerenciamento integral ainda está distante da realidade de muitos municípios. Dutra (2016) afirma que é notório que os municípios brasileiros encontram dificuldades para atender à PNRS e isso acarreta em um aumento no custo para a destinação correta dos resíduos.

Segundo dados do CEMPRE, os custos com a coleta seletiva são 4,6 vezes maiores que os da coleta convencional, sendo, portanto, um desafio para muitos gestores municipais (VILHENA *et al.*, 2018).

1.1 JUSTIFICATIVA

A quantidade de resíduos sólidos é crescente e o impacto ambiental que eles causam também, caso não tenham tratamento ou destinação correta. Separar o lixo deveria ser responsabilidade de toda a sociedade, contudo, além de não usufruírem de programas de coleta, muitas pessoas não sabem como separá-lo. É preciso uma gestão que permita uma melhor disposição aos resíduos, possibilitando um menor consumo de recursos naturais, auxiliando para uma economia mais viável e sustentável. Sabe-se que cada resíduo gerado tem a sua

especificidade e, associado ao manejo, têm-se alternativas como a reciclagem, o que contribui para que o meio ambiente seja preservado.

Para Dutra (2016, p. 23), “a reciclagem é uma alternativa viável para a destinação ambientalmente correta de resíduos sólidos, quando vencidas as possibilidades de não geração, redução ou reutilização preconizadas no PNRS”. Contudo, embora presente em vários municípios no Brasil, ainda se tem como muito incipiente a reciclagem, sendo está, em sua maioria, resultante da atividade de catadores autônomos ou organizados em associações e não como responsabilidade de todos, quer seja a população ou das autoridades para que ocorra, de fato, o processo de separação e coleta do lixo (NETA, 2011).

De acordo com Vilhena *et al.* (2018), estima-se que a população mundial, em 2018, estimada em 7,4 bilhões de habitantes, gera entre dois e três bilhões de toneladas de lixo por ano. Assim sendo, quanto maior a população, maior o consumo e, conseqüentemente, maior o quantitativo de lixo gerado.

No entanto, considerando o estudo que Silva (2017) apresenta, com estimativas para a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil, das 160 mil toneladas diárias, 30% a 40% desse montante de resíduos é passível de reaproveitamento e reciclagem.

Considerando o exposto, este estudo se justifica por entender que há uma maior demanda de gestão em condomínios residenciais verticalizados, visto que os mesmos vêm crescendo nas cidades em decorrência da necessidade de equipamentos, serviços e espaço urbano para moradias. Portanto, com o intuito de contribuir para o programa de coleta seletiva de Vitória - ES, a pesquisa busca responder à seguinte questão: qual a efetiva contribuição das edificações familiares verticalizadas na composição dos resíduos nas áreas cobertas pelo programa de coleta seletiva de Vitória?

1.2 OBJETIVO GERAL

Apresentar o consumo de resíduos domiciliares mediante estudo de caso realizado em edificações multifamiliares que participam do Programa Municipal de Coleta Seletiva.

Como objetivos específicos, foram definidos:

- Analisar a composição gravimétrica dos resíduos secos;
- Avaliar o volume dos resíduos secos e úmidos;
- Estimar o quantitativo de resíduos destinados as associações de catadores e aterro sanitário;
- Correlacionar os resultados gravimétricos com o consumo de água e energia dos materiais consumidos nos condomínios;
- Indicar possíveis melhorias para o programa de coleta seletiva de Vitória

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Nesta dissertação, após a apresentação da temática, justificativa e objetivos propostos, os capítulos seguintes que compõem essa pesquisa tratam:

No Capítulo 2, Referencial teórico, são contemplados a Política Nacional dos Resíduos Sólidos e a Política Nacional do Meio Ambiente, considerando serem os principais instrumentos a embasarem o trabalho. Dando continuidade, são descritos os temas que se referem ao tratamento dos resíduos, como a logística reversa, ciclo de vida, compostagem, coleta seletiva, associação de catadores e bolsa de resíduos. Neste capítulo também são abordados os tipos de disposição final dos resíduos através dos sistemas como lixão, aterro controlado e aterro sanitário e, por fim, os tipos de materiais recicláveis, sua composição, onde são utilizados, seus benefícios e desvantagens de serem reciclados.

Este capítulo faz referência a alguns planos municipais e incentivos a coleta seletiva dos resíduos secos.

O Capítulo 3 contempla a metodologia empregada para nortear o desenvolvimento desta pesquisa, apresentando a localização do estudo e salientando sua escolha. Nele são apresentados a definição do tamanho da amostra através de recortes e sua distribuição geográfica, seguido da coleta de dados, realizada em dois períodos distintos.

O Capítulo 4 apresenta os resultados e discussões. Esta foi apresentada por meio de gráficos e comparativos com outros autores, tabelas e quadros que nortearam

as discussões seguintes, sendo abordados alguns temas discutidos no referencial teórico.

O último, Capítulo 5 trata das considerações finais, dissertando sobre alguns assuntos pertinentes ao trabalho, mas, que não foram discutidos, como o caso da pandemia e suas consequências.

Ao final, conclui-se a pesquisa com uma síntese dos resultados alcançados, assim como recomendações para melhoria do programa de coleta seletiva de Vitória.

No anexo e nos apêndices, as informações que complementam os dados da pesquisa.



2 REFERENCIAL TEÓRICO

Foi adotado, nesta pesquisa, um referencial elaborado a partir da revisão de literatura trazendo assuntos com evidências científicas publicadas em livros, teses, dissertações, artigos científicos disponíveis em bibliotecas eletrônicas como Scientific Electronic Online (SCIELO) e Periódicos Capes. Foram utilizados os seguintes descritores: Catadores, Resíduos Sólidos Urbanos, Coleta Seletiva, Meio Ambiente e Sustentabilidade, referentes ao resultado da pesquisa em foco, abordando temas relacionados à questão ambiental e à necessidade da redução de resíduos sólidos urbanos e aterro sanitário, coleta seletiva e a sustentabilidade social. As publicações foram selecionadas obedecendo aos critérios de inclusão: estudos disponíveis ao acesso aberto, idiomas em português, espanhol e inglês e textos completos.

2.1 GESTÃO DE RESÍDUOS

2.1.1 Política Nacional de Resíduos Sólidos e do Meio Ambiente

O termo resíduo sólido é utilizado para identificar os restos das atividades humanas, considerados como indesejáveis e descartáveis. Designa o que não é mais utilizado para a finalidade a qual foi desenvolvido (TAGUCHI, 2010). Monteiro e Zveibil (2001) destaca que resíduo sólido é todo material sólido ou semissólido indesejável e que necessita ser removido por ter sido considerado inútil. De acordo com a NBR 10.004:

Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle e poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004, p.01).

A classificação de resíduos envolve a identificação do processo ou atividade, de seus constituintes e características e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias, cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido (ABNT, 2004). A identificação dos constituintes a serem avaliados na caracterização do resíduo deve ser estabelecida de acordo com as matérias-



primas, os insumos e o processo de origem (ABNT, 2004). Dessa forma, a NBR 10.004 classifica os resíduos sólidos conforme Quadro 1.

Quadro 1: Classificação de Resíduos Sólidos NBR 10.004

Resíduos Classe I - Perigosos	Resíduos Classe II – Não Perigosos	
	A- Não Inertes	B - Inertes
Inflamabilidade, Corrosividade, Reatividade, Toxidade, Patogenicidade	Biodegradabilidade, Combustibilidade ou Solubilidade em água	Não se enquadram em nenhuma das outras classes

Fonte: NBR 10.004

Os resíduos sólidos classe I – perigosos – são aqueles que possuem em sua composição química características que podem apresentar riscos ao meio ambiente e à saúde pública, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada (ABNT, 2004). Por sua vez, os resíduos classe II – não perigosos – são divididos em duas categorias (ABNT, 2004):

- Classe II A – Não Inertes: são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I (perigosos) ou de resíduos classe II B (inertes) e podem ter propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade e solubilidade em água. Nessa categoria estão os resíduos orgânicos, sucatas de metais ferrosos e não ferrosos, madeira, papel, papelão, borracha, plástico, etc.
- Classe II B – Inertes: são os resíduos que ao serem amostrados de uma forma representativa e submetidos a um contato com água destilada, à temperatura ambiente, não apresentarem constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões, com exceção da cor, turbidez, dureza e sabor (ABNT, 2004). Nessa categoria estão os resíduos da indústria de rocha ornamentais, vidros, minerais, etc.

O art. 1º da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), dispõe sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. Na disposição geral o art. 4º reúne metas e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos.



No art 5º o PNRS se integra à Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) e articula-se com a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), regulada pela Lei no 9.795, de 27 de abril de 1999, com a Política Federal de Saneamento Básico, regulada pela Lei nº 11.445, de 2007, e com a Lei no 11.107, de 6 de abril de 2005.

Seus objetivos, segundo o art. 7º são formados por itens como:

- I - proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
- II - não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- III - estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;
- IX - capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos;
- XII - integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- XIII - estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto;

O art. 8º dita os instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, entre outros:

- III - a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- IV - o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
- VI - a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos;
- VII - a pesquisa científica e tecnológica;
- VIII - a educação ambiental.

O art. 9º da PNRS menciona que a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos devem ser observados de acordo com a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Classificando os resíduos de acordo com origem de sua atividade, como disposto no art. 13, conforme Quadro 2.

Quadro 2: Classificação de Resíduos Sólidos quanto à origem

Tipo Resíduo	Origem
a) resíduos domiciliares	Originários de atividades domésticas em residências urbanas
b) resíduos de limpeza urbana	Originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana
c) resíduos sólidos urbanos	Os englobados nas alíneas "a" e "b"



d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços	Os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas "b", "e", "g", "h" e "j"
e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico	Os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea "c"
f) resíduos industriais:	Os gerados nos processos produtivos e instalações industriais
g) resíduos de serviços de saúde	Os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS
h) resíduos da construção civil	Os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis
i) resíduos agrossilvopastoris	Os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades
j) resíduos de serviços de transportes	Os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira
k) resíduos de mineração	Os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios

Fonte: BRASIL, 2010

Considerando as questões ambientais que os resíduos sólidos englobam, desde a extração da matéria-prima até sua destinação final, o art. 5º da Política Nacional do Meio Ambiente dita diretrizes que são formuladas em normas e planos, destinadas a orientar a ação dos Governos da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios no que se relaciona com a preservação da qualidade ambiental e manutenção do equilíbrio ecológico, observados os princípios estabelecidos no art. 2º desta Lei. Tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendendo aos seguintes princípios:

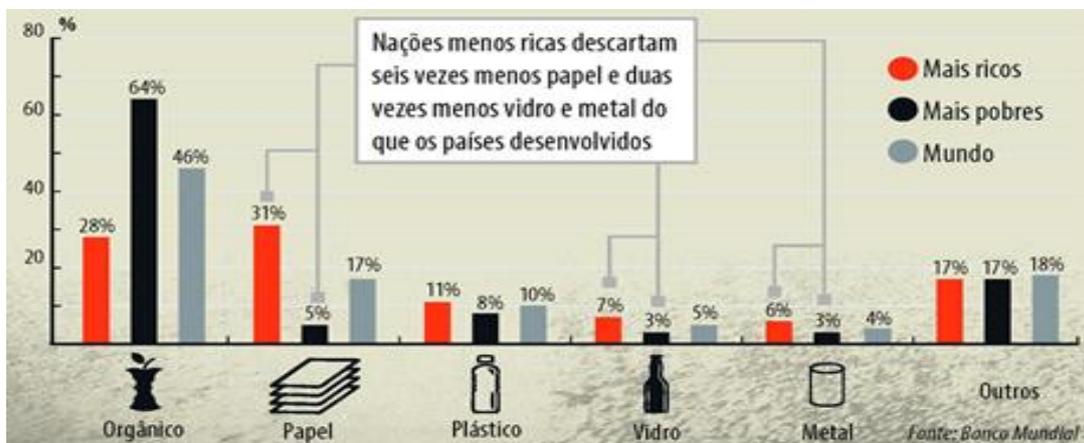
- I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;
- II - racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;
- VI - incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;
- VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental;
- X - educação ambiental a todos os níveis do ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente (PNMA, 1981, p.01).

Dando ênfase as duas Políticas analisadas, serão abordadas algumas destinações mencionadas na PNRS, assim como outros temas pertinentes e importantes ao estudo dos resíduos sólidos, como educação ambiental, análise do ciclo de vida, compostagem e etc.

2.1.2 Gestão dos Resíduos

De acordo com Fadini e Fadini (2001), a produção de resíduos está relacionada com o poder aquisitivo da população, ou seja, países mais ricos têm um maior percentual de resíduos descartáveis, enquanto países pobres tem tendência a produzir uma maior quantidade de resíduos orgânicos. A denominação de países tidos como “mais ricos” e “mais pobres” foi designada pelo Banco Mundial e subdividida em Ásia Oriental, América Latina, Europa, África Subsaariana e as economias de alta renda (OCDE 1) (EMERICH; MATTOS; LEÃO, 2014), conforme Gráfico 1 e Figura 1.

Gráfico 1: Geração Mundial de Resíduos



Fonte: Emerich, Mattos e Leão, 2014

¹ A OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico reúne os 29 países mais desenvolvidos, excluídos emergentes como China, Rússia, Brasil, México e alguns países Europeus.



Figura 1: Geração Mundial de Resíduos



Fonte: Emerich, Mattos e Leão, 2014

Os países que mais consomem são os pertencentes à OCDE, com 44% de resíduos, seguidos pela Ásia Oriental (21%) e América Latina (12%). Desses resíduos, o que mais os países ricos consomem são papel, seguidos de plástico e vidro, diferentemente dos países mais pobres, que acabam gerando mais resíduos orgânicos (64%).

Fadini e Fadini (2001) afirmam que a composição do lixo está relacionada ao poder aquisitivo de uma população, mas também variam de acordo com fatores sazonais, como por exemplo, festividades das comunidades, que acabam interferindo diretamente na geração de resíduos, uma vez que os mesmos estão relacionados aos hábitos de consumo de cada cultura.

Segundo Pietrobelli (2010), o volume de resíduos domésticos produzidos em todo o mundo aumentou três vezes mais do que a população nos últimos 30 anos. Em um passado recente, no Brasil, o perfil da geração do lixo era predominantemente de procedência orgânica, porém nos últimos anos vem acompanhando o modo de consumo dos países ricos, levando a uma intensificação do uso de produtos descartáveis.

Para entender melhor sobre o perfil da geração do lixo, é importante estar atento as características dos resíduos sólidos. Segundo Monteiro e Zveibil (2001), as características do lixo podem variar em função de aspectos sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos, fatores esses que fazem a diferença das comunidades entre si, assim como das próprias cidades.



Portanto, as autoridades municipais são peças fundamentais no gerenciamento integrado do lixo municipal. Elas não somente têm a responsabilidade pela implementação e articulação de ações em relação ao lixo, mas também estabelecem os parâmetros para seu desenvolvimento (VILHENA *et al.*, 2018).

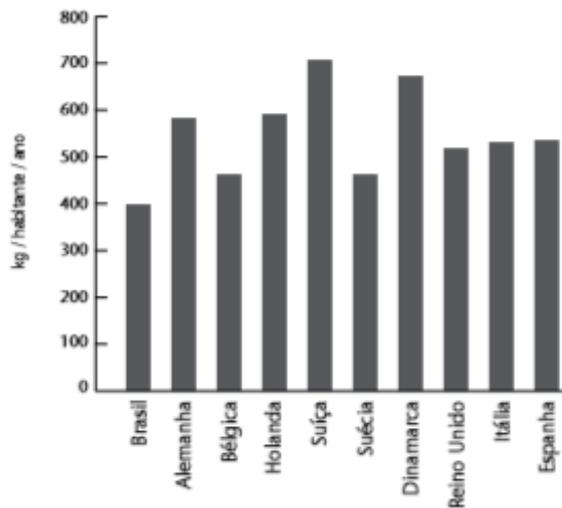
Vilhena *et al.* apud Relis e Dominski (1990) já diziam há três décadas atrás que é necessário determinar qual a melhor técnica a utilizar no gerenciamento dos resíduos verificando em que proporções é mais apropriado articular as técnicas a serem definidas, tais como compostagem, incineração, aterro sanitário e recuperação de materiais recicláveis.

Desse modo, quando se trata de lixo, gerenciar os resíduos produzidos pela sociedade devem estar nos planos de gerenciamento dos órgãos municipais. É importante entender que o gerenciamento integrado do lixo municipal é um conjunto articulado de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que uma administração municipal desenvolve (com base em critérios sanitários, ambientais e econômicos) para coletar, segregar, tratar e dispor o lixo de sua cidade (VILHENA *et al.*, 2018).

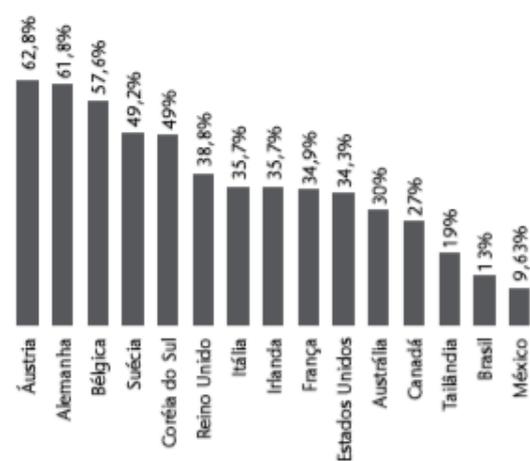
De acordo com Costa, Junior e Picoli (2013), na procura por um ambiente ecologicamente sustentável, a destinação final dos resíduos coletados têm sido uma das maiores preocupações dos governos das cidades. No entanto, percebe-se que não basta a programação gerencial das autoridades municipais se o desafio maior está na conscientização dos cidadãos, técnicos e planejadores para essa necessidade inadiável. Nos Gráficos 2 e 3 pode-se verificar como ocorre a situação global em diferentes países com relação à quantidade de lixo gerada por habitante e seus *rankings* de reciclagem.



Gráfico 2: Geração de resíduos urbanos



Fonte: Vilhena *et al.* (2018) elaborado por ABRELPE, 2015; EEA, 2013

Gráfico 3: *Ranking* global da reciclagem

Fonte: Vilhena *et al.* (2018) elaborado por EEA 2013; EPA 2013; PLANET AID, 2015; SUSTENTA, TIPMSE, CEMPRE, 2013

Como pode ser verificado, a composição e a quantidade de lixo urbano gerada por habitante variam conforme o nível de desenvolvimento dos países. Verifica-se que o brasileiro produz bem menos lixo do que os europeus, em contrapartida, estes países são os que mais reciclam, diferentemente do Brasil, que é um dos países que menos reciclam, como apresentado no Gráfico 3.

Assim sendo, de acordo com Vilhena *et al.* (2018, p.3), “o conjunto de ações para o gerenciamento do lixo deve ir ao encontro das metas estabelecidas para se atingir os objetivos maiores traçados pelo município. Segundo o autor, a experiência tem demonstrado que o caminho para mudanças nos sistemas de gerenciamento do lixo municipal se faz por meio da evolução e não da revolução.”

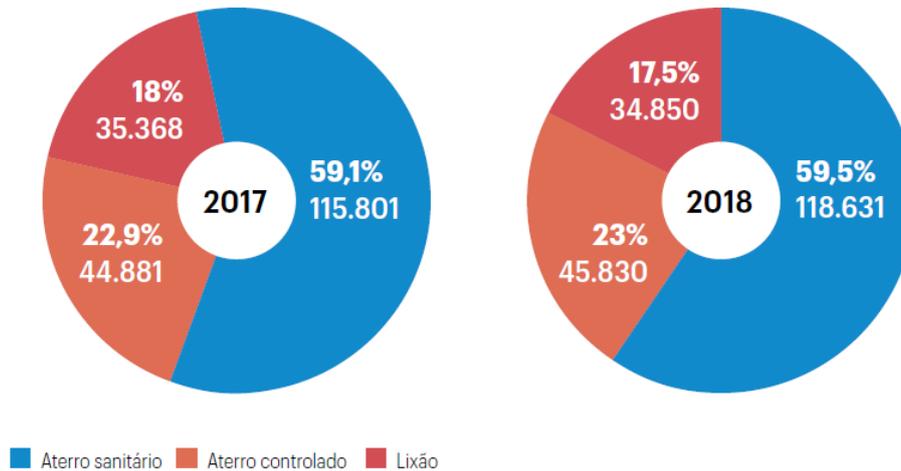
Na maioria dos países, os aterros e lixões são os principais destinos dos resíduos urbanos. Já nas nações desenvolvidas, parte considerável do lixo é incinerada com recuperação de energia ou encaminhadas à compostagem e reciclagem, apesar dos aterros sanitários serem também uma solução importante (VILHENA *et al.*, 2018).

No Brasil, os aterros e lixões recebem 348 Kg de lixo gerado por habitante ao ano (EEA, 2013; EUROSTAT, 2014). Em 2008, a quantidade de lixo descartada por dia de forma inadequada era de 45%, entre aterro controlado e lixão e,



aproximadamente, 55% nos aterros sanitários. Com o PNRS, a quantidade de resíduos destinados ao lixão diminuiu 7%, enquanto o aterro controlado houve um aumento de 3%. Somando os dois, o total de resíduos dispostos em locais inadequados ainda é alto, com 40,5% como demonstrado no Gráfico 4.

Gráfico 4: Disposição Final de RSU no Brasil por tipo de destinação (t/dia)

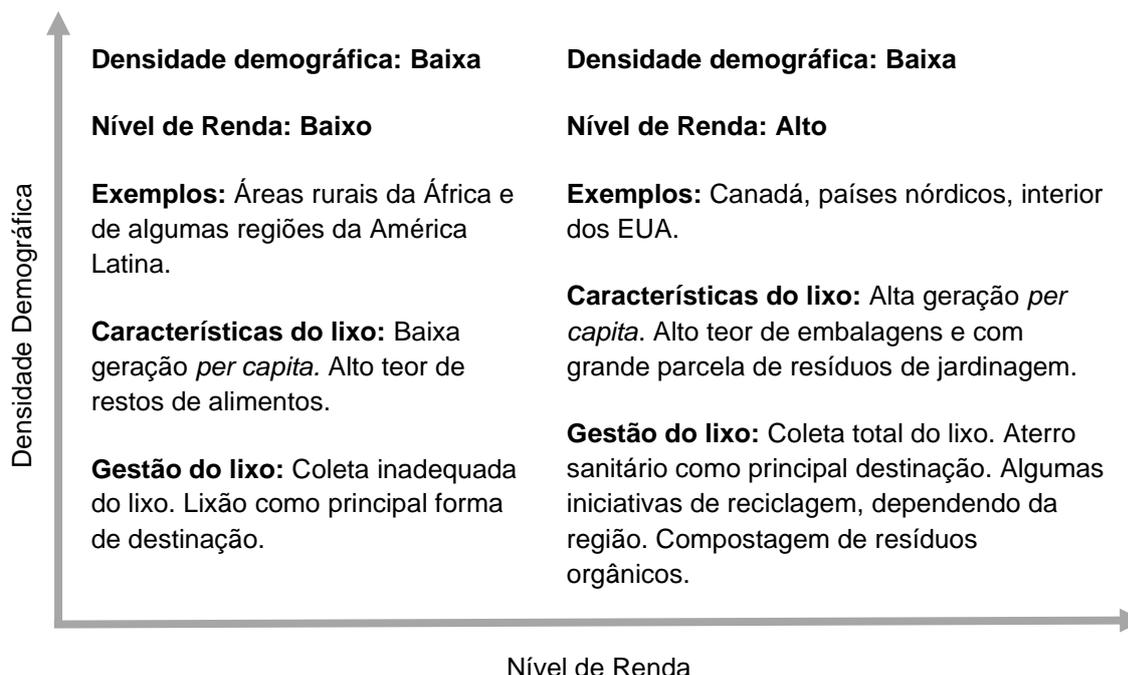


Fonte: ABRELPE, 2018/2019

A Figura 2 traz o demonstrativo das situações relacionadas aos resíduos sólidos que ocorrem no mundo observando os fatores relacionados à densidade, à região demográfica e ao nível econômico populacional.

Figura 2: Situação dos resíduos sólidos no mundo segundo fatores de densidade demográfica e nível de renda da população





Fonte: Adaptado de CEMPRE (2010, p.5).

2.1.3 Gestão de Resíduos Nacional, Estadual e Municipal

Na seção II do PNRS, o art. 15 cita que a União elaborará, sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, com vigência por prazo indeterminado e horizonte de 20 (vinte) anos, a ser atualizado a cada 4 (quatro) anos, tendo como conteúdo mínimo:

- I - diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos;
- II - proposição de cenários, incluindo tendências internacionais e macroeconômicas;
- III - metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada;
- IV - metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos;
- V - metas para a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
- VI - programas, projetos e ações para o atendimento das metas previstas;
- X - normas e diretrizes para a disposição final de rejeitos e, quando couber, de resíduos.

O art. 16, seção III, dita a elaboração do Plano Estadual de Resíduos Sólidos e tem os mesmos conteúdos do art. 15, seção II, que dita sobre o Plano Nacional de Resíduos. Já o art. 17 faz algumas considerações e menciona sobre as questões de controle e fiscalização das regiões metropolitanas e microrregionais.



XII - meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito estadual, de sua implementação e operacionalização, assegurado o controle social.

§ 1º Além do plano estadual de resíduos sólidos, os Estados poderão elaborar planos microrregionais de resíduos sólidos, bem como planos específicos direcionados às regiões metropolitanas ou às aglomerações urbanas.

§ 2º A elaboração e a implementação pelos Estados de planos microrregionais de resíduos sólidos, ou de planos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas, em consonância com o previsto no § 1o, dar-se-ão obrigatoriamente com a participação dos Municípios envolvidos e não excluem nem substituem qualquer das prerrogativas a cargo dos Municípios previstas por esta Lei.

§ 3º Respeitada a responsabilidade dos geradores nos termos desta Lei, o plano microrregional de resíduos sólidos deve atender ao previsto para o plano estadual e estabelecer soluções integradas para a coleta seletiva, a recuperação e a reciclagem, o tratamento e a destinação final dos resíduos sólidos urbanos e, consideradas as peculiaridades microrregionais, outros tipos de resíduos.

O Plano Municipal de resíduos sólidos, descrito nos art. 18 e 19 perpassam pelos mesmos conteúdos já descritos nos Planos Nacional e Estadual. No entanto, o art. 18 descreve sobre as empresas que podem ser beneficiadas por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito através dos resíduos sólidos.

§ 1º Serão priorizados no acesso aos recursos da União referidos no caput os Municípios que:

I - optarem por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, incluída a elaboração e implementação de plano intermunicipal, ou que se inserirem de forma voluntária nos planos microrregionais de resíduos sólidos referidos no § 1o do art. 16;

II - implantarem a coleta seletiva com a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda.

2.1.4 Educação Ambiental

Os resíduos sólidos urbanos devem ser geridos e controlados de forma a reduzir o seu volume e perigosidade, e minimizando os prejuízos da poluição ambiental e os impactos sobre a saúde pública. As técnicas de controlo de resíduos mais comuns são a reciclagem e a compostagem. Estas técnicas são conhecidas como ferramentas de Educação Ambiental (EA) por terem o potencial de evitar que muitos materiais sejam encaminhados para incineração (com posteriores emissões de gases para a atmosfera) ou para aterros sanitários (MACEDO; RAMOS, 2015).

No Brasil, a Lei 9.795 de 27/04/1999, dispõe sobre a Educação Ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA). A EA é definida como:

Processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a

conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (s/p).

Segundo a PNRS, a educação ambiental na gestão dos resíduos sólidos tem como objetivo o aprimoramento do conhecimento, dos valores, dos comportamentos e do estilo de vida. Essa educação ambiental precisa então transcender o ambiente escolar e atingir a sociedade como um todo. Para Vieira e Beltrame (2017) a educação ambiental é instrumento fundamental para a implantação de um sistema de coleta seletiva, necessário para solucionar a problemática dos resíduos sólidos nas cidades brasileiras. Nesse sentido, é importante utilizar-se de metodologias participativas, que sejam coerentes com o público alvo, para que o processo de educação e envolvimento da comunidade seja efetivo.

Analisando esta questão, Zaneti (2003) cita dois pontos que precisam ser melhorados em relação a geração/consumo dos resíduos sólidos:

- A educação no processo de gestão dos resíduos sólidos.

Falar em resíduos sólidos domiciliares remete à coleta seletiva e à política dos 3Rs: reduzir, reaproveitar e reciclar os resíduos. No entanto, de uma maneira geral, a ênfase dos programas de coleta seletiva está em reaproveitar e em reciclar e não em reduzir o consumo, que se caracteriza como o principal problema.

- Educação ambiental e valores.

Numa sociedade de consumo, os valores predominantes dizem respeito ao TER, enfatizando o competir, o dominar e o descartar. A comodidade e a vida corrida e sem tempo reforçam estas atitudes e marcam um estilo de vida e um padrão cultural. A cultura de massa não oferece condições ao ser humano de enxergar-se internamente, de questionar-se sobre valores. A tendência é repetir modelos sem indagar-se (ZANETI, 2003).

De acordo com Vieira e Beltrame (2017), o desenvolvimento crescente desde o século XVIII causou uma mudança na visão da sociedade pela economia. Antes se produzia para seu próprio consumo e o excedente era trocado ou vendido



para cobrir outras necessidades. Porém, com a Revolução Industrial, se produzia para gerar lucros e riquezas, ou seja, início do consumismo e capitalismo. Da manufatura para indústria, a diferença é perceptível: mais matéria-prima, combustível, mão-de-obra, mercado e, conseqüentemente, maior geração de resíduos, emissão de gás carbônico, contaminação do solo, do ar e da água.

O modelo de consumo foi passado adiante e, o fato é que se consome mais do que se acredita como sendo realmente preciso e, assim, o desperdício que vem junto ao excesso de consumo, também tem contribuído com o aumento dos resíduos que são gerados (HEMPE; NOGUERA, 2012). As autoras citadas exemplificam o conceito afirmando que muitos aparelhos são lançados ao lixo por apresentarem algum defeito, considerando que não vale à pena economicamente serem consertados, uma vez que o conserto pode ser mais custoso do que adquirir outro aparelho novo. Layrargues (2002) já afirmava no início do século que isso acontece devido a obsolescência planejada, obrigando as pessoas a consumirem bens que se tornam obsoletos antes do tempo. A tecnologia tem evoluído a cada dia com mais rapidez e o consumidor não tem conseguido acompanhar a aquisição de equipamentos e/ou a realização de trocas com a mesma rapidez.

Sendo assim, Schmidt *et al.* (2011), afirmam que a EA deve ser um processo de aprendizagem permanente que se deve manter ao longo da vida do cidadão, no entanto, ocorre basicamente nas escolas e raramente envolve a comunidade. Macedo e Ramos (2015) também reiteram que o papel da educação ambiental começa na escola, mas deve perdurar ao longo de toda a vida do cidadão, como uma formação permanente, um processo em que ele apreende o funcionamento do ambiente e como utilizá-lo de forma sustentável. A sensibilização das pessoas passa pela formação, informação e educação contínua, considerando-se crucial a adoção de boas práticas como principal meio de promover uma prevenção eficaz face aos riscos existentes.

Porém, os mesmos autores afirmam que a educação ambiental ainda é insuficiente, pois as informações não chegaram a todas as pessoas, muitas vezes por não terem formação escolar, acesso às mídias ou por residirem no meio rural. Nesse sentido, são fundamentais ações constantes, que atinjam



todos os públicos, pois a responsabilidade compartilhada pelos resíduos é de todos. De acordo com Macedo e Ramos (2015), concluiu-se que 48,54% dos inquiridos conhecem o conceito de EA, no entanto, apenas 39,17% a praticam; 65,63% dos inquiridos procedem à separação de resíduos, considerando 35,63% que a EA foi fundamental para estas práticas. Em suma, 83,13% dos inquiridos consideram que a EA é importante para a sociedade e 88,54% acreditam que a realização das práticas de reciclagem e compostagem são importantes para o meio ambiente (MACEDO e RAMOS, 2015). Com a segregação correta dos resíduos passíveis de reciclagem e de compostagem, 80% dos resíduos deixarão de ir para aterros (SOTTORIVA, 2011).

Considerando essas questões, no Brasil, em 1997, o economista Calderoni (1997) em seu livro “Os Bilhões Perdidos no Lixo” já demonstrava que o país faturava em torno de 1,2 bilhões de dólares anuais com os resíduos sólidos, no entanto, menos de 1% do lixo era reciclado. Entretanto, em outros países a educação ambiental e os resíduos sólidos são tratados de maneira diferente. Hempe e Nogueira (2012) descrevem que nos Estados Unidos a indústria de reciclagem do lixo tem faturado em torno de 120 bilhões de dólares anual. É um resultado equivalente ao das montadoras de carros americanas, mas com margens de lucro maiores.

De acordo com Hempe e Nogueira (2012), na França, o consumidor tem adotado um novo conceito no momento de comprar, isto é, considerando a possibilidade de reutilização das embalagens. Os empresários têm produzido embalagens retornáveis que são procuradas pelo consumidor graças aos descontos, gerando o denominado selo verde. Segundo os mesmos autores, os franceses têm percebido que não se acaba com o lixo atirando-o na lixeira, e sim, que o problema começa ali.

2.1.5 Análise do Ciclo de Vida E Logística Reversa

As organizações vêm percebendo que o ciclo dos produtos na cadeia comercial não acaba quando eles são descartados, estimulando a responsabilidade das mesmas sobre o fim de vida do seu produto, passando a considerar a



implantação de processos como reciclagem e reaproveitamento dos materiais, aliados ao melhor uso de matérias-primas (recursos renováveis e menos poluentes) e energia na produção. Assim, surgiram ferramentas de avaliação de sustentabilidade e eficiência à para implantação e otimização desses processos, como a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e a Logística Reversa (SILVA; RODRIGUES, 2015).

Para Welz *et al.* (2011), a ACV é uma ferramenta de auxílio na tomada de decisão que permite identificar os indicadores mais relevantes, mostrando oportunidades de melhoria do desempenho ambiental de produtos em diversas etapas de seu ciclo de vida, sendo padronizada internacionalmente para quantificar as emissões de gases, as matérias-primas que são consumidas e os danos ambientais causados.

Na NBR ISO 14040 (2009), a avaliação de ciclo de vida consiste na compilação e avaliação das entradas, saídas e dos aspectos e impactos ambientais potenciais (por exemplo, uso de recursos e as consequências de liberações para o meio ambiente) ao longo de todo o ciclo de vida de um produto, desde a aquisição das matérias-primas, produção, uso, tratamento pós-uso, reciclagem até a disposição final (isto é, do berço ao túmulo) e, de acordo com Curran (2006), Quiumento (2009) e Silva (2015) os estudos de ACV podem adotar as seguintes fronteiras:

- a) “do berço ao berço” (cradle-to-cradle): avalia todas as etapas do ciclo de vida de um produto, inclusive seu retorno ao ciclo como matéria-prima para produção de novos produtos;
- b) “do berço ao túmulo” (cradle-to-grave): avalia todas as etapas do ciclo de vida, desde a extração das matérias-primas até o seu fim de vida;
- c) “do berço ao portão” (cradle-to-gate): avalia as etapas de obtenção das matérias-primas e do processo produtivo;
- d) “do portão ao portão” (gate-to-gate): avalia as fases intermediárias no processo de toda a cadeia produtiva, caracterizada como uma análise parcial. (PAIVA, 2016, p.46 e 47).

No PNRS a logística a reversa é destacada como um dos instrumentos de implementação de ações pelas empresas, com a finalidade de recuperar materiais após o consumo, dando continuidade ao seu ciclo de vida como insumo para novos produtos (BRASIL, 2010) e, de acordo com ABNT (2009), contribui fundamentalmente para auxiliar na preservação do meio ambiente ao

reintroduzir os produtos consumidos novamente no processo produtivo, agregando valor aos rejeitos. Dessa forma, os rejeitos adquirem caráter de matéria-prima, reduzindo sua extração e auxiliando na conservação dos recursos naturais.

Segundo Leite (2012), a logística reversa surge como o processo oposto à logística convencional, tratando do retorno tanto das mercadorias consumidas (logística de pós-consumo) quanto das não consumidas (logística de pós-venda), repensando a cadeia produtiva no sentido inverso, ou seja, do consumidor à empresa, buscando a reutilização dos materiais e a diminuição das emissões poluidoras. Gonçalves e Marins (2006) complementam que os produtos em geral retornam devido a uma necessidade de reparo, reciclagem, descarte ou simplesmente porque os clientes os devolveram.

Algumas indústrias, tais como a automobilística, de eletrônicos e de cosméticos já utilizam o processo de logística reversa. É perceptível que a adoção desta prática tem gerado aumento na lucratividade, redução nos desperdícios e minimização dos danos ao meio ambiente (ADLMAIER; SELLITO, 2007).

Destaca-se que não são todos os resíduos que estão automaticamente sujeitos à implementação de sistema de logística reversa, mas somente aqueles elencados no artigo 33, da PNRS, como por exemplo, os agrotóxicos, seus resíduos e embalagens; as pilhas e baterias; os pneus; os óleos lubrificantes e suas embalagens, etc., ou aqueles em que se comprove a viabilidade técnica e econômica de sua implementação, como embalagens em geral e medicamentos (JOTA, 2017).

Analisando esta situação, no mesmo documento afirmam que a embalagem de PET solucionou um problema que a indústria tinha com a perda de garrafas retornáveis, com quebras e falhas de logística reversa onde algumas unidades eram perdidas. Assim, a indústria necessitava de um estoque muito grande de garrafas para repor essas perdas, sem contar que essas embalagens tinham um custo alto e encarecia o produto. No entanto, como a legislação brasileira não permite a utilização de embalagens plásticas recicladas para alimentos, essas embalagens devem ser recolhidas para serem destinadas à reciclagem para



outros fins. Ou seja, a indústria de alimento pode utilizar a logística reversa para recolher suas embalagens, sendo de sua responsabilidade a destinação final, repassando para outras indústrias que as possam reciclar (SILVA, RODRIGUES, 2015).

2.1.6 Compostagem

A maior porcentagem (51,4%) dos resíduos gerados nas cidades brasileiras é constituída por resíduos orgânicos (IBGE, 2010). Quando dispostos em aterros ou lixões estes resíduos causam elevados impactos ambientais, reduzem o tempo de vida útil dos aterros e geram despesas que poderiam ser evitadas. Uma forma viável e sustentável de reciclar um volume tão grande de resíduos orgânicos – de mais de 94 mil toneladas (t) diárias, segundo IBGE (2010) – é processá-los por meio da compostagem e aproveitá-los na agricultura urbana e rural como adubo. Porém, estima-se que apenas 1,6% desses resíduos sejam aproveitados desta maneira no país (IPEA, 2012).

Desde janeiro de 2007 a compostagem de RSU é uma exigência da Política Nacional de Saneamento Básico aos municípios (PNSB, 2007). No entanto, somente em 2010 a PNRS estipulou o envio obrigatório de resíduos para reciclagem e compostagem, sendo mencionada a implantação de unidades de compostagem (acompanhadas prioritariamente de coleta seletiva de resíduos orgânicos) e o aproveitamento da capacidade já instalada de usinas de compostagem. Além disso, cita estratégias descentralizadas e locais, como incentivo ao tratamento por compostagem domiciliar e suas modalidades (minhocários e composteiras) e incentivo aos grandes geradores para que destinem áreas específicas em seus estabelecimentos para a prática da compostagem. Sugere também a implantação de hortas escolares e utilização do composto na agricultura urbana (BRASIL, 2010).

Segundo Barreira (2005), as usinas de triagem e compostagem (UTC) são empreendimentos privados ou públicos, dotados de um pátio de recepção de resíduos; uma central de triagem que pode possuir, além da esteira de triagem, diferentes equipamentos para separação de rejeitos; pátio de compostagem;



aterros para rejeitos; e de um sistema de tratamento de chorume, sendo medido o grau de eficiência na separação dos resíduos de acordo com a quantidade de resíduos e funcionários envolvidos, além da velocidade da esteira que, quanto menor for, mais eficiente é a triagem.

De acordo com o CETESB (2012), desde 1997 foram registradas 42 UTCs no estado de São Paulo, mas apenas cinco unidades (CETESB, 2013) estão em funcionamento. Todas são operadas por empresas privadas, com exceção da UTC de Adamantina, gerenciada pela prefeitura municipal (SIQUEIRA; ASSAD, 2015).

Siqueira e Assad (2015) observaram que nesta modalidade é que a simplificação da forma de coleta, ou seja, coletar resíduos orgânicos e inertes juntos, aumenta a complexidade do tratamento. A prestação de serviços pela prefeitura ou por empresas terceirizadas, com coletas convencionais, exime a população da responsabilidade de mudar hábitos e concentra o trabalho da valorização dos resíduos em uma única central. Muitas vezes os problemas nestas unidades alcançam dimensões tão difíceis de serem administradas e revertidas, que culminam no fechamento da usina ou na transformação do seu espaço em lixão.

Entretanto, as mesmas autoras denominam as usinas de adubo orgânico (UAO) como um empreendimento que foca na fabricação de composto orgânico ou adubo organomineral e, geralmente, recebe apenas resíduos orgânicos limpos, priorizando a qualidade do produto final. Em geral, esses empreendimentos visam à obtenção, no menor tempo e espaço possíveis, de um produto final que atenda aos requisitos legais e que supram necessidades do solo e/ ou plantas (SIQUEIRA; ASSAD, 2015).

Dentro do tema de compostagem tem-se a compostagem descentralizada, que são agrupadas em três subgrupos, de acordo com o ambiente em que ocorrem: I) órgãos públicos, II) empresas privadas, e III) instituições de ensino e educação. A compostagem domiciliar, comunitária, que são desenvolvidas em bairros, vilas ou condomínios, e a compostagem denominada de Pátio Urbano de Compostagem (PUC). Neste último os resíduos são transportados e tratados em



outro local e não dentro da comunidade geradora, podendo o composto retornar ou não para os contribuintes do sistema (SIQUEIRA; ASSAD, 2015).

Segundo Fehr (2006), modelos convencionais de gestão de resíduos são bem sucedidos em países de economia desenvolvida, mas pouco se adaptam aos países em desenvolvimento. Para Siqueira e Assad (2015), sistemas convencionais são mais falíveis (82% experiências identificadas foram encerradas) que os descentralizados por serem onerosos e produzirem um composto que frequentemente mais se aparenta com um resíduo que com um produto. Sendo assim, resíduos gerados em grandes volumes por estabelecimentos como empórios, feiras, supermercados e restaurantes são mais facilmente destinados aos aterros do que aproveitados por meio da compostagem (SIQUEIRA, 2014).

No estado de Espírito Santo há algumas empresas de compostagem e, em 2015 foi inaugurada a primeira na RMGV. Esta tem capacidade de 300 toneladas por dia, no entanto processam apenas 30 toneladas. Diante do exposto Francis Junger diz que “é preciso fazer valer a lei que obriga geradores de matéria orgânica a destinarem seus resíduos para a compostagem e não para aterros sanitários, pois além de perda econômica degrada o meio ambiente” (ORGANOBOM, 2017).

A usina da cidade de Viana foi inaugurada no final do ano de 2018 em parceria com a própria prefeitura, a Real Café e o Incaper. Juntas transformam centenas de toneladas de resíduos orgânicos em fertilizante orgânico. De acordo Rocon (2019), de dezembro de 2018 a setembro de 2019 foram produzidas mais 8000 toneladas de resíduos orgânicos.

O processo realizado na Usina de Compostagem é feito por meio de um processo de mistura da borra de café com lixo orgânico originados das podas das árvores, podas de paisagismo e das palhas de feijão e café, doadas pela Real Café (ROCON, 2019).



2.1.7 Coleta Seletiva

No período de 1914 a 1918, com a 1ª Guerra Mundial e, entre os anos de 1939 a 1945, com a 2ª Guerra Mundial, os países envolvidos diretamente no conflito reutilizavam, por meio da reciclagem, metais para o uso de materiais bélicos e, diante da escassez dos bens, as sociedades foram interpeladas a fazer a coleta e a separação adequada de tudo o que seria possível reaproveitar (FROTA *et al.*, 2015). Os mesmos autores afirmam que historicamente, o primeiro país europeu que iniciou um programa de coleta seletiva foi a Itália, em 1941, pois a nação sofria a escassez de produtos como consequência da guerra.

Países como Alemanha, Japão, Holanda, Canadá e Estados Unidos investiram em tecnologia e campanhas publicitárias ao longo das últimas décadas, para reduzir o impacto ambiental de suas embalagens, bem como aprimoraram suas legislações para fiscalizar e solucionar os impasses sociais e econômicos diante do gerenciamento dos seus resíduos sólidos (FROTA *et al.*, 2015).

Segundo descreve Tavares (2012), no Japão os resíduos são tratados por quem os gera, ou seja, a população. Todo lixo gerado é meticulosamente separado dentro de casa, tendo como foco o tipo e destino, e os moradores devem se atentar para os horários específicos para cada tipo de rejeito. Como livro de cabeceira, cada morador possui um manual que ensina a separar adequadamente os resíduos para coleta seletiva.

No Brasil, a coleta seletiva teve como primeiro terreno de implantação a cidade de Niterói, em 1985, em um bairro denominado São Francisco (CEMPRE, 1999).

De acordo com Frota *et al.* (2015), após o Estado do Rio de Janeiro, outros estados passaram a adotar a coleta seletiva tais como os municípios de São Paulo, Santos, Belo Horizonte, Curitiba, Porto Alegre, São José dos Campos, Florianópolis e Uberlândia. Afirmam também que esse processo seletivo ocorre sempre no eixo Sul-Sudeste, onde se concentram inúmeros polos industriais de reciclagem, enquanto as outras regiões geográficas do Brasil continuam carentes dessas estratégias para a aplicação, com resultados positivos, de um programa de coleta de resíduos sólidos.



Somente no ano de 1998 o sistema de coleta seletiva foi implantado no Espírito Santo, mais especificamente em Vitória, conforme dados divulgados por Peixoto (2012), destacado na Tabela 1.

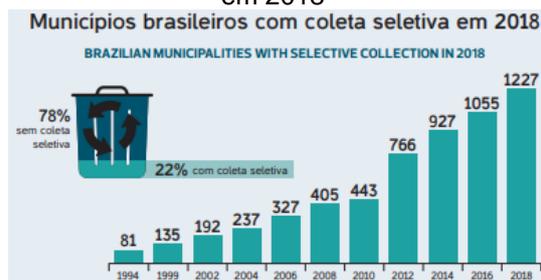
Tabela 1: Implantação de coleta seletiva no Brasil

Município	Início da Implantação
Niterói	1985
Curitiba	1989
Porto Alegre	1990
Salvador	1990
Santos	1990
Campinas	1991
Ribeirão Preto	1991
Belo Horizonte	1993
Recife	1993
Rio de Janeiro	1995
Londrina	1996
Santo André	1997
Florianópolis	1998
Vitória	1998

Fonte: adaptado de PEIXOTO, 2012

A evolução da coleta seletiva no Brasil é medida desde 1994 pelo CEMPRE. A cada dois anos, sendo que a Pesquisa Ciclosoft apresenta dados sobre número de municípios que oferecem o serviço e população atendida (CEMPRE, 2019). Até o ano de 2018, 1227 municípios faziam parte de algum programa de coleta seletiva, o que representa 22% de todos os municípios brasileiros e apenas 17% da população atendida, conforme os Gráficos 5 e 6.

Gráfico 5: Municípios com Coleta Seletiva em 2018



Fonte: CEMPRE, 2019

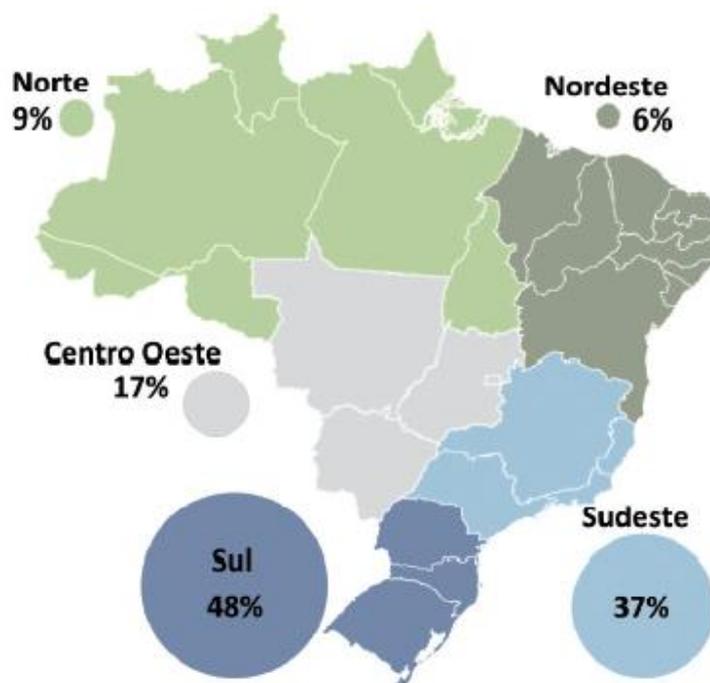
Gráfico 6: População atendida pela Coleta Seletiva em 2018



Fonte: CEMPRE, 2019

As regiões Nordeste e Centro-Oeste aumentaram sua abrangência quanto aos programas de coleta seletiva, contudo, as regiões Sul e Sudeste ainda lideram o número de municípios com esse tipo de coleta (Figura 3).

Figura 3: Abrangência da coleta seletiva 2017/2018



Fonte: ANCAT, 2017/2018

Dentre os tipos de coleta, Bringhenti (2004) afirma que existem várias formas para serem realizadas a coleta dos resíduos, como os programas de coleta porta a porta, posto de entrega voluntária (PEV) e de trabalhadores autônomos de reciclagem.

O sistema de coleta porta a porta é o mais atual e mais utilizado, consistindo na separação dos materiais recicláveis e não recicláveis, com a participação da comunidade. Após essa separação, os coletores recolhem e transportam esses resíduos em veículos específicos feita pela prefeitura ou pelas cooperativas,

No PEV, o próprio gerador vai até um posto e deposita o material reciclável previamente triado em recipientes específicos, que são recolhidos também pela prefeitura.

Segundo Roviriego (2005), as vantagens desse sistema são o menor custo de transporte, se comparado com o custo da coleta porta a porta, e a melhor separação do material. Contudo, ele tem algumas desvantagens, que vêm

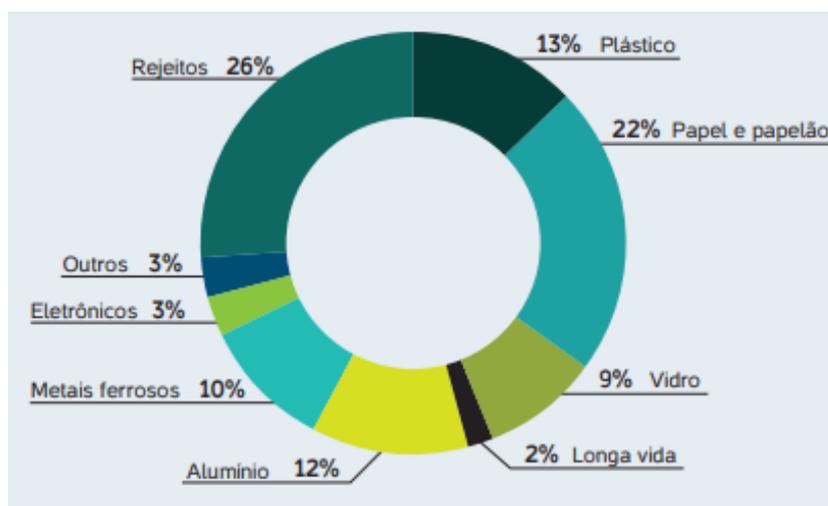


principalmente devido ao vandalismo e a depredação, assim como o desvio do material reciclável, o que obrigam os PEVs a serem colocados em locais que, embora não sejam os mais adequados, dão mais segurança para a guarda do material e para as operações dessa coleta.

Considerando isso, Vilhena *et al.* (2018) levantaram que a modalidade de coleta seletiva que utilizava o PEV foi adotada por 44% dos municípios, enquanto o modelo porta a porta teve uma representatividade de 78%.

Durante o ano 2018 a geração dos resíduos de coleta seletiva domiciliar apresentou o rejeito com 26%, seguido do papel com 22%, alumínio com 12% e vidro com 9%, conforme Gráfico 7. Contudo, a geração destes materiais muda constantemente dependendo do ano e de sua localização.

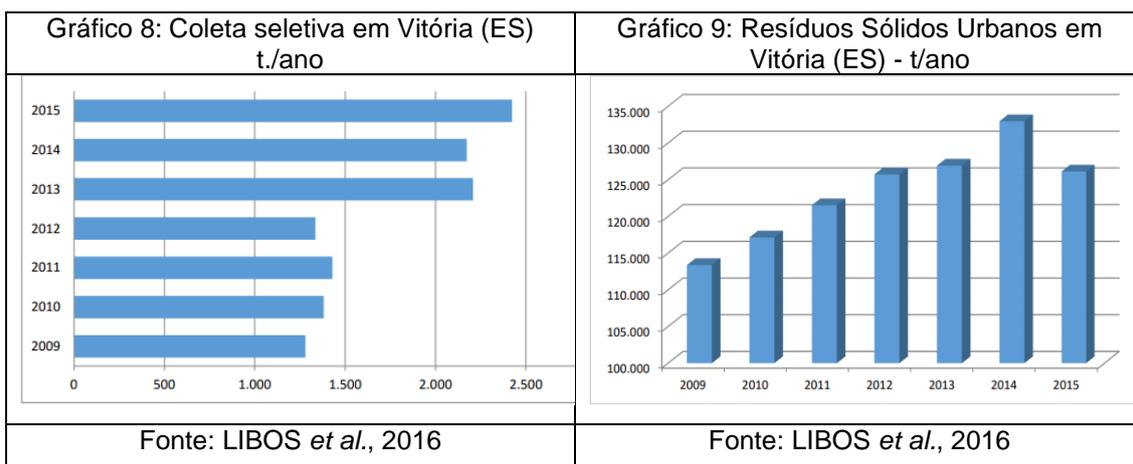
Gráfico 7: Composição gravimétrica da coleta seletiva



Fonte: CEMPRE, 2019

2.1.7.1 Coleta seletiva no município de Vitória – ES

De acordo com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e a Prefeitura Municipal de Vitória (LIBOS *et al.*, 2016), a coleta seletiva tem crescido de 2009 a 2015, como mostra o Gráfico 8. No entanto, esse quantitativo ainda é baixo se relacionado ao total de RSU coletado no mesmo período (Gráfico 9).



Segundo Vitoria (2019), verificou-se que em 2013 foram coletadas em torno de 180 toneladas de resíduos por mês e, em 2018, a média foi de 245 toneladas recolhidas por mês, o que representa um aumento de 36,12%. Quando comparada à média nacional, o município de Vitória ultrapassou a média de 2,2%, alcançando o índice de 3,1% na pesagem dos resíduos recicláveis. O recolhimento de resíduo domiciliar, por mês, chega à quantidade de nove a dez toneladas. O entulho, também conhecido como resíduo inerte, mensalmente chega a 3,5 mil toneladas recolhidas e os passíveis de serem reciclados chegam a 280 toneladas.

O secretário da Central de Serviços Nathan Medeiros destaca que:

Alcançamos uma coleta mensal de 280 toneladas de lixo seco, que são os resíduos recicláveis. Isso é uma vitória social e também para o meio ambiente, pois muito material deixa de ser depositado no aterro sanitário para virar matéria-prima e renda para o catador cadastrado em uma das associações do município. (VITÓRIA, 2019, s/p.).

O gerente de Recepção, Beneficiamento e Destinação em Vitória, Diego Degen afirma, Vitoria (2019) que, na cidade de Vitória, existem 937 pontos de entrega voluntária entre ecopostos, condomínios e postos de entrega voluntária em hospitais e prédios públicos.

Contudo, o programa porta a porta não é divulgado e, não por acaso a maioria dos edifícios participantes ficam próximos uns dos outros. Para incluir uma edificação no programa é necessário entrar em contato com a Prefeitura Municipal e fazer o pedido de inclusão, que pode ser feito por qualquer morador da edificação. Posteriormente é realizado um agendamento visando a rota do



caminhão e analisado os resíduos pelos próprios coletores, que definem quantos dias irão recolher o material. Esse fator depende do volume gerado pelo mesmo.

2.1.8 Associação de Catadores

De acordo com a Lei nº5.764 de 16 de dezembro de 1971, as associações se caracterizam por um grupo de pessoas que se unem com a intenção de contribuir, com bens ou serviços, para o exercício de uma atividade econômica (BRASIL, 2018). Elas funcionam de forma democrática, de acordo com as necessidades dos associados e, mesmo podendo contratar funcionários, não almejam retirar destes a mais valia (CHAGAS *et al.*, 2018).

Dentre os diversos públicos que se organizam coletivamente para prestarem algum serviço remunerado à sociedade, tem-se nos catadores de materiais recicláveis a possibilidade de união por meio de associações ou cooperativas, ou de forma autônoma e dispersa nas ruas e lixões das cidades (CHAGAS *et al.*, 2018). Conforme a PNRS, catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis são definidos como pessoas físicas de baixa renda que se dedicam à atividade de coleta, triagem, beneficiamento, processamento, transformação e comercialização de materiais reutilizáveis e recicláveis (BRASIL, 2010).

Para Pinheiro e Francischetto (2016), as associações de catadores são um novo modelo de economia que buscam alternativas capazes de promover a inclusão de pessoas, as quais, em decorrência da evolução dos mecanismos de produção, acabaram excluídas ou mesmo nunca se inseriram no mercado do trabalho, já que não conseguiram se enquadrar em tal desenvolvimento. Sendo assim, Bosi (2008) descreve que a grande maioria dos catadores são provenientes da população desempregada, que estão excluídos do mercado de trabalho formal seja por condição social, baixa escolaridade e/ou pela idade, e nessa condição, também o ingresso na atividade da catação deu-se pela “necessidade” e por ser a “única possibilidade” para garantir a sobrevivência.

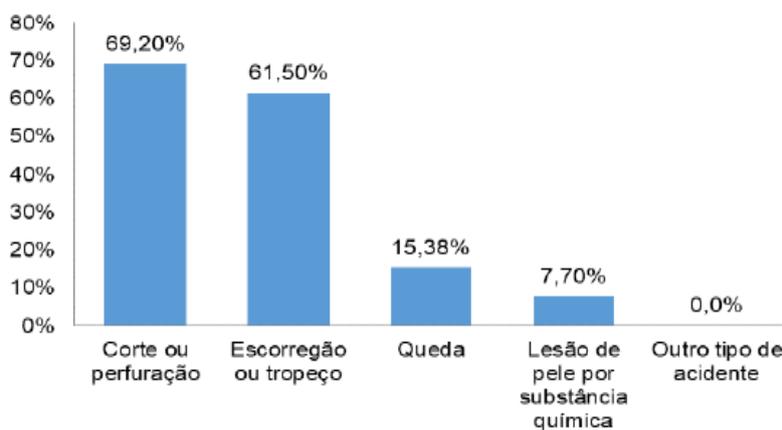
Segundo Ribeiro e Besen (2007), os catadores enfrentam dificuldades de ordem técnica, tais como a falta de capacitação, organizacional, na própria organização do trabalho, e econômica, como a competição pelos materiais recicláveis e a



baixa remuneração, necessitando de inserção institucional com base em instrumentos legais que garantam a sua continuidade. Além de estarem vulneráveis a situações climáticas, à violência, doenças e riscos de diversas ordens, a atividade é cansativa e realizada em condições precárias, com pouco reconhecimento, fazendo com que o trabalhador se sinta inútil (ALENCAR; CARDOSO; ANTUNES, 2009).

Como base nesses dados, o Gráfico 10 apresenta os riscos que os catadores podem sofrer com o exercício da profissão.

Gráfico 10: Tipos de acidentes de trabalho



Fonte: Brandão, 2019

Os acidentes mais comuns são perfurações e/ou cortes por materiais perfurocortantes (agulhas, lâminas e sucatas, cacos de vidro, dentre outros), fato comum em outros estudos, como citam Barbosa (2011) e Nogueira, Silveira e Fernandes (2017).

Conforme Barbosa (2011), é constante o risco de acidentes na atividade de prensagem, quedas e atropelamentos, ferimentos nos olhos, e lesão de pele com produto químico. Estes resultados, evidenciam a necessidade em executar campanhas para evitar os acidentes de trabalho e de vacinação juntamente aos catadores.

Apesar de se colocarem em risco e situações desfavoráveis para o exercício da profissão, os catadores reconhecem a importância do seu trabalho e são conscientes de que são agentes colaboradores com a preservação ambiental, no entanto, se sentem excluídos e humilhados e ainda se queixam com a falta

de colaboração da comunidade em realizar a separação dos resíduos já nas próprias residências (BRANDÃO, 2019).

A Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis (Anecat) e a Pragma Soluções Sustentáveis, em parceria com a LCA Consultores, criaram o Anuário da Reciclagem, tornando-se a principal fonte de referência em termos de reciclagem no período de 2017 e 2018 (ABRELPE, 2018, 2019).

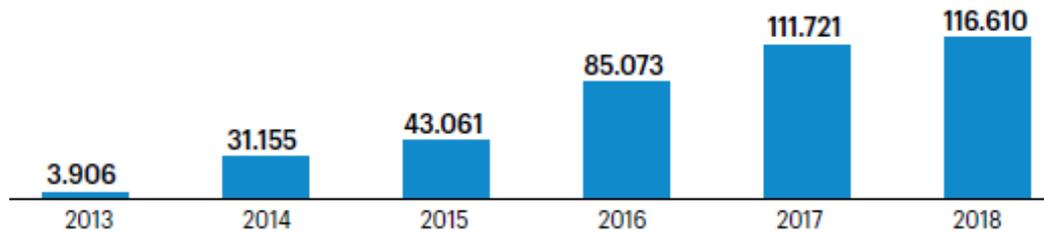
No Brasil, esse anuário é responsável pelas informações da cadeia de reciclagem sob o ponto de vista do trabalho das cooperativas de catadores de resíduos recicláveis. Segundo a Abrelpe (2018/2019), em 2017 havia uma amostragem representativa de 247 organizações de catadores; em 2018, o total era de 260. Embora não seja a totalidade construída pela Anecat e Pragma e seus parceiros, os dados chegam a 1.710 entidades construídas.

Como solução viável na gestão de resíduos sólidos, tendo como foco a inclusão social, o programa “Dê a Mão para o Futuro – Reciclagem, Trabalho e Renda” considera que os resíduos sólidos pós-consumo das empresas associadas à Abihpec, Abipla e Abimapi podem ser usados para a geração de emprego e renda para os catadores de materiais recicláveis, e passou a investir nesta proposta da gestão de resíduos sólidos pós-consumo.

Segundo a Abrelpe (2018/2019), desde 2013 o programa acompanha o volume de materiais recicláveis coletados pelas cooperativas, observando que eram 24 no início, e em 2019 já somavam 144. Em todo o período, foram recuperadas 391.526 toneladas de resíduos. Somente em 2018, 116.610 toneladas foram recicladas, 4,4% a mais que em 2017, conforme Gráfico 11, ou seja, houve recuperação de 22% das embalagens pós-consumo colocadas no mercado pelas empresas participantes do programa, movimentando cerca de R\$ 62 milhões. Esses volumes são apresentados no Gráfico 12.

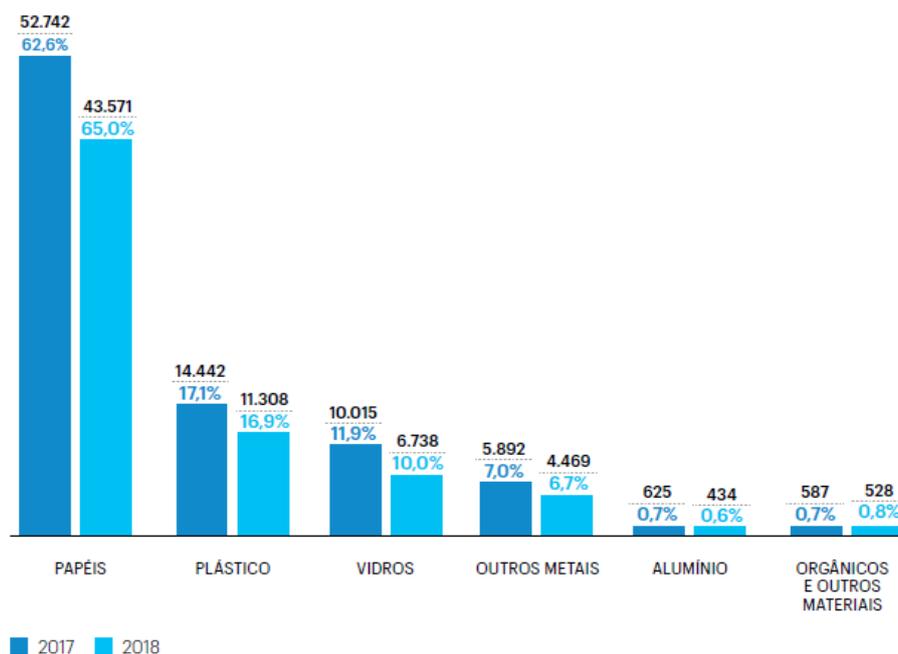


Gráfico 11: Volume de materiais recicláveis recuperados por meio do programa “Dê a mão para o futuro” em (toneladas/ano)



Fonte: ABRELPE, 2018/2019

Gráfico 12: Volume total coletado pelas cooperativas e associações de catadores em 2017 e 2018, por tipo de material (toneladas e % do total)



Fonte: ABRELPE, 2018-2019

Na cidade de Vitória, o lixo reciclável recolhido é doado às associações de catadores conveniados à Secretaria Municipal de Trabalho e Geração de Renda (SETGER). O papel de cada uma delas é a separação, a prensagem e a venda aos compradores de materiais recicláveis, geralmente as indústrias que investem nesse comércio.

A Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Vitória (ASCAMARE) realiza, desde o final da década de 1990, um trabalho que tem como matéria-prima papel, plástico e metal, e chega a beneficiar 50 toneladas de resíduos recicláveis por mês. Todo esse trabalho tem a participação dos seus associados (SEMTRE, 2013; SEMMAM, 2016).



Outra associação importante nessa organização seletiva é a Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis da Ilha de Vitória (AMARIV), que iniciou suas atividades na cidade de Vitória no ano de 2007. Além dos produtos recicláveis pela ASCAMARE, a Associação utiliza também o vidro e, dessa maneira, consegue beneficiar em torno de 68 toneladas de resíduos recicláveis por mês (SEMTTRE, 2013; SEMMAM, 2016).

Apesar dessa quantidade, a falta de competitividade no mercado de compra dos materiais faz com que os preços praticados fiquem abaixo do mercado, como apresenta a Tabela 2 (LIBOS *et al.*, 2016).

Tabela 2: Preço médio dos materiais recicláveis em 2018

Material	Preço Médio do Material (R\$/Kg)		
	Região Sudeste (2019)	Associações de Vitória (2015)	Associações de Vitória (2018)
Papelão	0,34	0,27	0,34
Papel Branco	0,44	0,34	0,42
Jornal	-	-	0,42
Tetra Pak	-	-	0,17
Ferro	0,35	0,17	-
Alumínio	4,01	3,20	-
Vidro	0,12	0,05	0,05
Plástico Rígido	1,41	1,10	1,00
PET	1,14	1,30	1,50
Plástico Filme	1,35	1,00	1,00

Fonte: adaptado de LIBOS *et al.*, 2016

Os valores dos materiais vendidos pelas associações de Vitória tiveram uma pequena variação de 2015 a 2018, no entanto, ainda são mais baixos que os valores praticados na região sudeste do país.

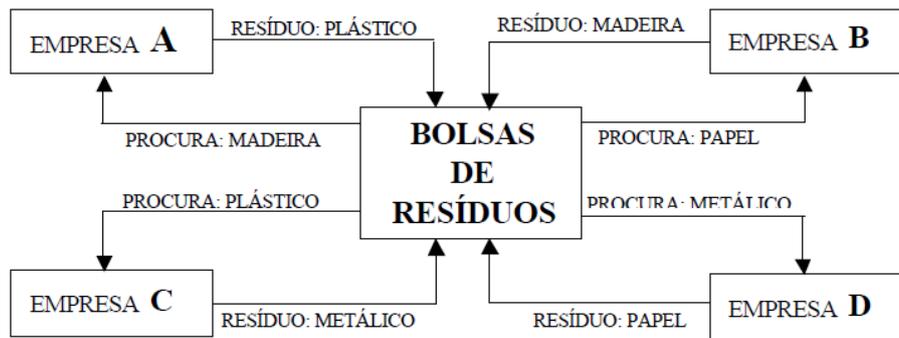
2.1.9 Bolsa de Resíduos

As bolsas de resíduos são organizações sem fins lucrativos e tem como principal objetivo proporcionar às empresas um espaço, normalmente gratuito, de divulgação de ofertas de compra, venda, troca ou doação de resíduos através de *websites* (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2012). Estes *websites* são ferramentas de gestão de resíduos que interligam ofertas e procuras de materiais, promovendo livre negociação entre demandantes e geradores de resíduos (OLIVEIRA; SANTOS, 2010; CHEN; LI, 2003). As negociações são promovidas através de um sistema em que constam



informações sobre resíduos gerados e solicitados, contendo dados como o tipo do resíduo, suas características, quantidade, entre outros (OLIVEIRA; SANTOS, 2010). A Figura 4 apresenta, de maneira esquemática, o funcionamento das Bolsas de Resíduos.

Figura 4: Funcionamento das Bolsas de Resíduos



Fonte: Júnior, Castro, Delforge, 2004

Segundo Coelho (2001), a criação das bolsas foi uma solução cobrada pelo próprio mercado, sendo uma realidade nos Estados Unidos, Europa e em países da América Latina, tomando-se como exemplo Peru e Chile. Esta iniciativa tornou-se realidade no Brasil com o propósito da promoção da livre negociação entre empresas, conciliando ganhos econômicos a ganhos ambientais (COELHO, 2001). As primeiras idealizações das bolsas de resíduos no Brasil surgiram no final da década de 1980, com a finalidade de facilitar o gerenciamento dos resíduos de forma a identificar o que é resíduo de uma empresa e pode se tornar matéria-prima ou ser utilizado em outra empresa ou outros setores da indústria (STAPENHORST, 2001).

Até o ano de 2011, a maioria das bolsas existentes no Brasil estavam hospedadas em páginas eletrônicas mediante a aplicação de recursos das Federações das Indústrias, enquanto que no restante do mundo as bolsas são mantidas pelo governo (ARCHANJO, 2008). A partir deste ano foi implantado o Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos (SIBR), que é a união de diversas bolsas de resíduos existentes no Brasil em um único sistema virtual. O SIBR conta com apoio das Federações das Indústrias da Bahia, Goiás, Minas Gerais, Pará, Paraná, Pernambuco, Sergipe e Espírito Santo e é patrocinado pela Confederação Nacional da Indústria – CNI.



Baseados nesses dados, no ano de 2013, Santolin e Siman (2015) analisaram as bolsas ativas no Brasil, dividindo-as em duas categorias: as participantes do SIBR e as pertencentes as Federações das Indústrias, conforme Quadro 3.

Quadro 3: Bolsas de Resíduos

BOLSA	HOST
SIBR - Bolsa de Resíduos do Estado da Bahia	SIBR
SIBR - Bolsa de Resíduos do Estado de Minas Gerais	SIBR
SIBR - Bolsa de Resíduos do Estado Paraná	SIBR
SIBR - Bolsa de Resíduos do Estado de Sergipe	SIBR
FIRJAN - Federação das Indústrias do Rio de Janeiro	FIRJAN
FIESC - Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina	FIESC
FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo	FIESP
FIERGS - Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul	FIERGS

Fonte: Santolin e Siman, 2015

No SIBR os resíduos são separados em 17 categorias de acordo com o tipo de material: plástico, papel/papelão, metais, vidro, madeira, orgânicos, minerais, químicos e petroquímicos, embalagens longa vida, couro, têxteis/confecções, construção e demolição, sucatas eletroeletrônicas, máquinas, equipamentos e mobiliários usados, óleos usados, borracha, e diversos (SOARES, 2014).

Dentre as categorias citadas, os plásticos possuem um grande mercado, principalmente para serem comercializados e utilizados como agregados em outros processos industriais. O consumo de plástico está crescendo continuamente a cada ano, tornando-se necessário o desenvolvimento de novas tecnologias para permitir o reuso/reciclagem desses resíduos em outros setores ou processos (SANTOLIN; SIMAN, 2015). Os mesmos autores destacam a madeira como outro resíduo em crescimento, compreendendo o maior volume (em toneladas) de resíduos anunciados, correspondendo a 56.172 toneladas, apresentando grande oportunidade para negociações nas bolsas, para serem reutilizados ou reciclados.

Entretanto, segundo Santolin e Siman (2015), o SIBR poderia mais do que quadruplicar o número de empresas cadastradas se aprimorasse seu sistema e adotasse melhores estratégias de divulgação, *marketing* e relacionamento com os usuários.

Em alguns países as bolsas se fazem presente com a Europe's Recycling Market Place, na Europa e, a California Waste Trade nos Estados Unidos, presente em



quase todos os Estados. As bolsas ainda se mostram presentes em alguns países da Ásia e da América Latina (ARCHANJO, 2008).

As bolsas auxiliam empresários a encontrarem oportunidades de negócios para reutilização e reciclagem de resíduos, sendo útil para localizarem possibilidades de destinação de resíduos ou de compra de insumos (DIHK, 2012; SIMIÃO, 2011). Pequenos recicladores também podem usar este sistema para encontrar materiais para comprar ou para encontrar mercado (TERESHCHENKO, 2012).

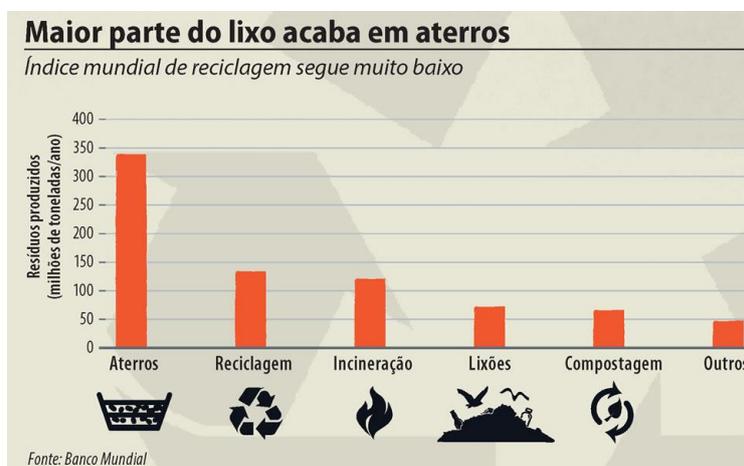
2.1.10 Disposição do Lixo

Considerando os diferentes tipos de descarte apresentados anteriormente em vários países, são descritas a seguir, as três formas mais comuns utilizadas no Brasil: o lixão, o aterro controlado e o aterro sanitário.

2.1.10.1 Lixão

O descarte em lixão é a forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos municipais, que tem como característica o simples descarte sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. Pode-se observar também no Gráfico 13 que, embora muitos países tratem seu lixo de maneira adequada, depositando em aterros sanitários, reciclando ou incinerando, outros ainda fazem seu descarte nos lixões (VILHENA *et al.*, 2018).

Gráfico 13: Índice mundial de reciclagem



Fonte: Senado Federal, 2014



De acordo com a ABNT (1984), os resíduos assim lançados acarretam problemas à saúde pública, como proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas, ratos etc.), geração de maus odores e, principalmente, poluição do solo e das águas subterrâneas e superficiais pela infiltração do chorume (líquido de cor preta, malcheiroso e de elevado potencial poluidor, produzido pela decomposição da matéria orgânica contida no lixo).

Citado por Schalch *et al.* (1995), os lixões são os grandes hospedeiros dos agentes transmissores de doenças como a poliomielite, a giardíase, a amebíase, a filariose bancroftina, a febre amarela, a dengue, a leishmaniose, entre outras.

No Brasil, apesar de proibidos, os lixões a céu aberto continuam a existir em todo o país. A situação é igualmente grave até em municípios que já fecharam os depósitos de lixo (GAZETAONLINE, 2017). No entanto, de acordo com a revista Online Uhi, da Unisinos (2018), o prazo oficial para encerramento dos lixões era 2014 e foi postergado no Congresso, pelo Senado, para acontecer de forma escalonada até 2021.

No Estado do Espírito Santo, ainda há 16 cidades capixabas que possuem lixões a céu aberto e, as que fecharam os depósitos de lixo, criaram associações de catadores, porém não implantaram uma coleta seletiva eficiente, transformando a sede dessas organizações em verdadeiros aterros sanitários sem licenciamento, enviando todo tipo de sujeira, como restos de comida, papéis higiênicos usados e fraldas descartáveis junto ao que pode ser reaproveitado (GAZETAONLINE, 2017).

2.1.10.2 Aterro Controlado

O aterro controlado é uma técnica de disposição de resíduos sólidos municipais que utiliza como método alguns princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos, cobrindo-os com uma camada de material inerte na conclusão de cada jornada de trabalho (VILHENA *et al.*, 2018).

Albuquerque (2011) afirma que o aterro controlado é uma fase intermediária entre lixão e aterro sanitário. Esta forma de disposição produz poluição, porém localizada, similarmente ao aterro sanitário, a área de disposição é minimizada.



Geralmente, não dispõe de impermeabilização de base, comprometendo a qualidade das águas subterrâneas, nem de sistemas de tratamento do percolado (termo empregado para caracterizar a mistura entre o chorume, produzido pela decomposição do lixo, e a água de chuva que percola o aterro) ou do biogás gerado (VILHENA *et al.*, 2018).

Para Waldman (2013), tecnicamente os aterros “controlados”, por não apresentarem técnicas minimamente viáveis para garantir proteção, mesmo que mínima ao meio ambiente, configurariam no máximo um lixão “melhorado”. O aterro controlado consta unicamente nos prontuários brasileiros relacionados aos Resíduos Sólidos Domiciliares.

O maior número de lixões se encontra respectivamente nas regiões Nordeste, seguida da Norte, Centro-Oeste, Sudeste e Sul. Já os aterros controlados, principalmente no Sudeste, no Sul, Nordeste, Centro-Oeste e Norte, de acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, no Diagnóstico de Manejo de Resíduos Sólidos, 2015, divulgado pelo Ministério das Cidades (IHU.UNISINOS, 2018).

Segundo a Gazeta Online (2017), no estado do Espírito Santo ainda existem 13 cidades que descartam seus resíduos em aterros controlados.

2.1.10.3 Aterro Sanitário

Aterro sanitário é um processo utilizado para a disposição de resíduos sólidos no solo, particularmente lixo domiciliar que, fundamentado em critérios de engenharia e normas operacionais específicas, permite um confinamento seguro em termos de controle de poluição ambiental e proteção à saúde pública. Como alternativa de disposição final dos resíduos sólidos, Consoni *et al.* (2000), afirmam que o aterro sanitário é o que reúne as maiores vantagens, considerando a redução dos impactos ocasionados pelo descarte dos resíduos sólidos urbanos.

Os aterros sanitários seguem regras da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Neles, os terrenos são preparados e impermeabilizados com mantas para os lençóis freáticos não sejam contaminados; têm chaminés para



escape de gases, sistema de drenagem de chorume e nivelamento de terra. A cobertura do lixo é feita com terra e há licenciamento ambiental (PORTELLA; RIBEIRO, 2014).

Albuquerque (2011) afirma que as áreas destinadas à implantação de aterros sanitários têm uma vida útil limitada e novas áreas são cada vez mais difíceis de serem encontradas próximas dos centros urbanos, somado ainda à resistência das populações do entorno.

Desde o PNRS, a quantidade de aterros sanitários vem aumentando. De acordo com o IBGE (2010), no ano de 2008 eram 34%, e na última pesquisa realizada pela ABRELPE (2017), o valor chega a aproximadamente 60%. Entretanto, é preciso que esses aterros sejam licenciados.

De acordo com o Sistema Findes (2018), no Espírito Santo, há cinco aterros sanitários licenciados, sendo um deles localizado na região da Grande Vitória – atendendo aos municípios de Vitória, Serra, Cariacica e outros.

Diante do exposto, Portella e Ribeiro (2014) afirmam que o sistema de aterro sanitário precisa ser associado à coleta seletiva de lixo para reciclagem, o que permite que sua vida útil seja dilatada. Campos *et al.* (2017) complementam afirmando que a coleta seletiva diminui a quantidade de resíduos sólidos passíveis de reciclagem destinada ao aterro sanitário.

2.1.11 Materiais Recicláveis

Adriano e Murata (2015) afirmam que é preciso conhecer a caracterização dos resíduos secos e úmidos, assim como o método de coleta, tratamento e disposição final a serem separados nos programas de coleta seletiva.

De acordo com Gouveia (2012), é preciso estar atento às metas de conservação e proteção dos diversos ecossistemas, como a diminuição gradual dos gases do efeito estufa (GEE) e a criação de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL). Dentro desse assunto, Carvalho e Chaudon (2018) ressaltam que devem ser observadas a economia de água e energia, e a destinação final do óleo de cozinha, atendendo à Política Nacional de Resíduos Sólidos.



Diante do exposto, os materiais recicláveis serão abordados a seguir, considerando algumas vantagens e desvantagens de serem reciclados.

2.1.11.1 Papel

Quando se pensa no papel, a pergunta que se faz é: como e quem criou o papel? A história descreve que no ano 105 a.C., o chinês T'sai Lun inventou uma folha de espessura fina, formada em moldes planos e porosos a partir de fibras vegetais das mais diversas procedências. Para conseguir essas fibras, T'sai Lun deixava os vegetais de molho em água e, em seguida, batia-os para que suas fibras fossem liberadas e ficassem dispersas na água, prontas, assim, para serem empregadas na fabricação do papel (HUNTER, 1947).

Desde sua invenção até hoje, o princípio de fabricação do papel é o mesmo, assim como sua matéria-prima básica, ou seja, fibras vegetais, denominadas também fibras celulósicas. Porém, ao longo de todos estes anos, muita tecnologia tem sido incorporada ao processo de obtenção das fibras celulósicas, assim como na manufatura do papel (VILHENA *et al.*, 2018).

Atualmente, a matéria-prima vegetal mais utilizada na fabricação do papel é a madeira, embora outras também possam ser empregadas. Essas matérias-primas são hoje processadas química ou mecanicamente, ou por uma combinação dos dois modos, gerando como produto o que se denomina de pasta celulósica, que pode ainda ser branqueada, caso se deseje uma pasta de cor branca. A pasta celulósica, branqueada ou não, nada mais é do que fibras celulósicas liberadas, prontas para serem empregadas na fabricação do papel (D' ALMEIDA, 1988).

Segundo a Indústria Brasileira de Árvores - IBA (2015), no Brasil, em torno de 99% da pasta celulósica produzida provém da madeira, sendo o 1% restante obtido de outras matérias-primas fibrosas, como sisal, bambu e línter de algodão. As fibras de madeira são obtidas de áreas reflorestadas, que se mantêm sempre produtivas e cultivadas especificamente para a produção de pasta celulósica.

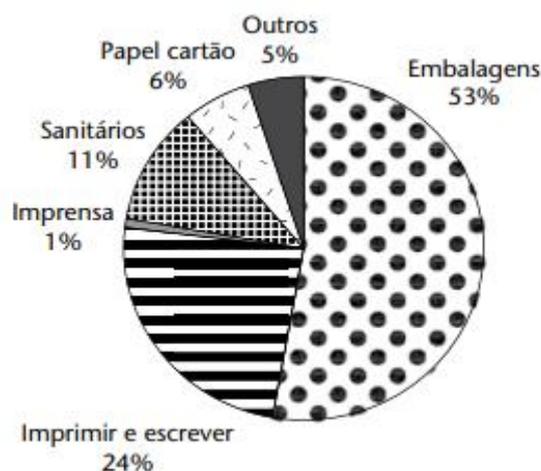
A pasta celulósica também pode provir do processamento do papel, ou seja, da reciclagem do papel. Neste caso, os papéis coletados para esse fim recebem o



nome de *aparas*. O termo *apara* surgiu para designar as rebarbas do processamento do papel em fábricas e em gráficas e passou a ter uma abrangência maior, designando, como já foi dito, todos os papéis coletados para serem reciclados.

Os papéis são normalmente classificados como de impressão, de escrever, de embalagem, de fins sanitários, cartões e cartolinas e especiais. O Gráfico 14 mostra a participação de cada um desses tipos na produção total brasileira.

Gráfico 14: Produção brasileira de papéis por tipo, ano 2015



Fonte: IBÁ, 2015

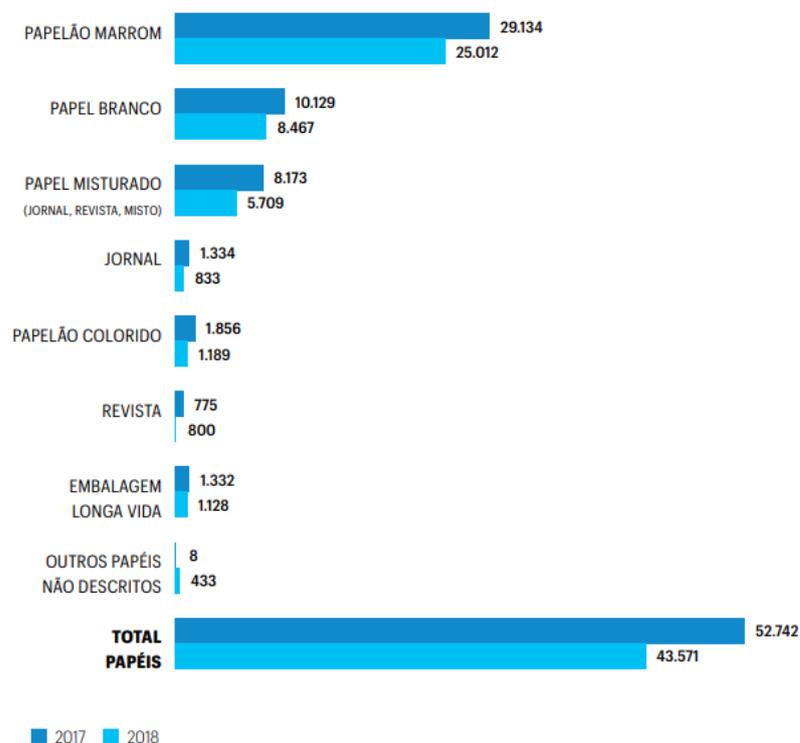
De acordo com site Recicloteca (2019), a caixa de papelão ondulado se tornou uma das mais importantes e conhecidas embalagens nas últimas décadas. Resistente, leve e de fácil obtenção, tem a maior parte de sua produção – cerca de 80% – advinda da recuperação do papel velho. Dentre seus maiores consumidores estão as indústrias de produtos alimentícios e bebidas, eletrodomésticos, fruticultura e avicultura.

Segundo o Vilhena *et al.* (2018), atualmente os cartões multicamadas (Tetra Pak), com revestimento de plástico e/ou de alumínio, são bastante utilizados para embalagens de alimentos. Esses são compostas por várias camadas – papel duplex (75%), polietileno de baixa densidade (20%) e alumínio (5%) – sendo utilizada para acondicionar leite e suco, pois impede a entrada de luz, ar, água e microrganismos nos alimentos e bebidas que envolve (SEIDEL, 2015).

O Gráfico 15 apresenta os materiais mais coletado para reciclagem nos anos de 2017 e 2018.



Gráfico 15: Volume coletado dos resíduos de papel em 2017 e 2018 (toneladas)



Fonte: ABRELPE, 2018/2019

É importante lembrar que na produção de papel existem consumos de água e energia, e para isso são necessários:

- Consumir em média 100.000 litros de água por tonelada de papel fabricado, mas produzir 1 tonelada de papel reciclado precisa-se de 2 mil litros de água;
- Para produzir 1 tonelada de papel é necessário 5 mil KW/h de energia, mas a mesma tonelada de papel reciclado consome-se de 1.000 a 2.500 KW/h;
- A produção de papel reciclado evita a utilização de processos químicos poluentes, reduzindo em 74% os poluentes liberados no ar e 35% os despejados na água;
- A cada 28 toneladas de papel reciclado evita-se o corte de 1 hectare de floresta, ou seja, 1 tonelada evita o corte de aproximadamente 30 árvores. Alguns estudos indicam que as fibras podem ser recicladas de 7 a 10 vezes;
- Para produzir 1 tonelada de papel novo são necessários de 25 a 30 eucaliptos adultos. (RECICLOTECA, 2019).

Alguns pontos são desfavoráveis à reciclagem de papel como: a flutuação no mercado de aparas, logística de transporte, custos, e qualidade das fibras e a liberação de dióxido de carbono (VILHENA *et al.*, 2018).

2.1.11.2 Plástico

Outro material destinado à reciclagem é o plástico. Entretanto evidencia-se um problema ambiental quando esses resíduos são apresentados como embalagens de alimentos, frascos de óleo, produtos de limpeza doméstica, entre outros e são depositados em aterros sanitários, incinerados ou até mesmo quando reciclados (BORDONALLI; MENDES, 2009).

De acordo com Vilhena *et al.* (2018), embora represente somente cerca de 4 a 7% em massa, os plásticos ocupam de 15 a 20% do volume do lixo, o que contribui para que aumentem os custos de coleta, transporte e disposição final. No entanto, o processo de reciclagem das embalagens evita que mais de 60% de carbono seja enviado para a atmosfera.

Os plásticos são divididos em duas categorias importantes: termofixos e termoplásticos. Os termofixos, que representam cerca de 20% do total consumido no país, são plásticos que, uma vez moldados por um dos processos usuais de transformação, não podem mais sofrer novos ciclos de processamento pois não fundem novamente, o que impede nova moldagem. Fazem parte desta categoria alguns poliuretanos (PU) e poli (acetato de etileno vinil) (EVA), usados em solados de calçados, poliésteres, como os utilizados em piscinas, banheiras e na fabricação de telhas reforçadas com fibra de vidro, resinas fenólicas, utilizadas em revestimento de móveis, entre outros (VILHENA *et al.*, 2018).

Já os termoplásticos são aqueles que amolecem ao serem aquecidos, podendo ser moldados, e quando resfriados ficam sólidos e tomam uma nova forma, como o polietileno de baixa densidade (PEBD); o polietileno de alta densidade (PEAD); o policloreto de vinila (PVC); os poliestireno (PS); o polipropileno (PP); o politereftalato de etileno (PET); as poliamidas (náilon) e muitos outros conforme o Quadro 4. Esse processo pode ser repetido várias vezes e correspondem a 80% dos plásticos consumidos (RECICLOTECA, 2019).

Quadro 4: Características dos plásticos encontrados nos resíduos sólidos urbanos

Tipo de plástico / Símbolo	Principais características	Aplicações
 PET Polietileno Tereftalato	Transparente e brilhoso; muito resistente; impermeável; polímeros de alta densidade (afundam na água); amolece a baixa temperatura (80°C); alta resistência mecânica e química.	Fibras têxteis, garrafas de refrigerante e água mineral, embalagens de produtos alimentícios, de limpeza, cosméticos e farmacêuticos; mantas de impermeabilização
 PEAD Polietileno de Alta Densidade	Amolece a baixa temperatura (120°C); impermeável; rígido e com resistência química; incolor, opaco; polímeros de baixa densidade (flutuam na água); queima como vela, liberando cheiro de parafina; superfície lisa e "cerosa"	Tampas, vasilhames, sacos de supermercado, embalagens de alimentos em geral, engradados de bebidas, baldes, tambores, eletrodomésticos, brinquedos, autopeças
 V ou PVC Policloreto de Vinila	Rigidez; impermeabilidade; polímeros de alta densidade (afundam na água); amolecem a baixa temperatura (80°C); queima com grande dificuldade, liberando um cheiro acre de cloro; é solubilizado com solventes	Tubos rígidos de água/esgoto, tubos flexíveis, cortinas, brinquedos, calçados, cartões de crédito, garrafas de detergentes
 PEBD Polietileno de Baixa Densidade	Flexível; transparente e impermeável; polímeros de baixa densidade (flutuam na água); amolece a baixa temperatura (85°C); queima como vela, liberando cheiro de parafina; superfície lisa e "cerosa"	Utensílios domésticos, sacos, frascos flexíveis, embalagens de alimentos
 PP Polipropileno	Não altera o aroma do alimento; brilhante, rígido e inquebrável; incolor, opaco; amolece a baixa temperatura (150°C); queima como vela, liberando cheiro de parafina; baixa densidade (flutuam na água); filmes, quando apertados nas mãos, fazem barulho semelhante ao celofane	Embalagens para alimentos, pára-choques de carro, garrafas, embalagens para massas e biscoitos, seringas descartáveis, potes de margarina, utilidades domésticas e as embalagens de salgadinhos
 PS Poliestireno	Impermeabilidade; polímeros de baixa densidade (flutuam na água); quebradiço; amolece a baixa temperatura (80°C a 100°C); queima relativamente fácil, liberando fumaça preta com cheiro de "estireno"	Utensílios domésticos rígidos, brinquedos, indústria eletroeletrônica, copos de água, copos descartáveis, potes para iogurte, sorvete e doces, frascos, bandejas de supermercados, pratos e tampas, aparelhos de barbear descartáveis.

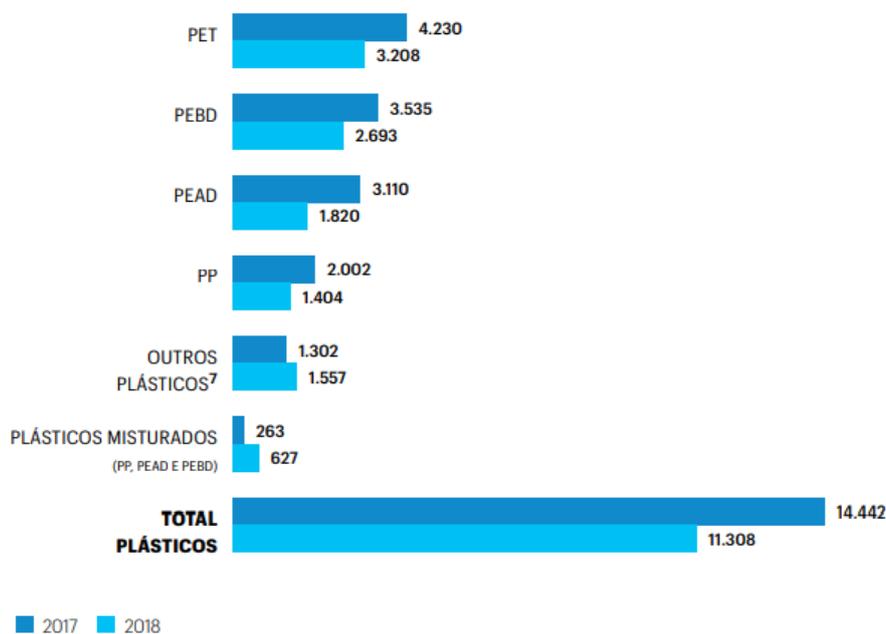
Fonte: Bassani, 2011

De acordo com Recicloteca (2019), no Brasil, o uso das embalagens PET (politereftalato de etileno) está crescendo e substituindo embalagens como latas de flandres, vidros, multilaminados (tipo "longa vida" ou "caixinha") e até de outros plásticos. Atualmente é comum observar o PET em garrafas de suco, refrigerantes, óleos vegetais, água mineral., dentre outros

Considerando os diversos tipos de plástico e sua reciclagem, o Gráfico 16 apresenta o volume coletado nos anos de 2017 e 2018.



Gráfico 16: Volume coletado dos resíduos de plástico em 2017 e 2018 (toneladas)



Fonte: ABRELPE, 2018/2019

Da mesma forma como a reciclagem do papel tem seus benefícios, assim também acontecem com a reciclagem dos resíduos plásticos encontrados no lixo urbano. Destacam-se os seguintes:

- Redução do volume de lixo coletado que é removido para os aterros sanitários, propiciando aumento da vida útil e redução dos custos de transporte;
- Economia de energia e petróleo, pois a maioria dos plásticos são derivados de petróleo, e um quilo de plástico equivale a um litro de petróleo em energia;
- Geração de empregos (catadores, sucateiros, operários, etc.);
- Menor preço para o consumidor dos artefatos produzidos com plástico reciclado (em média, os artefatos produzidos com plástico reciclado são 30% mais baratos do que os mesmos produtos fabricados com matéria-prima virgem);
- Melhorias sensíveis no processo de decomposição da matéria orgânica nos aterros sanitários, uma vez que o plástico impermeabiliza as camadas de material em decomposição, prejudicando a circulação de gases e líquidos (VILHENA et al., 2018, p.144).

No caso do PET, um dos plásticos mais usados e com crescentes índices de reciclagem, 41% do volume reciclado é transformado em fio de poliéster para a produção de tecidos (RECICLOTECA, 2019).

Vale ressaltar que na reciclagem do plástico, os produtos finais não são usados na indústria de alimentos para evitar algum tipo de contaminação



(RECICLOTECA, 2019) e, que algumas categorias não são recicláveis, como embalagens de salgadinho e balas, por exemplo, pois são feitas de um plástico muito mole que tem pouco valor comercial para ser reciclado (MARASCIULO, 2020).

Assim como o papel, segundo Vilhena *et al.* (2018, p.145) existem algumas dificuldades para a reciclagem do plástico, que variam de município ou região.

Dentre os problemas mais comuns, podem ser citados:

- o custo da coleta seletiva é maior do que o da coleta convencional;
- a escassez de empresas interessadas em comprar o material separado;
- as grandes distâncias que, às vezes, separam o município do mercado comprador;
- dificuldade em separar corretamente os diversos tipos de plástico;
- a difícil tarefa em garantir um fornecimento contínuo de matéria-prima de boa qualidade aos compradores.

Devido a algumas dessas dificuldades, os resíduos de poliestireno expandido (EPS), têm sido descartados pelos catadores de recicláveis. No entanto, os mesmos não sabem de sua versatilidade e nem sua sustentabilidade, já que o material é 100% reciclável, tendo em sua composição 98% de ar e 2% de plástico (PLASTICOTRANSFORMA). O EPS possui baixo consumo de água, visto que durante a transformação do EPS é muito reduzido, já que a água, enquanto material limpo, é reutilizada muitas vezes no processo. Além disso, durante o processo de transformação do EPS, as emissões na atmosfera são muito baixas.

Outro produto desta categoria são as sacolas de supermercado, pertencentes ao PEBD, mas que também são descartadas durante a triagem. Pereira e Schneider (2018) descrevem que o saquinho plástico é um derivado do petróleo, substância não renovável, feita de uma resina chamada polietileno de baixa densidade (PEBD) e sua degradação no ambiente pode levar séculos.

Para produzir uma tonelada de plástico são necessários 1.140 kw/h, sendo que essa energia é o equivalente para manter aproximadamente 7600 residências iluminadas com lâmpadas econômicas por uma hora. A esse consumo deve-se considerar, ainda, o consumo de água utilizada no processo e os dejetos resultantes.



Segundo Instituto Akatu, uma ONG que trabalha pelo consumo consciente, cada pessoa gasta em média 66 sacolas plásticas por mês. Numa família de quatro pessoas, o número sobe para 264 unidades (G1, 2010). No mundo, de acordo com G1.ES (2012) são distribuídas de 500 bilhões a 1 trilhão de sacolas plásticas anualmente, o que equivale a 1 milhão de sacolas produzidas por minuto. No Brasil, 41 milhões de sacolas plásticas são consumidas por dia; 1,25 bilhão por mês e 15 bilhões por ano. No Espírito Santo, são distribuídas 570 mil sacolas por dia e somente na capital circulam, diariamente, cerca de 50 mil.

2.1.11.3 Vidro

O vidro é feito de uma mistura de matérias-primas naturais. Conta-se que ele foi descoberto por acaso, quando, ao fazerem fogueiras na praia, os navegadores perceberam que a areia e o calcário (conchas) se combinaram através da ação da alta temperatura. Há registros de sua utilização desde 7.000 a.C. por sírios, fenícios e babilônios (RECICLOTECA, 2019).

Atualmente o vidro está muito presente na civilização e pode ser moldado de qualquer maneira, tais como nos para-brisas e janelas dos automóveis, lâmpadas, garrafas, garrafões, frascos, recipientes, copos, janelas, lentes, tela de televisores e monitores, fibra ótica, etc. As matérias-primas do vidro sempre foram as mesmas; somente a tecnologia é que mudou, acelerando o processo e possibilitando maior diversidade para seu uso (RECICLOTECA, 2019).

Para um processo de produção tendo o vidro como matéria prima, é preciso pensar no produto final que se quer alcançar. A partir daí os processos podem ser primários ou secundários. Os primários são automáticos e manuais e se caracterizam pela produção do vidro a partir da fusão das matérias-primas a altas temperaturas; já os secundários transformam o vidro em outros produtos, ou seja, qualquer processo em que a matéria prima para a fabricação seja o próprio vidro, tais como espelhos, vidros temperados, vidros laminados, entre outros (VILHENA *et al.*, 2018).

Atualmente o Brasil produz em média 980 mil toneladas de embalagens de vidro por ano, usando cerca de 45% de matéria-prima reciclada na forma de cacos.



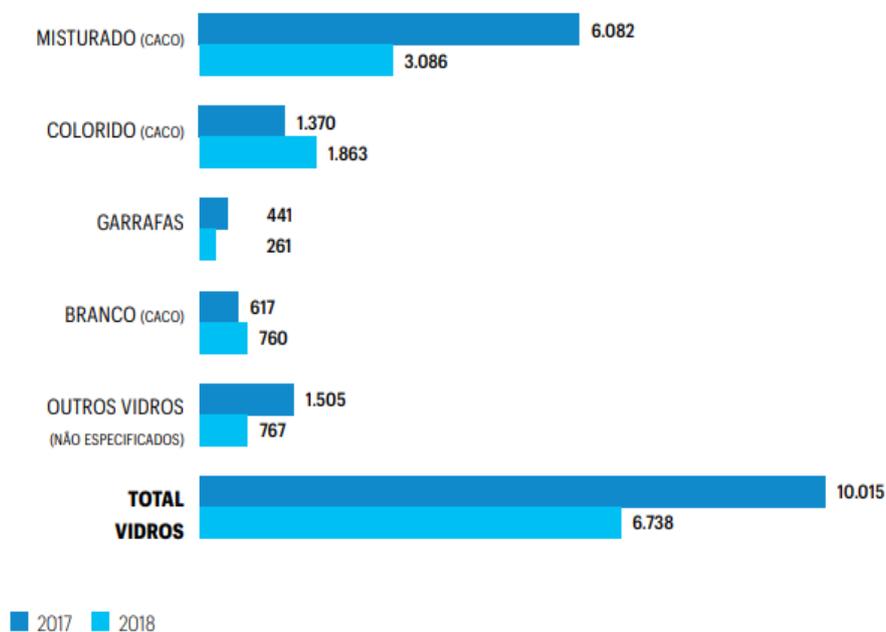
Parte deles foi gerado como refugo nas fábricas e parte retornou por meio da coleta seletiva (CEMPRE, 2010).

O vidro é 100% reciclável, não ocorrendo perda de material durante o processo de fusão. Para cada tonelada de caco de vidro limpo, obtém-se uma tonelada de vidro novo. Além disso, cerca de 1,2 tonelada de matéria-prima deixa de ser consumida (VILHENA *et al.*, 2018, p.156).

Os vidros são separados por cores e cada um tem uma quantidade de matérias-primas diferentes, o que atribui sua cor final. Assim como sua produção varia conforme suas cores, a coleta seletiva também (ABRELPE, 2018/2019).

No lixo domiciliar são geralmente descartados vários tipos de vidros, entretanto, a principal parcela do vidro contido no lixo domiciliar que pode ser reaproveitada é representada por embalagens como garrafas, frascos, potes e outros vasilhames para produtos alimentícios, cosméticos etc. Outros vidros tais como pratos, tigelas, travessas, panelas, tampas de fogões, tubos de televisão e lâmpadas, poderiam ser reaproveitados, porém, na prática, sua reutilização não é economicamente viável. Ainda assim são descartados no lixo domiciliar (VILHENA *et al.*, 2018), como demonstrado no Gráfico 17.

Gráfico 17: Volume coletado dos resíduos de vidro em 2017 e 2018 (toneladas)



Fonte: ABRELPE, 2018/2019

É importante que seja divulgado para orientação da população de um modo geral que tipo de embalagens de vidro são retornáveis e recicláveis, assim como as embalagens recicláveis. Segundo Cyrus (2007), as garrafas de vidro são usadas 21 vezes antes de serem recicladas. No entanto, a empresa Rexam afirma que cada garrafa retornável consome, a cada vez que é reaproveitada, pelo menos 3,2 litros de água por litro que será envasada.

Essa seleção é importante para a questão da coleta seletiva assim como para questão comercial e ambiental. Deste modo, as embalagens retornáveis e recicláveis são:

- garrafas em vidro âmbar de 600 mL e 300 mL para cervejas;
- garrafas em vidro branco e garrafões de vinho em vidro verde de 1000 mL e 300 mL para refrigerantes;
- garrafas em vidro verde de 1000 mL e 300 mL para refrigerantes (VILHENA et al., 2018, p.157).

Em relação às embalagens recicláveis, Vilhena *et al.* (2018, p.158) destacam os seguintes materiais:

- garrafas descartáveis *one way*, em vidro branco, âmbar ou verde para cervejas e refrigerantes;
- garrafas para sucos e águas minerais;
- frascos e potes para produtos alimentícios;
- garrafas em vidro verde e branco para bebidas alcoólicas, como vinhos, whisky, conhaque, vodka etc.;
- frascos para cosméticos e medicamentos.

O uso de embalagens retornáveis reduz a necessidade de fabricação de novas embalagens e, conseqüentemente, resulta em economia na extração de matéria-prima, nos gastos da fabricação e na emissão de poluentes proveniente do processo industrial (RECICLOTECA, 2019).

Segundo Rouse (1991), a inclusão do caco de vidro no processo convencional de produção do vidro reduz sensivelmente os custos da produção. Em termos de óleo combustível e eletricidade, para cada 10% de vidro reciclado introduzido na mistura, são economizados 2,5% da energia necessária para a fusão nos fornos industriais, devido à diminuição da temperatura de fusão pela introdução dos cacos. Deste modo, há diminuição no uso de matérias-primas e da emissão de gases, como o gás carbônico, para a atmosfera.

Assim como existem os vidros recicláveis, também há aqueles que, dependendo da sua composição, não são recicláveis e precisam ter um cuidado especial no momento do descarte para evitar acidente de trabalho com quem faz a coleta destes resíduos:

- espelhos;
- vidros planos, como vidro de janelas e box de banheiro;
- vidros de automóveis;
- vidro “cristal”;
- vidros especiais, como lâmpadas, tubos de televisão e válvulas;
- ampolas de medicamentos;
- fôrmas e travessas de vidro temperado, assim como qualquer utensílio doméstico de vidro temperado (VILHENA et al., 2018, p. 158).

Destacam-se outros entraves que dificultam a reciclagem do vidro, pois é necessário verificar o melhor preço de venda do vidro reciclado, saber para quem vai vender, qual a melhor apresentação para entrega do vidro ao comprador, e a necessidade de transporte para a entrega, sendo que todos esses fatores são importantes no momento de negociação de preço (VILHENA et al., 2018).

2.1.11.4 Metal

O primeiro metal descoberto foi o cobre, ainda na pré-história, no Oriente Médio. Com a descoberta deste material e, posteriormente, de outros metais, foi possível desenvolver ferramentas mais eficientes que as de pedra. Com o uso do metal também foi possível fabricar a roda (RECICLOTECA, 2019).

De acordo com Vilhena *et al.* (2018), os metais são materiais de elevada durabilidade, resistência mecânica e facilidade de conformação, sendo muito utilizados em equipamentos, estruturas e embalagens em geral. Quanto à sua composição, são classificados em dois grandes grupos: os ferrosos (compostos basicamente de ferro e aço); e os não-ferrosos. Essa divisão justifica-se pela grande predominância do uso dos metais à base de ferro, principalmente o aço.

A sucata metálica, além de ter embutida em si a etapa mais cara do processo primário, que é a extração e a redução do minério ao estado metálico, tem ainda

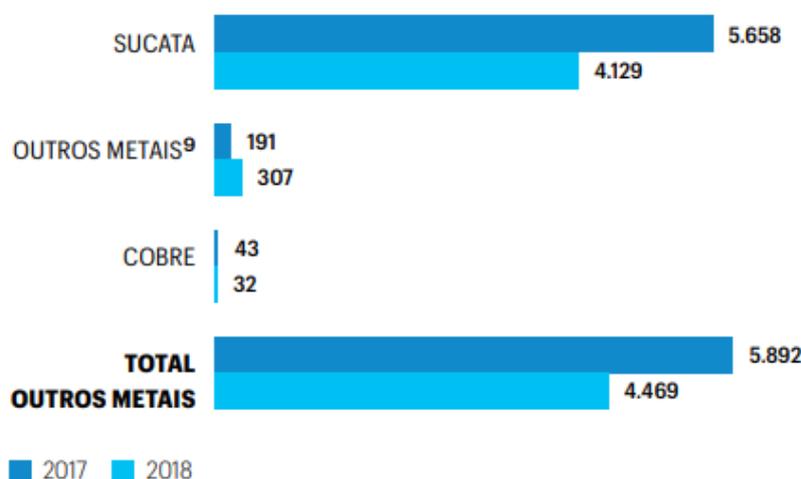


um valor econômico, próprio do metal, sendo este significativo em metais como alumínio, chumbo, cobre e, particularmente, nos metais nobres: ouro, platina e prata (VILHENA *et al.*, 2018).

Os mesmos autores afirmam que a maior parte dos metais presentes no lixo domiciliar é proveniente de embalagens, principalmente as alimentícias, como as tradicionais latas e algumas tampas de recipientes de vidro.

A grande vantagem da reciclagem de metais é evitar as despesas da fase de redução do minério a metal. Essa fase envolve um alto consumo de energia e requer transporte de grandes volumes de minério e instalações caras, destinadas à produção em grande escala (VILHENA *et al.*, 2018). Considerando a reciclagem de metal, nos anos de 2017 e 2018 foram computadas mais de 5.000 toneladas de sucata, enquanto outros metais tiveram uma coleta bem tímida, como demonstra o Gráfico 18.

Gráfico 18: Volume coletado dos resíduos metálicos em 2017 e 2018 (toneladas)



OBS: 9 - Outros metais incluem aço, antimônio, chumbo, magnésio e outros não especificados.

Fonte: ABRELPE, 2018/2019

A reciclagem desses materiais é extremamente importante. No caso do alumínio, a energia necessária para o processamento do metal reciclado é de apenas 5% da energia utilizada para o metal primário; para o aço, a relação é de 3,7, sendo ainda um valor considerável (CEMPRE, 2019).

É importante notar que os gastos em energia são os predominantes na produção de metais. Esses fatos explicam o interesse pela reciclagem por parte dos



fabricantes de metal, que são os grandes aliados e mesmo líderes das campanhas de reciclagem de metais. Essa, no caso das embalagens de aço, já chega a 47%, e 82% no caso das latas de bebidas (2 peças). Quanto às embalagens de alumínio, a reciclagem já é superior a 97%, valor este que representa a liderança mundial.

Os benefícios da reciclagem dos metais, segundo dados do Recicloteca (2019), é que há uma considerável redução no uso de energia e água e na emissão de poluentes atmosféricos e contaminação das águas. No caso da reciclagem do alumínio há uma redução de 95% de energia em relação à produção a partir do minério.

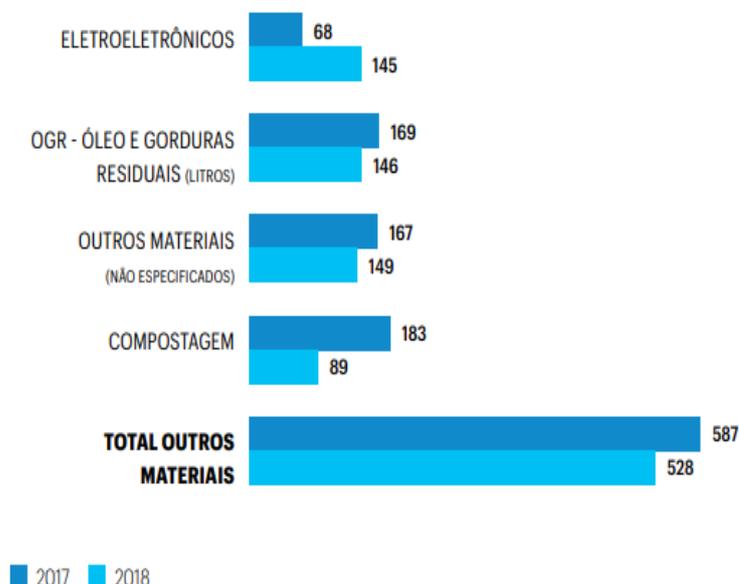
- A cada 75 embalagens de aço recicladas, economiza-se uma quantidade de carvão vegetal equivalente a uma árvore;
- O alumínio é 100% reciclável, em número ilimitado de vezes e quando se recicla o alumínio, são economizados 95% da energia que foi necessária para produzi-lo da primeira vez;
- Boa parte do alumínio destinado à reciclagem é proveniente das embalagens, em especial latas de bebidas;
- As latinhas recuperadas são transformadas em lingotes que posteriormente são empregados na fabricação de novas latas e inúmeros outros produtos de alumínio (RECICLOTECA, 2019, s/p.).

2.1.11.5 Outros

No lixo municipal existem certos materiais que, embora presentes em quantidades bem menores em relação ao conjunto formado por matérias orgânicas putrescíveis, papel, vidro, plástico e artefato de metal, merecem atenção especial devido aos problemas de saúde e de impacto ambiental que podem causar. Dentre esses materiais estão os pneus, as pilhas, as lâmpadas fluorescentes e os resíduos contidos em embalagens de materiais de limpeza, inseticidas, herbicidas, cosméticos, tintas e remédios, que são liberados quando as embalagens são destruídas, conforme Gráfico 19 (CEMPRE, 2019).



Gráfico 19: Volume coletado dos resíduos orgânicos e materiais diversos em 2017 e 2018 (toneladas)



Fonte: ABRELPE, 2018/2019

Segundo Baptista (1999) e Calderoni (1999), diversos ganhos ambientais podem ser proporcionados pelo reprocessamento de cada tonelada de material reciclável. O Quadro 5 e Tabela 3 apresentam o resumo de informações referentes à economia de recursos naturais, matérias-primas e energia decorrentes da reciclagem de papel, metais ferrosos, alumínio, vidro e plástico.

Quadro 5: Ganhos ambientais proporcionados pelo reprocessamento de cada tonelada de material reciclável

PAPÉIS	Poupa o corte de 34 árvores adultas de Eucalipto com altura média = 12 m, diâmetro médio superior (DMS) = 8 cm, diâmetro médio inferior (DMI) = 14 cm e densidade básica (DB) = 50 Kg seco/m ³ .
	Evita a utilização de 10,2 m ² de área de plantio de Eucalipto (com espaçamento de 2,0 x 1,5 m ou 3.300 árvores/ha).
	Proporciona uma economia de 98m ³ de água (100m ³ /t de consumo na produção primária (PP) contra 2m ³ na reciclagem (REC)).
METAIS FERROSOS	Evita a extração de 1,5 toneladas de minério de ferro (matéria-prima).
	Evita o corte de 75 árvores adultas utilizadas na produção de carvão vegetal, que é usado como redutor do minério de ferro.
ALUMÍNIO	Evita a extração de 5,0 toneladas de bauxita (matéria-prima).
VIDROS	Economiza 1,3 toneladas de matérias-primas (barrilha, sílica, outros).
	Economiza 33,36 kg de óleo combustível (em fornos com 100% de eficiência de aproveitamento de energia no reprocessamento).
PLÁSTICO	Cada 100 toneladas de plástico reciclado economiza 1 tonelada de petróleo.

Fonte: Bassani (2011)

Tabela 3: Relação dos gastos Material x Água/ Energia/ CO₂

MATERIAL		PESO	ÁGUA (litros)	ENERGIA	CO ₂	OBS
PAPEL	1t – virgem		100.000	5mil kw/h		
	1t -reciclado		2.000	1mil a 2,5mil kw/h	Menos 74%	Menos 35% de poluentes na água
PAPELÃO (RECICLADO)			Menos 58%	Entre 23% a 74% menos consumo	Menos 74%	Menos 35% de poluentes na água
						86% é produzido com papel reciclado
PLÁSTICO	1kg	1pet-47gr	180			
SACO PLÁSTICO	1t			1.140kw/h		Representa de 15% a 20% o volume de lixo
TETRA PAK	1t					Gera 680kg papel kraft
						Economiza o corte de 20 árvores
						Em 2019 foram recicladas mais de 34,5 mil toneladas
VIDRO	1Litro	950gr		8MJ	32,51gr	Podem ser usadas 21 vezes antes de reciclar, mas precisa ser lavada, usando 3,2 litros água
	Acréscimo de 10% de caco na mistura		Menos 9,5%	Economia de 4%		Produz 980mil toneladas usando 45% de cacos
	1000 Litros		549	3.998MJ		
ALUMÍNIO	1000 Litros	1 lata-14,5gr	123	1.861MJ		
	1Litro			6,2MJ	15,84gr	
	1t – virgem			14,9mw/h		
	1tn -reciclado			5% da virgem		
	50%+50%		Menos 33%	Menos 36%	Menos 35%	
	98% reciclado		Menos 65%	Menos 71%	Menos 70%	93% a menos de bauxita

2.2 EXEMPLOS DE POLÍTICAS RELACIONADAS AOS RESÍDUOS SÓLIDOS

No âmbito do Plano Municipal de Saneamento de Curitiba destaca-se que a Coleta Seletiva de recicláveis atende a 100 % do Município de Curitiba, utilizando os serviços de coleta porta a porta denominado Programa Lixo que não é Lixo e o de Pontos de Troca denominado Programa Câmbio Verde. Para a realização destas coletas são disponibilizados 34 caminhões baú de 40 m³, 59 motoristas e 146 coletores, equivalendo este quantitativo a 59 equipes (LIMA, 2013).

Lima (2013) revela que no período de 2003 a 2005 a coleta de recicláveis apresentou uma queda de 18,28 %, passando de 9.376 para 7.662 toneladas, enquanto a coleta convencional teve um crescimento de 5,21 %. Contudo, a queda da coleta seletiva neste período é atribuída, principalmente, à forte atuação da coleta informal e à falta de campanhas de divulgação do programa. Já nos sete anos seguintes houve um aumento significativo de 319,04 % na quantidade de resíduos secos coletados, isto é, de 7.662 toneladas passou-se a coletar 32.109 toneladas por ano.

Lima (2013) afirma que o aumento da coleta se relacione ao relançamento do Programa Lixo que Não é Lixo em 2006, com a criação da campanha educativa denominada SE-PA-RE. Concomitante ao desenvolvimento contínuo desta campanha, em 2008 a crise econômica mundial provocou uma queda drástica no preço das sucatas e aparas fazendo com que os coletores informais deste tipo de material perdessem o interesse pela atividade de coleta.

O Programa Câmbio Verde consiste na troca de material reciclável por produtos hortifrutigranjeiros de época, sendo derivado do Programa Lixo não é Lixo em 1991(CÂMBIOVERDE, S/D). Este Programa tem duas modalidades:

- Câmbio Verde nos Pontos de Troca
 - Incentivar os moradores a separarem o lixo orgânico do reciclável,
 - Toda população do Município de Curitiba pode participar deste programa, levando ao ponto de troca, que têm datas e horários pré-determinados, 4 Kg de materiais recicláveis (papel, papelão, vidro, sucata ferrosa e não ferrosa) os quais serão trocados por 1 Kg de produtos hortifrutigranjeiro.
- Câmbio Verde nas Entidades Assistenciais
 - Promover e incentivar a reciclagem,

- Incrementar a alimentação das pessoas que residem ou se dirigem a essas entidades, a fim de ter ao menos uma alimentação no dia.

Em 2018 Pelanda descreveu que quase duas toneladas de materiais recicláveis são recolhidas todos os meses em Curitiba, o que representa apenas 22% do lixo produzido na capital paranaense. Todo material recolhido nos bairros da cidade é encaminhado para quarenta associações de catadores e cooperativas, beneficiando 1.100 catadores que participam do programa EcoCidadão, da Prefeitura de Curitiba.

Outra iniciativa que merece destaque são os Programas de Desconto em Energia Elétrica. Após a implantação da PNRS, vários Estados do país aderiram a programas de desconto favorecidos pelas concessionárias de energia elétrica, como a cidade de São Paulo e o estado do Rio Grande do Norte, possibilitando a redução da conta e, contemplando muitas famílias de baixa renda.

O Projeto Ecoenel, de São Paulo, por exemplo, é um projeto que oferece desconto na conta de energia para os clientes residenciais que entregam materiais recicláveis – tais como papel, plástico, metal, vidro e embalagens TetraPak – nos pontos de coleta espalhados pela área de concessão da Enel Distribuição SP. Os principais benefícios do projeto são a redução do custo da fatura de energia – sendo que os clientes podem até zerar o valor da conta de luz por meio da entrega dos materiais – e a destinação correta dos resíduos sólidos recicláveis (ENEL, S/D).

No Rio Grande do Norte destaca-se o projeto Neoenergia, lançado em 2014, e que já recolheu 435 toneladas de resíduos sólidos recicláveis em 19 bairros de Natal, concedendo R\$ 114 mil em descontos na conta de luz de 2.875 clientes cadastrados até o final de dezembro de 2019. Na cidade de Natal, o Vale Luz atende os consumidores em 23 pontos de 19 bairros com a tenda itinerante, que serve como ponto de coleta dos materiais. A troca de óleo de cozinha usado por desconto na fatura é feita em parceria com a Indama, empresa responsável pela destinação final dos resíduos oleosos vegetais, tais como soja, canola, girassol, gergelim, amendoim, milho, coco, algodão e mamona, além de azeite de oliva e de dendê (G1RN, 2019).

No começo do ano de 2019, o projeto Vale Luz Cosern foi ampliado e começou a atender, além de Natal, os moradores de Parnamirim, na Região Metropolitana. Essa ampliação também contemplou a entrega de outros resíduos. Segundo G1RN (2019), além de metal, papel branco, jornais, revistas, caixas de papelão, plásticos e óleo



vegetal usado, o programa também passou a trocar resíduos eletrônicos (CPU com placa-mãe, notebook, televisor, celular, carregador, copiadora, impressora, monitor, fone de ouvido etc.) por descontos na conta de energia.

Apesar do município de Vitória ter um programa viável de coleta seletiva, ainda é muito tímido em relação a outras capitais do país, que coletam um maior percentual de materiais recicláveis, mas, com a adoção de alguns benefícios, a adesão da população tende a aumentar, principalmente se relacionado a descontos proporcionados pela concessionária de energia, assim como já é realizado nas cidades de São Paulo e Rio Grande do Norte.

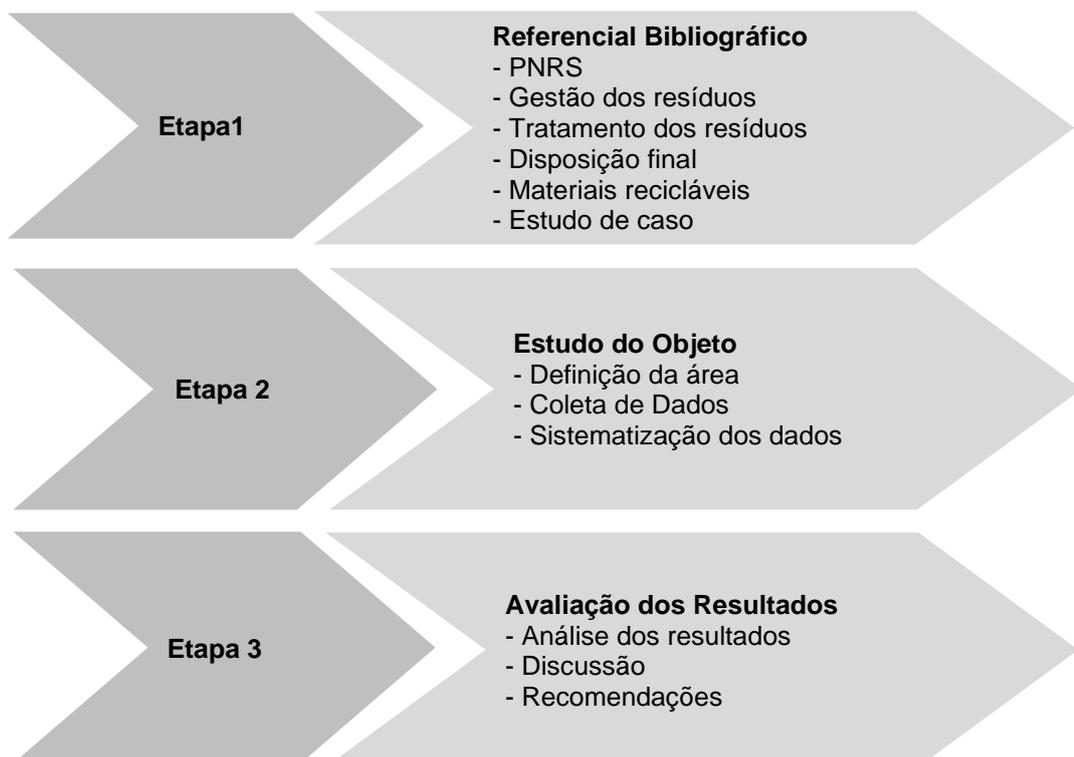
3 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa se caracteriza como descritiva com abordagem quantitativa, que é o tipo de estudo que visa elaborar, de forma matemática e estatística, as relações da questão norteadora do estudo. A partir de amostra são obtidas informações e outras variáveis que vão ser descritas a partir de deduções matemáticas para explicar os resultados obtidos (POLIT; BECK, 2018).

Seguem descritos os procedimentos metodológicos da pesquisa a partir da revisão bibliográfica e coleta de dados advindos das atividades de campo realizadas na área selecionada, sendo estruturado em três etapas, apresentados esquematicamente na Figura 5.

A partir da revisão bibliográfica, primeira etapa no processo, iniciou-se a etapa 2, com a avaliação da área de estudo e seleção das edificações para a coleta de dados a partir de diretrizes previamente estabelecidas. Definidas as edificações, foram realizadas as atividades de campo e medições para posterior sistematização e comparação dos dados com outros estudos semelhantes. A etapa final caracteriza-se pela avaliação dos resultados e identificação de eventuais falhas e indicações para pesquisas futuras.

Figura 5: Esquema geral das etapas adotadas nos procedimentos da pesquisa



Fonte: autora



3.1 LOCAL DE ESTUDO

O local selecionado para a pesquisa foi o bairro de Jardim da Penha (Figura 6), situado na cidade de Vitória (ES). O município é dividido em nove regiões administrativas e o bairro faz parte da região administrativa 9, descrito no Mapa da Região (Figura 7). Segundo a Prefeitura Municipal de Vitória, Jardim da Penha é uma das três regiões localizadas na parte continental do município e é uma das regiões urbanizadas mais planas.

Figura 6: Demarcação do bairro de Jardim da Penha



Fonte: Google Earth, 2019, adaptado pela autora

Figura 7: Mapa da Região Administrativa 9



Fonte: PMV, s/d

O processo de ocupação da região se intensificou a partir da década de 1970, com o surgimento de pequenos conjuntos habitacionais de apartamentos destinados à classe média baixa. Conforme o Censo 2010 a população de Vitória era de 327.801 pessoas, sendo a população do bairro a segunda maior da capital, ficando atrás apenas do bairro Jardim Camburi, sendo distribuída entre 13.702 homens (44.82%) e 16.869 mulheres (55.18%), perfazendo um total de 30.571 habitantes (SANTOS; SÁ; RONCHI, 2013).

Considerando que a perspectiva populacional de Vitória para 2019 foi de 362.097 pessoas (IBGE, 2017) e mantendo a relação de proporcionalidade, estima-se que o bairro, em 2019, tenha alcançado cerca de 33.700 habitantes.

O bairro é ocupado por funcionários públicos, estudantes universitários, profissionais liberais e idosos. Segundo o IBGE, é o bairro de Vitória com maior número de idosos (9.5%), com um total de 2.909 habitantes em 2010, conforme a Tabela 4.

Tabela 4: População residente por sexo e grupo de idade no bairro Jardim da Penha – 2010

Grupo de Idade	Total	%	Homens	Mulheres	Proporção da população (%)	
					Homens	Mulheres
0 a 14 anos	3.659	11,97	1.826	1.833	49,90	50,10
15 a 24 anos	6.009	19,66	2.806	3.203	46,70	53,30
25 a 64 anos	17.994	58,86	7.986	10.008	44,38	55,62
Acima de 65 anos	2.909	9,52	1.084	1.825	37,26	62,74
Total	30.571	100,00	13.702	16.869	44,82	55,18

Fonte: Santos; Sá; Ronchi, 2013

Esse bairro foi selecionado não apenas pela representativa quantidade de moradores, mas pela quantidade de mulheres e idosos. Segundo Bringhenti e Günther (2011), essa população é mais atenciosa durante a triagem de materiais em função de sua maior disponibilidade de tempo livre. O bairro também foi pioneiro na implantação do programa de coleta seletiva e, de acordo com Bassani, Mota e Bringhenti (2008), os condomínios residenciais constituem fonte de geração de resíduos sólidos domiciliares em grande volume, o que torna Jardim da Penha o mais representativo para este tipo de pesquisa. Considerando a grande geração de resíduos domésticos em condomínios, Bassani (2009) demonstrou que cerca de 37% deles, se adequadamente tratados, deixariam de ser destinados a aterros no município de Vitória.

Adotando os dados do último censo realizado pelo IBGE (2010), observava-se à época 11.445 domicílios, cuja média de moradores por domicílio era de 2,67, conforme Tabela 5. Considerando-se que não há modificações relevantes no perfil dos moradores que induza a diferenças relevantes na relação de moradores por domicílio, esta média foi utilizada para calcular a média de resíduos gerados por morador durante as análises realizadas.



Tabela 5: Domicílios particulares permanentes e Moradores em domicílios particulares permanentes, segundo a espécie de unidade doméstica, no bairro Jardim da Penha - Vitória (ES) - 2010

	Total	Espécie de unidade doméstica			
		Unipessoal	Nuclear	Estendida	Composta
Domicílios	11.445	2.064	6.997	1.552	832
Moradores em Domicílios	30.552	2.064	20.689	5.231	2.568
Média de Moradores	2,67	1,00	2,96	3,37	3,09

Fonte: Santos; Sá; Ronchi, 2013

3.2 AMOSTRAGEM DO ESTUDO

O propósito da amostra é o de fornecer informações que permitam descrever os parâmetros ou características da população de referência, da maneira mais adequada possível (BOLFARINE; BUSSAB, 2005). Essa amostra, por sua vez, deve ser definida de modo que seja representativa para aquela população estudada, sendo esse quantitativo estabelecido a partir de análise estatística.

Inicialmente foi analisada a viabilidade desse estudo através de um levantamento junto à Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMAM), a fim de contabilizar os edifícios residenciais que participam do programa de coleta seletiva no bairro de Jardim da Penha, totalizando 88 condomínios, o que corresponde a, aproximadamente, 10% das edificações do bairro, se concentrando principalmente nas áreas próximas à ponte da Passagem, ponte Ayrton Senna, rua do Canal e Clube dos Oficiais.

3.2.1 Planejamento amostral para gravimetria

O mapa da Figura 8 identifica os primeiros condomínios selecionados para a pesquisa, destacando-se o fato de terem sido selecionados por serem os pioneiros no programa de coleta seletiva de Vitória (ES). Para esse primeiro momento de planejamento de amostra gravimétrica, os edifícios foram mapeados de acordo com os dias de coleta e próximos uns dos outros, a fim de facilitar a locomoção do pesquisador para o acompanhamento da coleta dos materiais e a etiquetagem das *bags* (sacola de polietileno) de recolhimento do material coletado. As edificações possuem de três a cinco pavimentos e de nove a 30 unidades de apartamento, totalizando 175, como descrito na Tabela 6 e localizados na Figura 8.



Tabela 6: Enumeração dos 10 condomínios analisados, em função do número de apartamentos e da quantidade de pavimentos

Condomínios	Número de pavimentos	Unidades de apartamento
A	5	30
B	5	20
C	5	20
D	3+cobertura	14
E	3+cobertura	21
F	4+cobertura	9
G	3	12
H	3	12
I	3+cobertura	14
J	5+cobertura	23
TOTAL		175

Fonte: a autora

Figura 8: Localização das edificações selecionadas para a amostra



Fonte: Google Earth, 2019, adaptado pela autora

O acompanhamento foi desenvolvido nos meses de outubro e novembro de 2018 por 30 dias. Os resíduos foram recolhidos às terças-feiras pela manhã e à tarde e, às sextas-feiras pela manhã. Nos demais dias da semana, os materiais eram triados na

associação de catadores, a ASCAMARE, considerando a caracterização proposta por alguns autores referenciais, que dividiam as categorias de 5 a 12 componentes, conforme apresentado no Quadro 6.

Quadro 6: Categorias de triagem primária em revisão de métodos de estudos de caracterização de resíduos sólidos

Categorias de triagem primárias	Nº de categorias	Referência
Papel, Plástico, Metal, Vidro e Descartes.	(5)	Laignier (2001)
Papel, Plástico, Metal, Vidro, Matéria Orgânica, Madeira/couro/borracha, Trapos e Diversos.	(8)	Morigaki (2003); Rocha (2005)
Papel, Plástico, Metal, Vidro, Matéria Orgânica	(5)	IBAM (2001)
Papel/Papelão, Plástico, Vidro, Longa Vida, Alumínio, Metal, Eletrônicos, Outros, Rejeitos	(9)	CEMPRE (2010)
Papel e papelão, Plástico, Metais ferrosos, Metais não-ferrosos, Vidro, Trapo, couro e borracha, Madeira, Diversos, Matéria orgânica putrescível	(9)	SCHNEIDER et al. (2003)
Papel e papelão, Plástico, Metais ferrosos, Metais não-ferrosos, Vidro, Pano, trapo, couro e borracha, Contaminante Biológico, Contaminante Químico, Madeira, Pedra, terra e cerâmica, Diversos, Matéria orgânica putrescível	(12)	PESSIN (2006)
Jornal, Vidro, Papel, Papelão, Filme, Plástico, PET, Ferro, Alumínio	(9)	ALVES e SANTOS (2009)

Fonte: BASSANI, 2011

Para este estudo foi seguido o modelo de Laignier (2001), Anexo A, onde foram realizadas adequações desconsiderando alguns materiais ferrosos que já não são mais descartados, tais como pilhas e baterias que possuem local específico para o descarte e, PP água mineral e margarina, que foram incluídas apenas como PP, juntamente com os outros materiais da categoria. Por sua vez, alguns materiais foram incluídos de acordo com a necessidade da pesquisa, como PET embalagem e PEBD de sacos de supermercado (Apêndice A).

O primeiro dia de coleta foi um teste dos procedimentos objetivando identificar eventuais necessidades de ajustes, especialmente no que diz respeito a quais tipos de recipientes deveriam ser utilizados para os resíduos; quais os tipos de balança seriam necessários e como os resíduos seriam separados. Neste dia, apenas as *bags* etiquetadas foram pesadas em um total de seis *bags*. No segundo dia, 16 de outubro de 2018, a participação de uma associada da ASCAMARE foi de grande importância, visto que a mesma instruiu para que a separação dos resíduos fosse feita de acordo com o procedimento de triagem nas associações, misturando alguns materiais e desconsiderando outros.

O galpão para a seleção do material é bem espaçoso e possui várias mesas de triagem. No entanto, como a chegada de materiais é constante, é necessário rapidez na seleção dos materiais. No entanto, como muitos materiais são descartados, o tempo aproximado de triagem de uma *bag* é de cinco minutos. Como as áreas rotineiramente utilizadas já estavam pré-estabelecidas, a área para a separação dos materiais da pesquisa ficou isolada das demais, sendo pequena e adicionalmente, como os materiais eram pesados antes e depois da triagem, demandavam um tempo maior, o que eventualmente desagradava os associados. O desconforto causado no processo adicionalmente a outros empecilhos que poderiam prejudicar os resultados da pesquisa, decidiu-se pela mudança de estratégia, sem, no entanto, deixar de considerar a análise gravimétrica no processo.

3.2.2 Planejamento amostral dos resíduos secos e úmidos

O plano amostral deste estudo foi estabelecido através de métodos de obtenção de amostras, mais especificamente a Amostragem Aleatória Simples, onde foi realizado um levantamento quantitativo de edifícios residenciais que participam da coleta seletiva no bairro de Jardim da Penha, para posterior obtenção de um tamanho amostral significativo de edifícios que fosse representativo em relação ao comportamento da coleta seletiva no bairro.

Como mencionado anteriormente, o bairro de estudo possui 88 condomínios participantes do programa, sendo que 46 coletam durante dois dias e 42 apenas um dia da semana devido à baixa geração de resíduos.

Devido à dimensão territorial do bairro e a dispersão das edificações, o bairro foi mapeado e dividido em seis regiões a fim de que houvesse uma proporcionalidade de edifícios em uma mesma área, conforme Tabela 7.



Tabela 7: Levantamento das edificações

Grupos	Edifícios	Quantidade
Grupo 1	1, 37, 15, 46, 47	5
Grupo 2	40, 23, 39, 24, 22, 25	6
Grupo 3	9, 10, 35, 20, 27, 30, 34, 33, 28, 26	10
Grupo 4	6, 19, 13, 12, 11, 14, 16	7
Grupo 5	5, 8, 31, 36, 7, 32, 38, 17, 11	9
Grupo 6	18, 2, 3, 4, 43, 41, 42, 44, 45	9
Total		46

Fonte: autora

Foi inicialmente adotado o processo de amostragem aleatória simples, onde seleciona-se sequencialmente cada unidade amostral com igual probabilidade, de tal forma que cada amostra tenha a mesma chance de ser escolhida (BOLFARINE; BUSSAB, 2005). Por meio deste procedimento, o cálculo do tamanho amostral (n), Equação (1), foi predito com o objetivo de definir uma amostra representativa para o total de edifícios residenciais do bairro de Jardim da Penha que participam do programa de coleta seletiva. Sendo assim, a população de interesse (N) são os 46 edifícios.

Para este estudo foi considerado um erro amostral $d = 0,10$ (10%) e, como a variância (S^2) da população não era conhecida, usou-se um S^2 de 0,25 (BARNETT, 2002), com nível de confiança de 90% para os cálculos dos tamanhos amostrais.

Desta forma, considerando as suposições, o tamanho amostral obtido foi de 28 edifícios.

$$(1) \quad n \geq N \cdot \left[1 + N \cdot \left(\frac{d}{S \cdot z_\alpha} \right)^2 \right]^{-1}$$

Para selecionar os 28 edifícios foi utilizada a técnica de Amostragem Aleatória Estratificada e as áreas de abrangência divididas em seis, para que o número de edificações fosse proporcional em cada uma delas. Sendo assim, utilizou-se como base o *software* estatístico R, e através do comando específico chamado “sample”,

foram gerados valores sorteados aleatoriamente, os quais constam na amostra específica, como por exemplo:

sort(sample(1:11, 6, replace=FALSE))

O comando *sample* sorteia dentro dos 11 edifícios do grupo três, quais serão os seis empreendimentos selecionados. A condição *replace = FALSE* permite que dentro do sorteio não sejam escolhidos valores que se repetem, como por exemplo 1,3,5,8,5,7,12,10,5 em que o valor 5 se repetiu 3 vezes. A adoção desse comando impede a ocorrência dessas repetições inadequadas. Já o comando *sort* ordena os valores que foram sorteados, como por exemplo 1,4,5,6,7,8,10,11.

Sendo assim, o Tabela 8 apresenta quais edificações foram selecionadas e na Figura 9, suas localizações.

Tabela 8: Levantamento das edificações selecionadas

Grupos	Edifícios Selecionados	Quantidade
Grupo 1	1, 37, 46	3
Grupo 2	40, 23, 39, 25	4
Grupo 3	10, 35, 30, 34, 33, 28	6
Grupo 4	6, 13, 12, 14	4
Grupo 5	5, 8, 32, 17, 11	5
Grupo 6	18, 2, 3, 4, 43, 44	6
Total	1, 37, 46, 40, 23, 39, 25, 10, 35, 30, 34, 33, 28, 6, 13, 12, 14, 5, 8, 32, 17, 11, 18, 2, 3, 4, 43, 44	28

Fonte: autora.



Figura 9: Localização das 28 edificações



Fonte: Google Earth, 2019, adaptado pela autora

As edificações selecionadas foram enumeradas e descritas pelas quantidades de pavimentos e unidades de apartamento, totalizando 636, como descrito na Tabela 9.

Tabela 9: Enumeração dos 28 condomínios estudados, em função do número de apartamentos e da quantidade de pavimentos

Condomínios	Número de pavimentos	Unidades de apartamento	Condomínios	Número de pavimentos	Unidades de apartamento
ER1	10	40	ER15	5	30
ER2	5	25	ER16	5	30
ER3	5	63	ER17	4+cobertura	9
ER4	5	30	ER18	3	12
ER5	5	20	ER19	3+cobertura	14
ER6	5	20	ER20	5+cobertura	10
ER7	5	20	ER21	3+cobertura	11
ER8	5	20	ER22	5	31
ER9	3	24	ER23	5	25
ER10	3+cobertura	14	ER24	3+cobertura	16
ER11	5	20	ER25	3	12
ER12	3+cobertura	21	ER26	4	48
ER13	4	14	ER27	5	25
ER14	3	12	ER28	5	20
			TOTAL		636

Fonte: a autora

Os meses de dezembro e janeiro foram excluídos por serem meses considerados atípicos. De acordo com IBAM (2001), as festas de final de ano fazem com que o mês de dezembro apresente maior produção média de resíduos que o habitual, com aumento de embalagens como papel/papelão, plásticos maleáveis, metais e de matéria orgânica.

Por outro lado, o mês de janeiro apresenta uma geração de resíduos reduzida o que pode ser devido ao período de férias que leva a população a deixar a cidade em busca de outros lugares (BASSANI, 2011).

Para esta nova etapa foram selecionados os meses de fevereiro, março e abril, durante as segundas e terceiras semanas, a fim de que não se confrontassem com o final das férias escolares e os feriados de carnaval e Semana Santa (Quadro 7), períodos considerados sazonais, que significam um aumento ou uma diminuição na quantidade de resíduos gerados.

Quadro 7: Descrição dos dias de coleta

Meses	Semana do Mês	Data da Coleta	Observações
Fevereiro	2 ^a	11/02/2019 a 16/02/2019	
	3 ^a	18/02/2019 a 23/02/2019	
Março	2 ^a	11/03/2019 a 16/03/2019	
	3 ^a	18/03/2019 a 23/03/2019	
Abril	2 ^a	08/04/2019 a 13/04/2019	
	3 ^a	15/04/2019 a 18/04/2019	Feriado sexta-feira Santa

Fonte: autora

3.3 COLETA DE DADOS

A coleta de dados da pesquisa ocorreu em duas etapas, sendo a primeira baseada na gravimetria dos resíduos secos, realizada nos meses de outubro e novembro do ano de 2018 e a segunda na estimativa do volume dos resíduos secos e úmidos, realizada nos meses de fevereiro, março e abril de 2019.

A coleta dos resíduos secos ocorreu de segunda-feira a sexta-feira. No entanto, para essa primeira etapa foram consideradas apenas às terças-feiras e sextas-feiras, visto que tinham maior número de condomínios que podiam ser estudados simultaneamente. Esses resíduos foram recolhidos e acondicionados em “bags” (sacola de polietileno), etiquetados e dispostos no caminhão, que seguiam para a central de transbordo e depois de pesados, encaminhados para as associações de



catadores. Ao serem entregues, as bags etiquetadas eram separadas, pesadas individualmente e triadas de acordo com o tipo de material, incluindo seus rejeitos.

Para essa etapa foram analisadas dez edificações, 11%, do total que participam do programa de coleta seletiva no bairro. Para que os dados fossem colhidos, alguns equipamentos foram considerados, como balanças e recipientes pequenos e grandes, conforme Figuras 10, 11, 12 e 13.

Figura 10: Balança digital da associação ASCAMARE



Fonte: acervo da pesquisa, 2018.

Figura 11: Tambor de lixo, 200 litros
Tara = 10kg



Fonte: acervo da pesquisa, 2018.

Figura 12: Tambor de lixo, 200
litros
Tara = 10kg



Fonte: acervo da pesquisa, 2018.

Figura 13: Balde para pesagem de resíduos,
7,5 litros – Tara 285gr



Fonte: acervo da pesquisa, 2018.

A segunda etapa foi realizada nos três meses mencionados do ano de 2019 e ocorreram nas segundas e terceiras semanas de cada mês, às segundas, terças, quintas e sextas-feiras durante os períodos da manhã e da tarde, para os resíduos secos; e de segunda-feira a sábado nos períodos noturnos, para os resíduos úmidos. Durante essa fase, apenas o volume dos resíduos foi considerado.

Nesta situação, os resíduos foram acondicionados em bags de 1000 litros para os resíduos secos (Figuras 14 e 15) e em contentores de 240 litros para os resíduos úmidos. Para este último, algumas edificações possuíam mais de um contentor, como mostra a Figura 15.

Figura 14: Bag de polietileno (1000 litros) Figura 15: Contentor de resíduos (240 litros)



Fonte: acervo da pesquisa, 2018.



Fonte: acervo da pesquisa, 2018.

Para garantir o anonimato das edificações residenciais selecionadas para este estudo, os edifícios foram numerados por ordem com código alfanumérico com as letras **ER** seguida da sequência numérica para contabilizar a amostra (exemplo: ER1, ER2, ER3 etc.) correspondendo à sequência numérica em ordem crescente atribuída ao total das 28 edificações.

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

As análises foram realizadas em duas etapas, sendo a primeira a avaliação da gravimetria de dez edificações multifamiliares participantes do programa de coleta seletiva do município de Vitória; e a segunda, à análise dos volumes dos resíduos secos e úmidos, onde foram contemplados 28 condomínios nessa mesma situação. Além das quantidades encontradas, foram estimados valores de acordo com a taxa de adesão do bairro, variando de 10% a 100% das edificações, bem como a representação das vendas dos materiais recicláveis realizadas pelas associações de catadores durante o mês e o ano. Utilizando os mesmos dados foi possível estimar os consumos de água e energia que cada material requer em sua produção.



3.4.1 Análise Gravimétrica dos Resíduos Domiciliares de Coleta Seletiva

Para a análise gravimétrica, a seleção das edificações partiu da quantidade de amostras, sendo definido um percentual de 10% do total, que após estudo da viabilidade técnica, selecionou duas ruas distintas com cinco edificações cada, tendo de três a cinco pavimentos e nove a 30 apartamentos. Foi adotado um modelo específico de planilha para a triagem dos resíduos e, posteriormente, comparado com dados similares do Cempre (2018/2019) e Bassani (2011), visto que a mesma realizou uma pesquisa gravimétrica no ano de 2011 com as mesmas características adotadas para o presente estudo.

3.4.2 Análise do Volume dos Resíduos Domiciliares Secos e Úmidos

A segunda etapa trata das análises dos volumes dos resíduos secos e úmidos de 28 edificações pertencentes ao programa de coleta seletiva de Vitória, recolhidos durante as 2ª e 3ª semanas dos meses de fevereiro, março e abril do ano de 2019. Para o tamanho da amostra foram definidos alguns critérios específicos, excluindo metade da população, sendo posteriormente utilizados cálculos estatísticos, com 10% de erro e 90% de confiança. Elas têm de três a dez pavimentos e, de nove a 63 unidades de apartamentos.

Esta análise busca demonstrar o impacto benéfico que o programa de coleta seletiva propicia através do recolhimento e envio dos materiais recicláveis às associações de catadores, evitando que os mesmos sejam depositados em aterros sanitários.



4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados da pesquisa sob forma de agrupamentos, subdivididos em duas partes. A primeira trata da composição gravimétrica dos resíduos secos, os quais foram triados e quantificados; e a segunda refere-se à relação do volume de resíduos secos e úmidos dos resíduos sólidos urbanos domiciliares, visando um melhor aproveitamento dos materiais e diminuição de descartes nos aterros sanitários.

4.1 ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA

Durante a realização desta etapa foi feito um comparativo dos dados do Cempre (2018/2019) e de Bassani (2011). Destaca-se que Bassani realizou uma pesquisa gravimétrica no ano de 2011 em condomínios residenciais verticalizados no bairro de Jardim Camburi, município de Vitória (ES), servindo de embasamento metodológico e conceitual para o presente estudo.

Em relação às coletas propriamente ditas, as atividades começaram no dia 2 de outubro de 2018, porém nesse dia foram feitas apenas as pesagens das *bags* carregadas, identificando-se que a média de peso foi de aproximadamente 25,5 quilos, com exceção do condomínio F, que descartou apenas 8,5 quilos. Entretanto, pode-se notar – e como era de se esperar –, que o peso possui relação com a quantidade de números de apartamentos de cada edificação, observando, no entanto, que o condomínio G, mesmo possuindo menos unidades de apartamentos, produziu mais de dois quilos e meio de material por unidade habitacional, conforme Tabela 10

Tabela 10: Coleta Gravimétrica realizada em 2 de outubro de 2018

Condomínios	Peso (kg)	Unidades de apartamento	Média por apartamento (kg)
A	35	30	1,16
B	26	20	1,30
C	23	20	1,15
D	-	14	-
E	28	21	1,33
F	8,5	9	0,94
G	32	12	2,66
H	21	12	1,75
I	24,5	14	1,75
J	31	23	1,35
TOTAL	229	175	1,42

Fonte: a autora



O peso total da primeira coleta foi de 229 quilos. Contudo, nesse dia, a produção da edificação D não foi recolhida devido à falta do responsável. A média por apartamento foi de 1,42 quilos, desconsiderando essa edificação, sendo assim, de acordo com a tabela, algumas edificações ficaram acima desse valor, como a G, H e I, e a edificação F abaixo da média.

A coleta do dia 16 de outubro contemplou apenas seis edificações, totalizando 182,5 quilos de resíduo seco, com uma média de 26,6 quilos por edificação, sendo que nos edifícios G e J foram recolhidos 40 quilos cada, como apresentado na Tabela 11. Segundo Bringham *et al.* (2019), as diferentes quantidades de resíduos se dão à medida que o número de apartamentos aumenta, havendo uma tendência decrescente na geração de recicláveis segregados na fonte.

Tabela 11: Coleta Gravimétrica realizada em 16 de outubro de 2018

Condomínios	Peso (kg)	Unidades de apartamento	Média por apartamento (kg)
A	32	30	1,06
B	-	20	-
C	23	20	1,15
D	-	14	-
E	27,5	21	1,30
F	20	9	2,22
G	40	12	3,33
H	-	12	-
I	-	14	-
J	40	23	1,74
TOTAL	182,50	175	1,80

Fonte: a autora

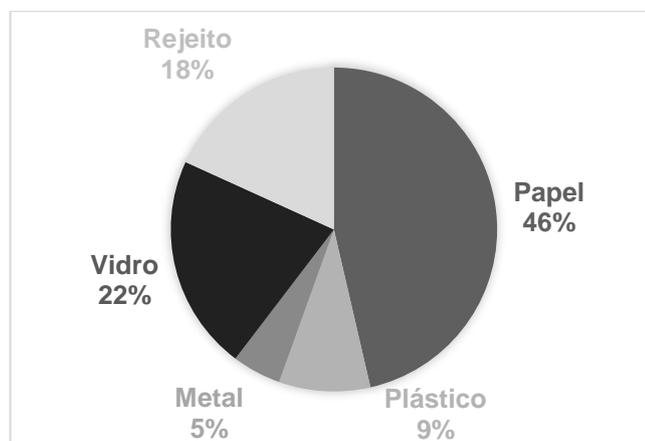
Conforme a Tabela 16, a média por apartamento ficou em 1,8 quilos, no entanto, em função do dia 12 de outubro, feriado de Nossa Senhora Aparecida e Dia das Crianças, algumas edificações recolheram uma quantidade maior de resíduos, como no caso dos edifícios F e G, com dois e três quilos, respectivamente. A edificação J também aparece com uma quantidade um pouco maior que a média, ou seja, 1,75 quilo.

A triagem desse dia foi executada juntamente com uma das associadas da ASCAMARE, portanto, nem todas as colunas foram preenchidas, visto que os mesmos não consideram alguns materiais, descartando-os, conforme mencionado anteriormente. Sendo assim, os resíduos com maior quantidade foram o papel (46%),



seguido do vidro (22%) e do rejeito (18%), conforme o Gráfico 20, e, dentre esses resíduos, o maior quantitativo é de papelão e misto na tipologia de papel, e PET na tipologia dos plásticos, de acordo com o Apêndice D.

Gráfico 20: Composição gravimétrica dos resíduos coletados e medidos do dia 16 de outubro de 2018



Fonte: a autora

Como mencionado anteriormente, alguns materiais não são considerados, principalmente quando se trata do plástico, como por exemplo, as embalagens comumente utilizadas nos supermercados para acondicionar alimentos de consumo rápido. A associação também não separa os vidros por cor, conforme dados da Tabela 16, uma vez que o valor de venda desse material no mercado é muito abaixo, ou seja, de cerca de R\$ 0,05 o quilo (LIBOS *et al.*, 2016). Esse material também acaba ocupando um espaço considerável, já que não é possível prensá-lo ou empilhá-lo como os demais materiais.

A terceira semana do mês de outubro foi realizada coleta e triagem completa numa terça-feira (Apêndice E) e uma sexta-feira (Apêndice F). Nessa semana, apesar da coleta de terça-feira contemplar todas as edificações, totalizou 241 quilos, a coleta de sexta-feira registrou 263 quilos de resíduos, com nove edificações, visto que no edifício F não foi recolhida neste dia.

A triagem foi realizada de acordo com o modelo Laignier (2001), contudo, o resíduo madeira foi retirado previamente da tabela, visto que esse tipo de material já é retirado no momento de recolhimento pelos próprios funcionários da Prefeitura, assim como outros materiais, como tecido e eletroeletrônicos, mas que, por vezes, passam despercebidos. Os funcionários que recolhem os resíduos de coleta seletiva acabam



ajudando o trabalho das associações, que não precisam triar e nem descartar esse tipo de material.

Considerando o modelo de Laignier (2001), para a separação dos resíduos, a quantidade de rejeitos é bem menor se comparada com a separação que os associados realizam. No entanto, tem que se levar em consideração que nem todos os resíduos têm mercado no Espírito Santo ou não valem a pena ser triados, como por exemplo, o isopor. Segundo os associados, para trabalhar com a reciclagem desse material é necessário um maquinário específico, bem como uma pessoa que saiba manusear o material e um local fechado para triturar o resíduo, visto que se espalha facilmente. Além disso, os catadores afirmam que o equipamento é muito barulhento, diferente das outras máquinas utilizadas, como a prensa e a empilhadeira, que são de fácil manuseio e qualquer associado pode utilizar.

Na ASCAMARE, onde a triagem foi realizada, todos os funcionários participavam de todas as etapas. Eles fazem um sorteio mensal para definir a posição de cada funcionário, desde a cozinha, mesas de triagem, despejo das *bags* nas mesas até as prensas.

Durante a semana de atividades cada edificação produziu uma média de 47 quilos de materiais recicláveis, variando de 20 a 75 quilos e, cada morador produziu em média, 17 gramas, conforme Tabela 12.



Tabela 12: Média dos materiais gerados na semana

GRUPO	MATERIAL	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	TOTAL	MÉDIA P/ED.
	Nº APTO	30	20	20	14	21	9	12	12	14	23	175	
PESO DA BAG POR SEMANA													
PAPEL	TOTAL	13,200	11,500	–	22,620	14,780	–	38,640	28,840	43,715	12,480	185,775	23,220
PLÁSTICO	TOTAL	9,080	4,640	–	8,060	6,110	–	7,865	11,235	6,110	8,970	62,070	7,760
METAL	TOTAL	1,445	0,585	–	1,005	0,825	–	1,505	2,420	1,050	0,610	9,445	1,180
VIDRO	TOTAL	14,350	3,200	–	4,960	20,560	–	27,120	28,865	8,625	12,965	120,645	15,000
	TOTAL	37,775	20,000	-	36,645	42,245	-	75,130	71,360	59,500	35	377,935	47,000
	KG/Hab/Dia	0,067	0,054	-	0,15	0,11	-	0,35	0,31	0,23	0,081	0,17	
REJEITO	TOTAL	8,500	6,770	–	5,000	7,500	–	12,500	12,000	7,000	6,000	65,270	8,160
TOTAL		46,275	26,700	-	41,645	49,775		87,630	83,360	66,500	41,000	442,885	55,360

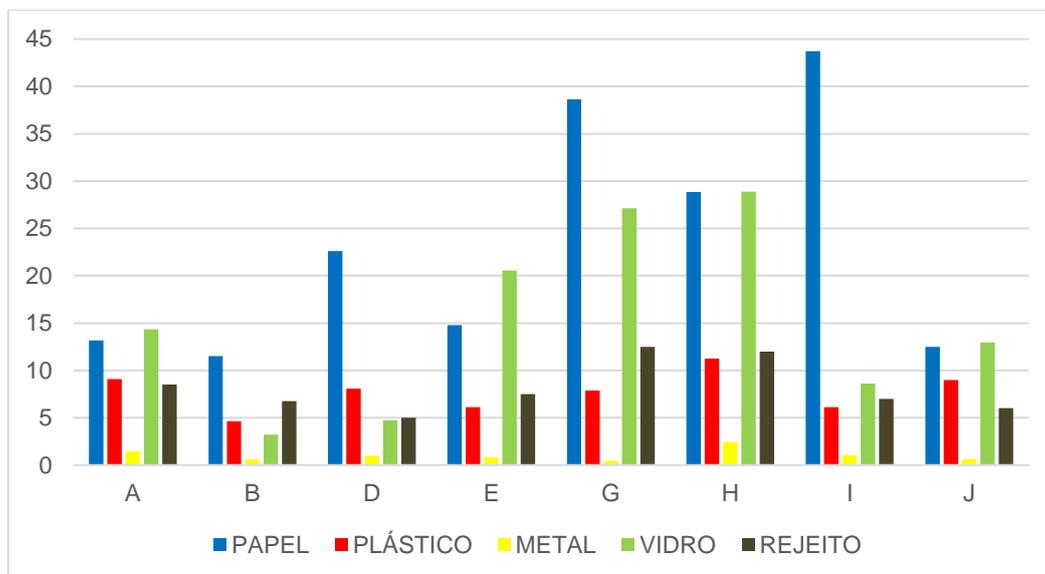
Fonte: a autora



A média por morador também foi verificada, ficando em 0,17 e variando entre 0,05 e 0,35, corroborando assim com os resultados obtidos por Bassani (2011), de que quanto mais apartamentos menor a quantidade/unidade de resíduos coletados. Nota-se que a maior quantidade de materiais recolhidos foi nas edificações G, H e I, enquanto os condomínios A e B, com 30 e 20 apartamentos, respectivamente, não atingiram 100 gramas por morador ao dia.

Alguns dos condomínios mencionados foram os que mais geraram papel, seguidos do vidro e do plástico, conforme o Gráfico 21. No entanto, a quantidade de metal arrecadada foi quase nula. Isso se deve à coleta dos próprios funcionários do edifício, que recolhiam latas de alumínio para vender, fato este observado pela autora durante o acompanhamento de coleta no condomínio **C**.

Gráfico 21: Quantitativo médio de resíduos coletados nos dois dias de outubro de 2018

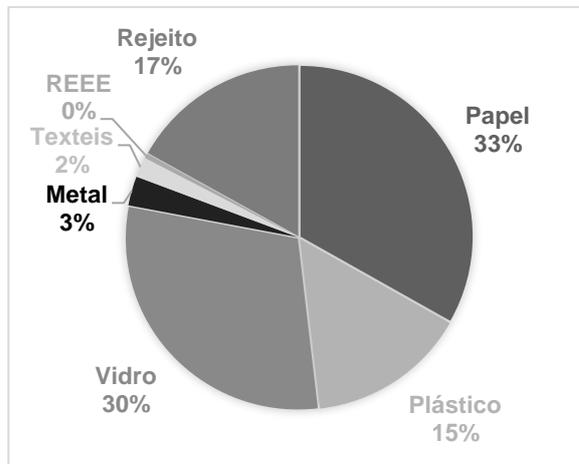


Fonte: a autora

O quantitativo baixo de metal e o aumento no consumo de vidro pode induzir ao raciocínio de que os moradores estejam consumindo mais bebidas em garrafas de vidro do que em latas. Essa suposição pode ser observada nos Gráficos 22 e 23, visto que, na coleta de terça-feira, a geração de vidro foi de 30% e, na de sexta-feira, 25%, pesando 76 e 60 quilos, respectivamente (Apêndice E).

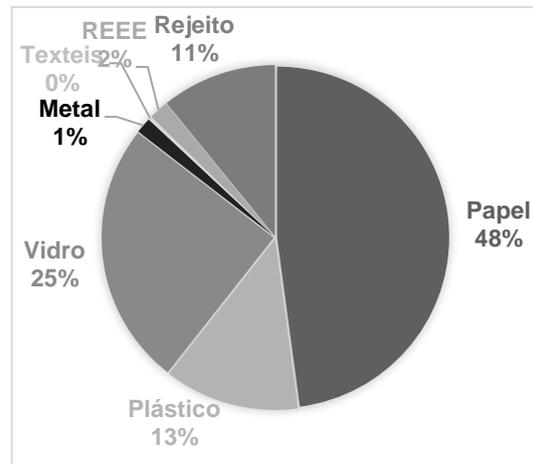


Gráfico 22: Composição gravimétrica dos resíduos coletados e medidos do dia 23 de outubro de 2018



Fonte: autora

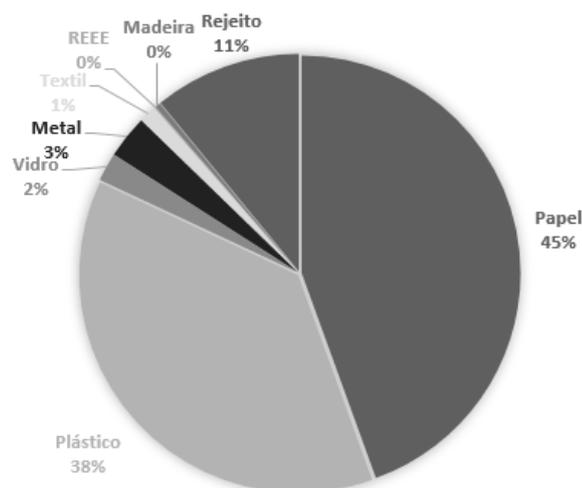
Gráfico 23: Composição gravimétrica dos resíduos coletados e medido do dia 26 de outubro de 2018



Fonte: autora

Os dados coletados e analisados durante essa etapa da pesquisa corroboram em parte com as análises realizadas por Bassani em 2011 (Gráfico 24). Nela, a maior porcentagem de resíduos é caracterizada pelo papel, seguido do plástico, estando o vidro em quarto lugar. De acordo com a análise comparativa entre os percentuais verificados por Bassani (2011) e apresentados no Gráfico 24 e os medidos em 2018, o consumo de plástico diminuiu 62% e o de vidro aumentou em mais de 1200%.

Gráfico 24: Composição gravimétrica em volume do total de resíduos sólidos da coleta seletiva de condomínios



Fonte: Bassani, 2011



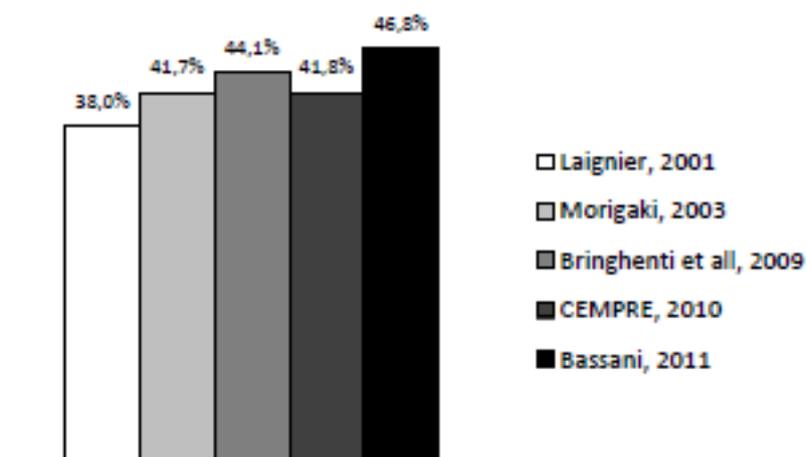
Os resíduos como têxteis, eletroeletrônicos e madeira não são mais contemplados na coleta seletiva, apesar de aparecerem algumas vezes. Conforme mencionado anteriormente, atualmente há locais específicos para a destinação dos eletrônicos, como baterias, pilhas e celulares; e os móveis e eletrodomésticos podem ser recolhidos pela própria prefeitura, através do papamóvel, que realiza o recolhimento de móveis e eletrodomésticos que seriam descartados.

Conforme o estudo e as coletas realizadas durante o mês de outubro, os materiais foram divididos em grupos e cada grupo possui seus subgrupos, que são separados e vendidos de acordo com seu valor de mercado. Nesta situação, depois do alumínio, o PEAD e o PET possuem maior valor de venda para as associações do município de Vitória, seguidos do jornal e papelão.

4.1.1 A Composição gravimétrica do Papel

O valor médio das coletas realizadas demonstra que 40,5% dos resíduos foram de papel, mostrando-se acima da média nacional, de 24%, de acordo com o Cempre (2019). Considerando os percentuais encontrados em outros estudos e também por Bassani (2011), observa-se que mesmo parecendo elevado, o percentual está dentro do quantitativo já verificado anteriormente (Gráfico 25).

Gráfico 25: Comparação dos percentuais gravimétricos do papel, em peso, encontrados na presente pesquisa e nos estudos de Laignier (2001), Morigaki (2003), Bringhenti *et al.* (2009) e CEMPRE (2010)



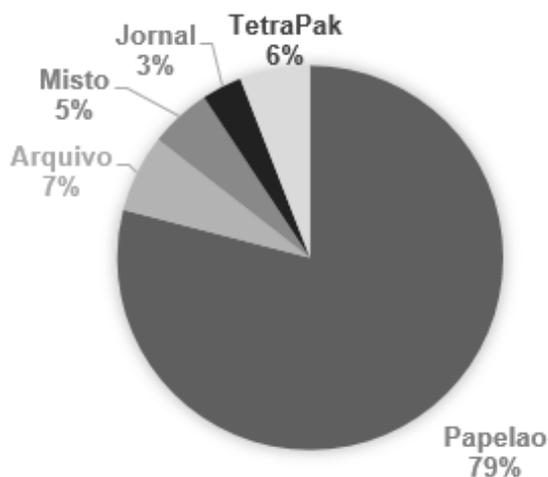
Fonte: adaptado de Bassani, 2011



O papel foi o material mais consumido em todos os condomínios, com aproximadamente 45 quilos na edificação **I** e 40 quilos na edificação **G** e isso se deve ao alto consumo de papelão. A edificação **B** e **J** foram as que menos consumiram papel durante a semana, com 11,5 Kg e 12,5 Kg respectivamente (Apêndice E e F). Esse material é separado em cinco tipos de papel e consumido de diferentes formas, sendo que, a cada ano, em função da tecnologia, esse consumo se altera.

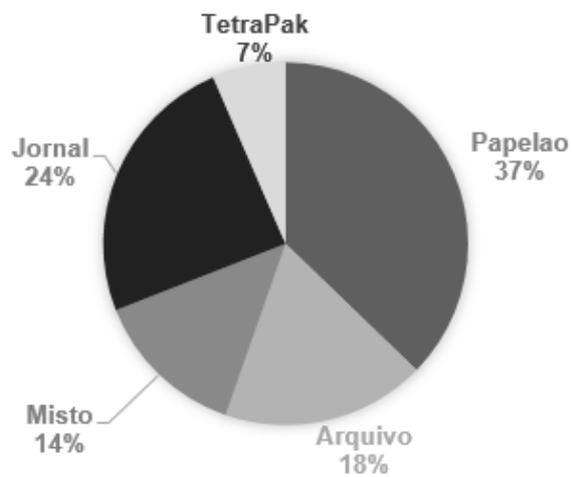
A utilização dos papéis se alterou muito desde a implementação do PNRS de 2010. Durante a pesquisa de Bassani, em 2011, foram contabilizados 37,3% de papelão (Gráfico 26) e, atualmente, são aproximadamente 80% (Gráfico 27). Os outros tipos de papéis diminuíram consideravelmente, com exceção da Tetra Pack, que manteve o quantitativo.

Gráfico 26: Composição gravimétrica do papel



Fonte: a autora

Gráfico 27: Composição gravimétrica do papel



Fonte: Bassani, 2011

Como demonstrado nos Gráficos 26 e 27, o papelão teve um aumento de 111,8%, reduzindo o uso dos outros papéis em 87,75% para o jornal, 63,5% para os mistos e 61% para o papel arquivo.

De acordo com Bassani (2011), a alta representatividade deste material pode ser devido à falta de informatização dos escritórios e de desburocratização, que favorecem a impressão de documentos de diversos tipos, que depois de expirado o prazo de arquivamento são descartados pela população. Esse alto percentual se deve também à ampla utilização de folhetos de propagandas, de



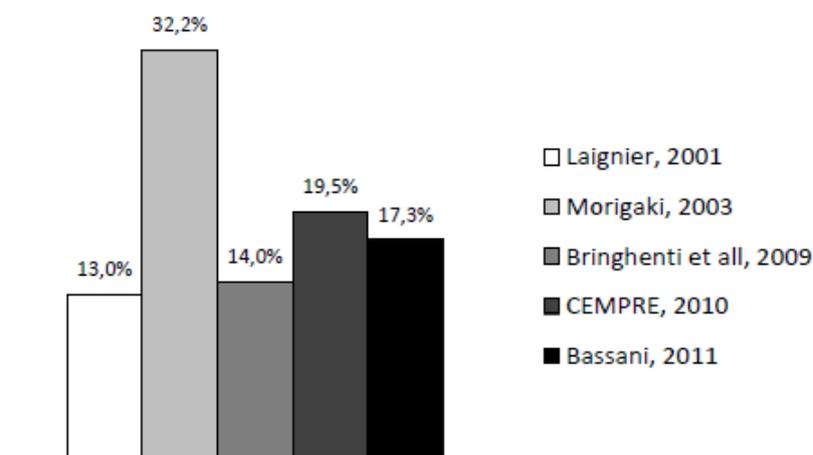
jornais e revistas impressos distribuídos gratuitamente e, também, ao uso de papelão para embalagens diversas.

Quase dez anos se passaram desde sua pesquisa e, com ela, a informatização de vários documentos, substituindo assim o consumo de grande quantidade de papel. Assim, a tecnologia substituiu os jornais, revistas e até folhetos, que hoje podem ser consultados *online*. Também as propagandas são feitas através de redes sociais e outros mecanismos, que podem ser visualizados nos computadores ou celulares. Contudo, como afirmado por Bassani, os papelões são utilizados para o uso de diversas embalagens e, com o uso da tecnologia, o consumo desse material tem crescido ainda mais, principalmente pela população mais jovem, que, além de comprar mais virtualmente, acaba consumindo mais alimentos de *fast food*, ou, pedindo *delivery*.

4.1.2 A Composição gravimétrica do Plástico

Nas atividades de campo realizadas observou-se que o percentual de resíduos plásticos totalizou 14% do total de resíduos coletados, corroborando com a média nacional divulgada pelo Cempre (2019), de 13%, e com os demais pesquisadores estudados por Bassani (2011), conforme Gráfico 28.

Gráfico 28: Comparação dos percentuais gravimétricos do plástico, em peso, encontrados na presente pesquisa e nos estudos de Laignier (2001), Morigaki (2003), Bringhenti *et al.* (2009) e CEMPRE (2010).



Fonte: adaptado de Bassani, 2011

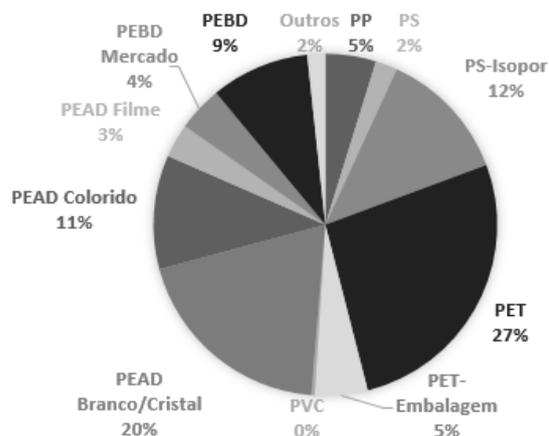
Para a separação dos plásticos, foi adotada a tabela de Laignier (2001), com algumas alterações, no entanto, observa-se que os estudos considerados por



Bassani dividem este resíduo da melhor forma para sua triagem. Assim, existem neste estudo também foram considerados dois tipos de PETs, ou seja, o PEAD Filme e PEAD Filme Mercado. Isso se fez necessário depois da triagem realizada com a associada da ASCAMARE que auxiliou nos trabalhos de campo e com os demais catadores durante o período de ambientação, quando se notou que muitos resíduos eram descartados mesmo sendo recicláveis. Embora tenha-se observado que tal situação ocorresse por falta de conhecimento dos próprios associados, observou-se, ainda, que também a indústria da reciclagem prioriza as garrafas PET, sendo que há diversas embalagens utilizadas pelo setor alimentício que são classificadas como PET, mas contabilizadas como rejeito, pois são descartados.

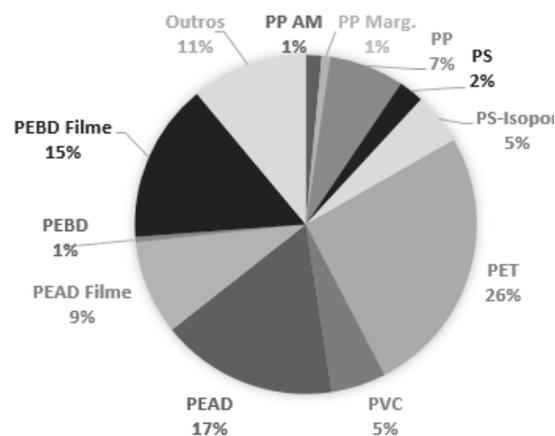
O plástico representa 14% da coleta da 3ª semana de outubro e o condomínio que mais gerou esse resíduo foi o **H**, com um pouco mais de 10%, sendo que as demais edificações geraram por volta de 5% (Apêndices E e F). Essa porcentagem se refere principalmente ao consumo das PETs e dos PEADs (Gráfico 29), que ratificam os dados do Gráfico 30.

Gráfico 29: Composição gravimétrica do plástico



Fonte: a autora

Gráfico 30: Composição gravimétrica do plástico



Fonte: Bassani, 2011

Como mencionado, a utilização do plástico diminuiu do ano 2011 para 2018 em 62%. Algumas tipologias se mantiveram, no entanto, a quantidade de PS-Isopor aumentou em 144% e o PEAD em mais de 80%.

O material PEBD abriu precedente para o PEBD Mercado, assim identificado por se tratar somente das sacolas plásticas de supermercado, visto que durante a



triagem dos associados elas eram descartadas, mas que, no entanto, possuem representatividade significativa, já que representam 4% do total coletado.

No município de Vitória, em 2012/2013, a Prefeitura tentou implementar o uso de sacolas retornáveis. Para isso, os supermercados foram incentivados a cobrar pela unidade da sacola plástica, na expectativa que assim o consumo diminuísse, mas o projeto não durou muito. Algumas pessoas se conscientizaram na época e aderiram às sacolas retornáveis. Essa situação teve um saldo positivo, visto que alguns consumidores começaram a utilizar caixas de papelão, disponibilizadas pelo próprio supermercado, diminuindo o consumo dessas sacolas. Quem ainda as utiliza, e não sabe onde descartá-las, acaba dispendo como resíduo seco.

Observa-se que o resíduo categorizado como “outros” teve uma grande representatividade na pesquisa de Bassani (2011), com 11%, enquanto no estudo atual, esse quantitativo foi de 2%, o que representa uma melhora na coleta seletiva, pois essa categoria é formada, principalmente, pelos plásticos metalizados utilizados em embalagens de biscoitos e salgadinhos, que não possuem comercialização.

Entretanto, os valores do PS-iso foram maiores na pesquisa atual, com 12% contra 2,4% no estudo anterior, o que não é bom para a coleta seletiva, pois além de não terem mercado para reciclagem em Vitória, ainda possuem um volume maior, ocupando espaço nas *bags* durante a coleta da Prefeitura. Segundo Bassani (2011), esse resíduo era beneficiado e revendido para outros setores pela associação ASCAMARE, sendo indicado para material de isolamento; enchimento de almofada, travesseiros, puffs e pelúcia em geral; e também usado para amortecimento em embalagem de mercadorias sensíveis, tais como TVs rádios, telefones etc., o que não ocorre mais, como já mencionado.

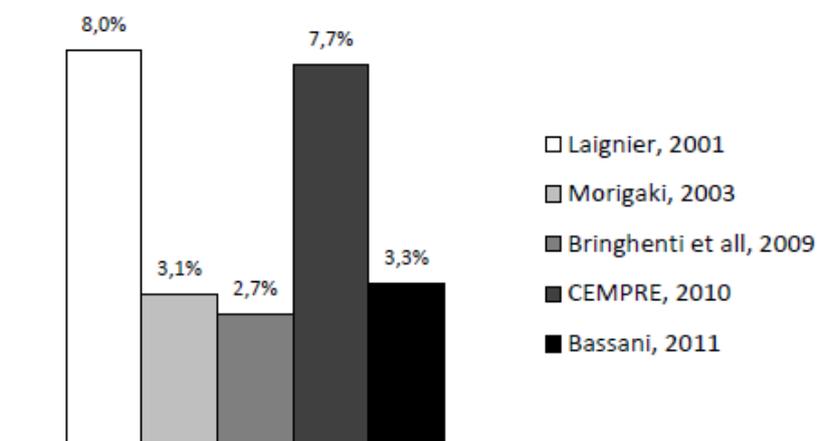
Apesar dos dados analisados demonstrarem uma queda na utilização dos plásticos, a ABIPLAST (2014) afirma que o uso de embalagens PET está crescendo e substituindo embalagens como latas, vidros e Tetra Pak, o que contradiz também os dados do ABRELPE (2018/2019), que demonstra claramente uma redução desse material.



4.1.3 Composição gravimétrica do Metal

Neste estudo, somente os metais alumínio e ferro foram computados, representando apenas 2% do total de resíduos, valor bem abaixo dos dados do Cempre (2019), que se divide em alumínio (12%) e metais ferrosos (10%) na gravimetria de todos os resíduos. No entanto, esse valor se equipara a de alguns autores descritos por Bassani (2011), conforme informações no Gráfico 31, assim como no estudo publicado da autora.

Gráfico 31: Comparação dos percentuais gravimétricos do metal, em peso, encontrados na presente pesquisa e nos estudos de Laignier (2001), Morigaki (2003), Bringhenti *et al.* (2009) e CEMPRE (2010).



Fonte: adaptado de Bassani, 2011

O metal foi o resíduo que teve menos representatividade no estudo, com um pouco mais de dez quilos. Todas as edificações tiveram um índice muito baixo, sendo que apenas a **H** teve um quantitativo maior, com 2,45 quilos. As edificações **B** e **J** foram quase nulos (Apêndices E e F).

Dentre esses dois metais, as latas ferrosas possuem um percentual de 55% e as latas de alumínio 45%, isso porque, de acordo com o que foi visualizado durante a coleta, e com a conjectura de Bassani (2011), apesar das coletas serem realizadas ainda dentro dos condomínios, a coleta seletiva provavelmente sofre a influência da catação das latas de alumínio realizada por funcionários internos. Há, ainda, a possibilidade da separação prévia ainda dentro dos apartamentos pelos empregados domésticos, que complementam sua renda com a venda desse material, devido ao seu alto valor comercial.

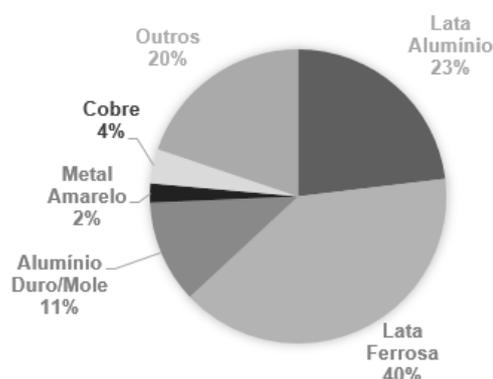
Apesar das análises terem sido realizadas em anos diferentes, a porcentagem de latas ferrosas está bem próxima da anterior, com 55% e 40%, conforme Gráficos 32 e 33. A quantidade de latas ferrosas foi de aproximadamente cinco quilos em um quantitativo de 500 quilos recolhidos e separados durante uma mesma semana.

Gráfico 32: Composição gravimétrica do metal



Fonte: a autora

Gráfico 33: Composição gravimétrica do metal



Fonte: Bassani, 2011

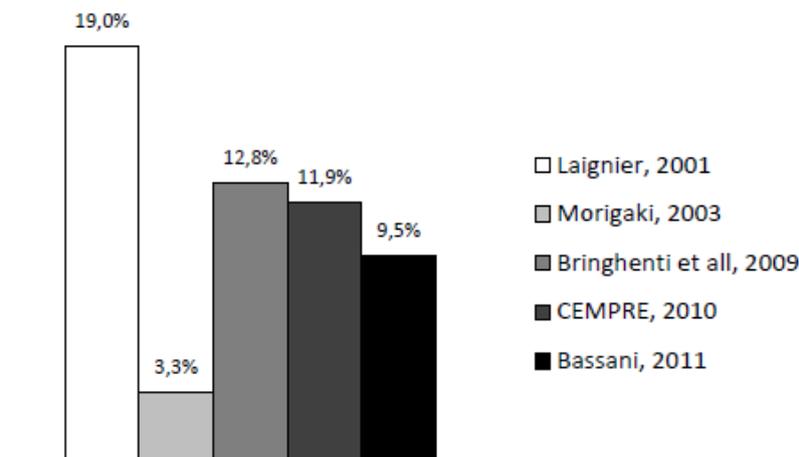
Segundo Bassani (2011), o baixo valor de metais representado no gráfico 33 pode ser devido à intensa catação informal na fonte, principalmente de latas de alumínio, mas também à substituição dessas embalagens por outros materiais nas indústrias de alimentos, reduzindo a geração deste tipo de material ao longo dos anos. De acordo com Santos, Sá e Ronchi (2016), as latas de alumínio possuem o valor comercial mais alto entre os materiais recicláveis – cada quilo rende R\$ 3,20 para as associações de catadores de Vitória –, enquanto os materiais ferrosos valem apenas R\$ 0,17.

4.1.4 Composição gravimétrica do Vidro

A média do quantitativo de resíduos de vidros em relação aos demais materiais foi de 27% durante as análises, o que diverge da pesquisa realizada por Bassani (2011) e demais autores, que observaram uma média de 11%, com exceção do autor Laignier (2001), com 19%, conforme o Gráfico 34. Esse valor também diverge dos dados do Cempre (2019), que foi de apenas 9%.



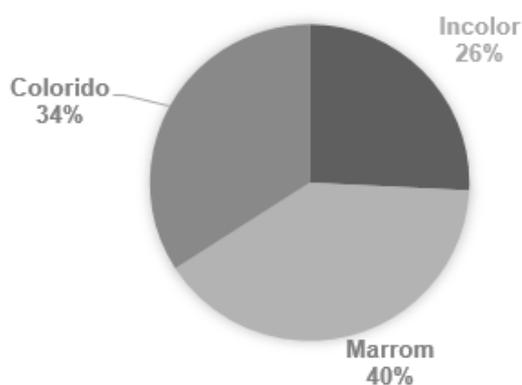
Gráfico 34: Comparação dos percentuais gravimétricos do vidro, em peso, encontrados na presente pesquisa e nos estudos de Laignier (2001), Morigaki (2003), Bringhenti et al. (2009) e CEMPRE (2010).



Fonte: adaptado de Bassani, 2011

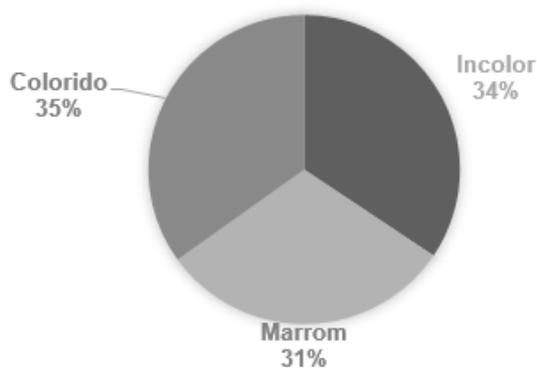
Os vidros são separados por cores, ou seja, incolor, marrom e colorido. As análises indicam que dentre esses três, o marrom é o que mais se destaca, com 40%, seguido dos coloridos (34%), e incolor (26%), tal qual o Gráfico 35 apresenta. Comparando com a pesquisa de Bassani (2011), apenas o vidro colorido corrobora com o estudo atual (Gráfico 36). Os condomínios que mais geraram resíduos de vidro foram **G** e **I**, com aproximadamente 40 e 45 quilos respectivamente, e os que menos geraram foram o **B** e **D**, com menos de 5 quilos (Apêndices E e F).

Gráfico 35: Composição gravimétrica do vidro



Fonte: a autora

Gráfico 36: Composição gravimétrica do vidro



Fonte: Bassani, 2011

O aumento deste resíduo corrobora com Pires (2019), que relata que houve um aumento de 2% para 8% de embalagens de vidro em Belo Horizonte.



Embora a quantidade de vidro tenha aumento em relação aos anos anteriores, a indústria sofre uma perda de garrafas retornáveis, com quebras e falhas de logística reversa onde algumas unidades são perdidas, necessitando de um estoque muito grande de garrafas para repor essas perdas, sem contar que essas embalagens tem um custo alto e encarecem o produto (SILVA; RODRIGUES, 2015).

Diante desta situação, a logística reversa deve ser revista para que este material em específico seja recolhido e transportado de forma correta.

Considerando este viés, várias outras medidas devem ser adotadas para o sucesso da coleta seletiva, como o destino dos resíduos, seja para a compostagem, associação de catadores ou aterro sanitário. No entanto, a educação ambiental é o instrumento fundamental para o sucesso da mesma. Segundo Schmidt (2011), a educação ambiental deve ser um processo de aprendizagem permanente que se deve manter ao longo da vida do cidadão, mas que ocorre basicamente nas escolas e raramente envolve a comunidade.

Aderir à política dos 3Rs é um dos processos de EA, reduzir, reaproveitar e reciclar os resíduos, no entanto, de uma maneira geral, o ato em reduzir o consumo ainda se caracteriza como o principal problema (ZANETTI, 2003). Apesar de ser uma política antiga, Hempe e Noguera (2012). relembram que o modelo de consumo foi passado adiante e, o fato é que se consome mais do que se acredita como sendo realmente preciso.

Portanto, para concluir que a educação ambiental é importante, Macedo e Ramos (2015), desenvolveram uma pesquisa que concluiu que 65,63% dos inquiridos procedem à separação de resíduos, considerando 35,63% que a EA foi fundamental para estas práticas.

4.2 ANÁLISE DO VOLUME DOS RESÍDUOS DOMICILIARES SECOS E ÚMIDOS

Como já mencionado, Paschoalin Filho (2014) afirma que a geração de RSU é ininterrupta, uma vez que o consumo por parte da população é diário e dificilmente deixa de existir. Contudo, Silva (2017) diz que 30% a 40% desses

resíduos são passíveis de reaproveitamento e reciclagem. Enquanto Sottoriva (2011) diz que um 1/3 do que será descartado corresponde à embalagem e com a segregação correta dos resíduos passíveis de reciclagem e compostagem, 80% dos resíduos deixarão de ir para o aterro.

Diante do exposto, o estudo foi realizado nos meses de fevereiro, março e abril de 2019, nas 2ª e 3ª semanas e, recolheu 225 mil litros de resíduos secos e 215 mil litros de resíduos úmidos.

Os resíduos secos foram coletados de segunda a sexta-feira, com exceção da quarta-feira. Para esta análise foram realizados 23 dias de coleta, que gerou mais de 225 mil litros de resíduos, com uma média de 9.800 litros por semana e, aproximadamente, 339 litros por edificação, ficando abaixo do desvio padrão calculado, conforme Tabela 13.

Tabela 13: desvio padrão e volume médio dos Resíduos Secos

Volume Resíduos Secos em Litros				
Mês	Dias de Coleta	Total	Desvio Padrão	Volume Médio por dia de coleta
FEV	8	79.450.00	519.36	9.931.25
MAR	8	76.000.00	425.13	9.500.00
ABR	7	70.800.00	330.26	10.114.29
TOTAL	23	226.250	425,00	9.848,50

Fonte: a autora

O volume dos resíduos pode ser mensurado em peso e, de acordo com Imbelloni (2007), 1kg = 4 a 6 litros de resíduos. Assim, o peso médio por mês ficou em 4.370 quilos, aproximadamente 2.180 quilos por semana. Por edificação foram medidos 56 quilos, o que representa uma média de 920 gramas semanais ou 130 gramas diários por morador (Tabela 14).

Tabela 14: quantidade de resíduos de volume para Quilogramas (Kgs)

Volume Resíduos Secos em Litros para Kgs					
MÊS	Dias de Coleta	Total	1kg = 6litros	Por edificação	Por pessoa
FEV	8	79450.00	13.241	59,11	0,970
MAR	8	76000.00	12.666	56,55	0,930
ABR	7	70800.00	11.800	52,68	0,870
Média Total		75416,00	12.570	56,11	0,920

Fonte: a autora

Os resíduos eram dispostos em *bags* de 1000 litros e, conforme Tabela Y, a média por dia variou de 416 a 1080 litros por edificação e 7,60 a 15,90 litros por morador, conforme Tabela 15. Para calcular a média por morador foram utilizadas as bases de dados do IBGE 2010, onde a média por domicílio é de 2,67 pessoas.

Tabela 15: média semanal de resíduos secos

MÊS	SEMANAS	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
FEVEREIRO	2ª semana	857	966	686	468
	3ª semana	928	626	1080	536
MARÇO	2ª semana	975	775	722	475
	3ª semana	994	798	667	416
ABRIL	2ª semana	1237	702	611	744
	3ª semana	812	797	910	-

Fonte: autora

A média dos resíduos variam de acordo com o dia da semana e como segunda e terça-feira eram os primeiros dias após o final de semana, geravam mais resíduos do que quinta e sexta-feira. As coletas são realizadas em dois dias, sendo uma etapa feita as segundas e quintas-feiras e a outra as terças e sextas-feiras, portanto só tem dois dias para o novo recolhimento, gerando menos volume, como mostrado na Tabela 16. O volume pode se alterar devido a obras ou mudanças, como ocorreu em uma edificação, elevando a quantidade coletada na quinta-feira da 3ª semana de fevereiro, sendo que nos demais dias as médias esperadas se mantiveram.

Tabela 16: média de resíduos secos por morador

MÊS	SEMANAS	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
FEVEREIRO	2ª semana	10,67	18,34	8,90	9,50
	3ª semana	11,56	11,90	14,00	10,85
MARÇO	2ª semana	12,14	14,70	9,36	9,80
	3ª semana	12,37	15,13	8,64	8,60
ABRIL	2ª semana	15,40	13,55	7,60	15,74
	3ª semana	10,12	15,90	11,30	-

Fonte: autora

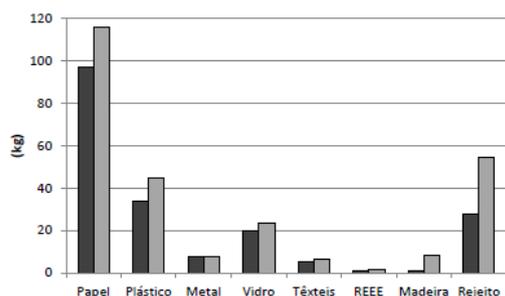
Os volumes variaram de 7,60 litros na quinta-feira da 2ª semana de abril a 18 litros na terça-feira da 2ª semana de fevereiro. No entanto, como os resíduos secos são mais volumosos, especialmente os plásticos, o peso encontrado no estudo acaba não representando a realidade nesta fase, sendo utilizados



posteriormente, os dados da etapa gravimétrica, que identificaram uma média de 27 quilos por edificação.

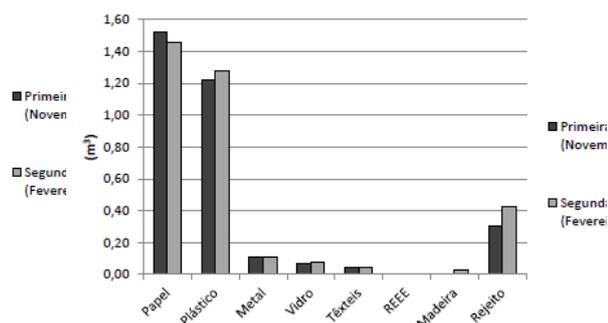
Segundo Vilhena *et al.* (2018), embora represente somente cerca de 4 a 7% em massa, os plásticos ocupam de 15 a 20% do volume do lixo, que foram analisados no estudo de Bassani (2011), nos Gráficos 37 e 38.

Gráfico 37: Valores médios por etapa, em peso (kg), em função dos tipos de material



Fonte: Bassani, 2011

Gráfico 38: Valores médios por etapa, em volume (m³), em função dos tipos de material



Fonte: Bassani, 2011

Alguns materiais não diferem tanto em peso e volume, como os metais e têxteis, mas o peso representado no vidro, por exemplo, possui um volume bem menor. Em contrapartida, o volume do plástico é muito maior que o peso apresentado.

Considerando os dados médios gerais já apresentados, a Tabela 17 descreve todos os volumes produzidos durante uma semana específica, com sua produção média, e os desvios e por morador. Alguns edifícios ficaram abaixo do desvio padrão de referência, assim como a média diária por pessoa.

Tabela 17: Distribuição do volume dos Resíduos secos - 2ª semana de março de 2019

Edificações	Unidades de apartamento	Resíduo Médio Diário coleta/seleta	Desvio Médio Diário Coleta /seletiva	Resíduo Médio Diário por Morador
ER1	40	1000.00	0	9.259259
ER2	25	1000.00	0	14.81481
ER3	63	1500.00	707.1068	8.818342
ER4	30	1250.00	353.5534	15.4321
ER5	20	650.00	212.132	12.03704
ER6	20	600.00	141.4214	11.11111
ER7	20	400.00	141.4214	7.407407
ER8	20	900.00	141.4214	16.66667
ER9	24	1250.00	1060.66	19.29012
ER10	14	250.00	0	6.613757
ER11	20	1000.00	0	18.51852

ER12	21	625.00	530.3301	11.02293
ER13	14	650.00	212.132	17.19577
ER14	12	300.00	141.4214	9.259259
ER15	30	1000.00	0	12.34568
ER16	30	275.00	35.35534	3.395062
ER17	9	250.00	0	10.28807
ER18	12	550.00	212.132	16.97531
ER19	14	850.00	494.9747	22.48677
ER20	10	600.00	141.4214	22.22222
ER21	11	625.00	176.7767	21.04377
ER22	31	1150.00	212.132	13.73955
ER23	25	500.00	0	7.407407
ER24	16	350.00	70.71068	8.101852
ER25	12	350.00	70.71068	10.80247
ER26	48	600.00	282.8427	4.62963
ER27	25	900.00	141.4214	13.33333
ER28	20	800.00	989.9495	14.81481

Fonte: a autora

Dos 28 edifícios analisados apenas dois ficaram abaixo da média por morador, enquanto o ER 19, 20 e 21 ficaram bem acima. Está elevada taxa de geração ocorre devido à baixa quantidade de unidades de apartamentos, o que não aconteceu com a ER 16 e 26 por possuírem 30 e 48 apartamentos, respectivamente. Quanto ao desvio padrão, dentre os edifícios citados, apenas o ER 19 ficou dentro dos parâmetros, assim como o ER3 e 12. Os ER 3, 9 e 28 tiveram um valor superior, mas se tratando de resíduos secos, é um saldo positivo.

Para a análise dos resíduos úmidos foi feito o acompanhamento da coleta durante 34 dias, visto que a coleta regular de lixo acontece de segunda-feira a sábado. Nesse período foram gerados pouco mais de 215 mil litros, de acordo com a Tabela 18, o que representa uma média de 6.400 litros por dia e 228 litros por edificação, ficando acima da média do desvio padrão, que foi de 141 litros. Já o peso médio para cada semana foi de 6.035 quilos, 38 por edificação e 570 gramas por morador (Tabela 19).

Tabela 18: desvio padrão e volume médios dos Resíduos Úmidos

Volume Resíduos Úmidos em Litros				
MÊS	Dias de Coleta	Total	Desvio Padrão	Volume Médio por dia de coleta
FEV	12	73.730.40	142.11	6.144.20
MAR	12	75.372.00	141.99	6.281.00
ABR	10	68.172.00	139.29	6.817.20



TOTAL	34	217.274	141,00	6.414,13
--------------	----	---------	--------	----------

Fonte: autora

Tabela 19: Desvio padrão e volume médios dos Resíduos Úmidos

Volume Resíduos Úmidos Litros para Kgs					
MÊS	Dias de Coleta	Total	1kg = 6litros	Por edificação	Por pessoa
FEV	12	73730.40	12.288	36,57	0,520
MAR	12	75372.00	12.562	37,39	0,530
ABR	10	68172.00	11.362	40,58	0,670
Média Total		72428,00	12.070	38,18	0,570

Fonte: autora

Os resíduos úmidos são acondicionados em contentores de 240 litros e, as segundas-feiras são os dias com maior volume, visto que não há coleta de lixo aos domingos, acumulando para o dia posterior, como mostra a Tabela 20.

Tabela 20: média semanal de resíduos úmidos

MÊS	SEMANAS	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira	Sábado
FEVEREIRO	2ª semana	336	189	199	184	188	157
	3ª semana	376	223	202	207	225	183
MARÇO	2ª semana	364	187	192	229	219	150
	3ª semana	380	242	209	212	210	153
ABRIL	2ª semana	387	199	222	216	237	168
	3ª semana	390	218	198	217	-	-

Fonte: a autora

Na coleta de segunda-feira a quantidade de resíduos ultrapassava o limite do contentor, que dependendo do número de apartamentos, se utilizava de dois a três contentores. O volume coletado variou de 150 a 390 litros. Este primeiro se refere a uma coleta realizada ao sábado, que, como nota-se na Tabela 20, é o dia com menor geração, não ultrapassando 2/3 do volume do recipiente. Apesar do volume gerado ser baixo, durante algumas situações os resíduos secos eram vistos misturados aos úmidos, corroborando mais uma vez com o que já foi mencionado anteriormente.

A geração por morador se manteve baixa também, com exceção das segundas-feiras, que se manteve acima dos 6 litros ou 1 kg, conforme Tabela 21. Os demais dias da semana tiveram pouca variação, de 3 a 4 litros.

Tabela 21: média de resíduos úmidos por morador

MÊS	SEMANAS	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira	Sábado
FEVEREIRO	2ª semana	5,57	3,00	3,30	3,00	3,13	2,60
	3ª semana	6,20	3,70	3,35	3,40	3,74	3,00
MARÇO	2ª semana	6,00	3,10	3,20	3,80	3,60	2,50
	3ª semana	6,30	4,00	3,46	3,50	3,50	2,50
ABRIL	2ª semana	6,40	3,30	3,70	3,60	4,00	2,80
	3ª semana	6,45	3,60	3,30	3,60	-	-

Fonte: a autora

Para comprovar que a média de resíduos úmidos é mais baixa quando o condomínio participa de programas de coleta seletiva, a Tabela 22 apresenta a média geral, o desvio médio e a média por morador.

Tabela 22: Distribuição do volume dos Resíduos úmidos - 3ª semana de fevereiro de 2019

Edificações	Unidades de apartamento	Resíduo Médio diário Coleta Domiciliar	Desvio Médio diário Coleta Domiciliar	Resíduo Médio diário por morador
ER1	40	504.00	201.3713	4.34
ER2	25	232.00	118.9555	3.2
ER3	63	438.00	165.1908	2.40
ER4	30	258.00	139.0655	2.97
ER5	20	140.00	41.33763	2.41
ER6	20	160.00	51.84593	2.76
ER7	20	100.00	9.797959	1.72
ER8	20	120.00	52.58137	2.07
ER9	24	218.00	52.26088	3.13
ER10	14	206.00	40.45738	5.07
ER11	20	122.00	52.80909	2.10
ER12	21	220.00	55.59856	3.61
ER13	14	224.00	54.02222	5.52
ER14	12	212.00	52.94525	6.09
ER15	30	460.80	103.7844	5.30
ER16	30	400.00	227.5153	4.60
ER17	9	168.00	69.55861	6.43
ER18	12	232.80	146.3803	6.69
ER19	14	321.60	160.6387	7.92
ER20	10	126.00	55.64171	4.34
ER21	11	156.00	50.91169	4.90
ER22	31	183.20	48.51721	2.04
ER23	25	278.00	115.2042	3.83
ER24	16	264.00	137.4511	6.07
ER25	12	212.00	52.94525	6.09
ER26	48	256.00	85.75313	1.40
ER27	25	264.00	160.6387	4.55
ER28	20	304.00	137.1714	5.241
TOTAL	636	6519,40		4,16

Fonte: a autora



Considerando os dados apresentados para os resíduos úmidos, a média por morador ficou bem abaixo da média geral, com apenas duas exceções, a ER 18 e 19, mas que se mantiveram próximas ao desvio padrão calculado. Os condomínios ER 1, 3 e 16 excederam o índice do desvio padrão, contudo, a média por pessoa está dentro do esperado.

Destacam-se aqui os edifícios caracterizados como ER 7, 8, 22 e 26 que tiveram a menor média por morador, sendo possível inferir que as edificações que participam de programas de coleta seletiva possuem uma produção de lixo menor do que as edificações que não fazem parte deles.

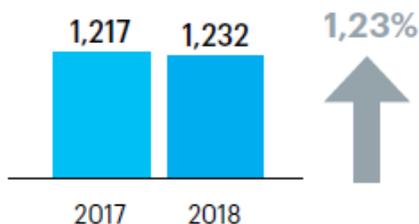
Apesar dos condomínios ER 3 e 26 possuírem a maior quantidade de apartamentos, os dois se destacaram por produzirem a menor quantidade de resíduos úmidos, e uma média maior de resíduos secos, no caso do ER 3, o que prova que nem sempre a maior quantidade de apartamentos em um condomínio tem a maior quantidade de resíduos úmidos e menor de secos.

Somando-se a média dos resíduos secos com a dos resíduos úmidos, chegou-se à geração de 0,70 quilos por pessoa, abaixo da média nacional de 1,04 quilos (Gráfico 39) e da região Sudeste de 1,23 quilos apresentada pelo Abrelpe (2018/2019), conforme Gráfico 40 e 41.

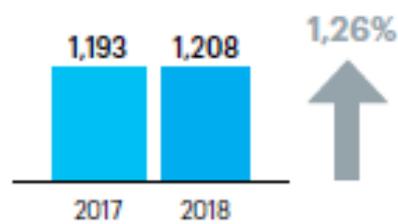
Gráfico 39: Geração de RSU nas regiões, coleta *per capita* (kg/hab/dia)



Fonte: ABRELPE, 2018/2019

Gráfico 40: Geração de RSU na região Sudeste, coleta *per capita* (kg/hab/dia)

Fonte: ABRELPE, 2018/2019

Gráfico 41: Coleta de RSU na região Sudeste, coleta *per capita* (kg/hab/dia)

Fonte: ABRELPE, 2018/2019

De acordo com Abrelpe (2018/2019), os municípios do Sudeste aplicaram em média R\$ 13,03 mensais por habitante em coleta de RSU e outros serviços de limpeza urbana. O Sudeste é a única região do Brasil em que esse valor fica acima dos R\$ 10, conforme Tabela 23.

Tabela 23: Recursos aplicados na coleta de RSU e demais serviços de limpeza urbana na região sudeste

	2017		População 2018	2018	
	Total (R\$ milhões/ano)	Por habitante (R\$/mês)		Total (R\$ milhões/ano)	Por habitante (R\$/mês)
Coleta RSU	5.343	5,12	87.711.946	5.263	5,00
Demais Serviços de Limpeza Urbana*	8.668	8,31		8.452	8,03

Fonte: ABRELPE, 2018/2019

Após os volumes e gravimetrias terem sido apresentadas, a Tabela 24 descreve a quantidade de material que foi gerado durante o período da pesquisa, destacando alguns materiais recicláveis que tem mercado e outros que tem potencial para reciclagem, como a embalagem PET e as sacolas de supermercado, categorizada como PEBD, mas que por possuírem baixa representatividade e valor comercial, são descartados pelas associações de catadores, assim como o isopor.

Para isso foram considerados as médias das 10 edificações estudadas na primeira etapa e as 28 da segunda, durante a semana, o mês e o ano. Como 88 condomínios são participantes do programa, foram adotados os mesmos valores, assim como para os 262, 436, 611 e 873 edifícios do bairro, que representam 30%, 50%, 70% e 100%, respectivamente.



Tabela 24: Médias dos resíduos secos considerando 10%, 30%, 50%, 70% e 100% dos edifícios do bairro

Materiais	Por Edificação			10 Edificações			28 Edificações			88 Edificações		
	Sem.	Mês	Ano	Sem.	Mês	Ano	Sem.	Mês	Ano	Sem.	Mês	Ano
Arquivo	0,65	2,60	31,20	6,50	26,00	312,00	18,20	72,80	873,60	57,20	228,80	2745,60
Papelão	7,84	31,36	376,32	78,40	313,60	3763,20	219,52	878,08	10536,96	689,92	2759,68	33116,16
Tetra Pak	0,58	2,32	27,84	5,80	23,20	278,40	16,24	64,96	779,52	51,04	204,16	2449,92
PS - Iso	0,42	1,66	19,92	4,15	16,60	199,20	11,62	46,48	557,76	36,52	146,08	1752,96
Pet	0,89	3,55	42,58	8,87	35,48	425,76	24,84	99,34	1192,13	78,06	312,22	3746,69
Pet. Emb.	0,17	0,66	7,92	1,65	6,60	79,20	4,62	18,48	221,76	14,52	58,08	696,96
PEDB mercado	0,14	0,56	6,72	1,40	5,60	67,20	3,92	15,68	188,16	12,32	49,28	591,36
Alumínio	0,24	0,94	11,33	2,36	9,44	113,28	6,61	26,43	317,18	20,77	83,07	996,86
Vidro	6,76	27,05	324,62	67,63	270,52	3246,24	189,36	757,46	9089,47	595,14	2380,58	28566,91
Total	17,68	70,70	848,45	176,76	707,04	8484,48	494,93	1979,71	23756,54	1555,49	6221,95	74663,42

Materiais	262 Edificações			436 Edificações			611 Edificações			873 Edificações		
	Sem.	Mês	Ano									
Arquivo	170,30	681,20	8174,40	283,40	1133,60	13603,20	397,15	1588,60	19063,20	567,45	2269,80	27237,60
Papelão	2054,08	8216,32	98595,84	3418,24	13672,96	164075,52	4790,24	19160,96	229931,52	6844,32	27377,28	328527,36
Tetra Pak	151,96	607,84	7294,08	252,88	1011,52	12138,24	354,38	1417,52	17010,24	506,34	2025,36	24304,32
PS - Iso	108,73	434,92	5219,04	180,94	723,76	8685,12	253,57	1014,26	12171,12	362,30	1449,18	17390,16
Pet	232,39	929,58	11154,91	386,73	1546,93	18563,14	541,96	2167,83	26013,94	774,35	3097,40	37168,85
Pet. Emb.	43,23	172,92	2075,04	71,94	287,76	3453,12	100,82	403,26	4839,12	144,05	576,18	6914,16
PEDB mercado	36,68	146,72	1760,64	61,04	244,16	2929,92	85,54	342,16	4105,92	122,22	488,88	5866,56
Alumínio	61,83	247,33	2967,94	102,90	411,58	4939,01	144,20	576,78	6921,41	206,03	824,11	9889,34
Vidro	1771,91	7087,62	85051,49	2948,67	11794,67	141536,06	4132,19	16528,77	198345,26	5904,10	23616,40	283396,75
Total	4631,11	18524,45	222293,38	7706,74	30826,94	369923,33	10800,04	43200,14	518401,73	15431,15	61724,59	740695,10

Fonte: a autora



A quantidade desses materiais totalizou 176 quilos durante uma semana para as 10 edificações analisadas, entretanto, considerando os mesmos dados, tem-se uma estimativa de 1.500, 4.600, 7.700, 10.800 e 15.400 quilos para 10%, 30%, 50%, 70% e 100% das edificações, respectivamente e, mais de 740 toneladas em um ano.

Apesar de serem materiais descartáveis pelos catadores como já foi mencionado, de acordo com a taxa de adesão dos moradores é possível coletar de 36 a 360 quilos de isopor durante uma semana e de 1700 a 17000 quilos por ano. As embalagens de PET podem gerar de 58 a 570 quilos por mês, ou 700 a 7000 quilos por ano, podendo render de R\$ 440 a R\$ 4000 em um mês ou R\$ 5000 a R\$ 48000 ao ano, se for separado assim como as garrafas PET.

Diante do exposto também foi estimado o valor que as associações arrecadariam durante uma semana, um mês e um ano somente com esses materiais (Tabela 25), assim como o consumo de água e energia utilizados por eles (Tabela 26).



Tabela 25: Valores médios por peso de material

Materiais	Val. (Kg)	Por Edificação						10 Edificações					
		Semana		Mês		Ano		Semana		Mês		Ano	
Arquivo	R\$ 0,34	0,65	R\$ 0,22	2,60	R\$ 0,88	31,20	R\$ 10,61	6,50	R\$ 2,21	26,00	R\$ 8,84	312,00	R\$ 106,08
Papelão	R\$ 0,27	7,84	R\$ 2,12	31,36	R\$ 8,47	376,32	R\$ 101,61	78,40	R\$ 21,17	313,60	R\$ 84,67	3763,20	R\$ 1.016,06
Pet	R\$ 1,30	0,89	R\$ 1,15	3,55	R\$ 4,61	42,58	R\$ 55,35	8,87	R\$ 11,53	35,48	R\$ 46,12	425,76	R\$ 553,49
Alumínio	R\$ 3,20	0,24	R\$ 0,76	0,94	R\$ 3,02	11,33	R\$ 36,25	2,36	R\$ 7,55	9,44	R\$ 30,21	113,28	R\$ 362,50
Vidro	R\$ 0,05	6,76	R\$ 0,34	27,05	R\$ 1,35	324,62	R\$ 6,23	67,63	R\$ 3,38	270,52	R\$ 13,53	3246,24	R\$ 162,31
Totais		16,52	R\$ 4,74	66,06	R\$ 18,95	792,77	R\$ 227,44	165,16	R\$ 47,38	660,64	R\$ 189,53	7927,68	R\$ 2.274,36

Materiais	28 Edificações						88 Edificações					
	Semana		Mês		Ano		Semana		Mês		Ano	
Arquivo	18,20	R\$ 6,19	72,80	R\$ 24,75	873,60	R\$ 297,02	57,20	R\$ 19,45	228,80	R\$ 77,79	2745,60	R\$ 933,50
Papelão	219,52	R\$ 59,27	878,08	R\$ 237,08	10536,96	R\$ 2.844,98	689,92	R\$ 186,28	2759,68	R\$ 745,11	33116,16	R\$ 8.941,36
Pet	24,84	R\$ 32,29	99,34	R\$ 129,15	1192,13	R\$ 1.549,77	78,06	R\$ 101,47	312,22	R\$ 405,89	3746,69	R\$ 4.870,69
Alumínio	6,61	R\$ 21,15	26,43	R\$ 84,58	317,18	R\$ 1.014,99	20,77	R\$ 66,46	83,07	R\$ 265,83	996,86	R\$ 3.189,96
Vidro	189,36	R\$ 9,47	757,46	R\$ 37,87	9089,47	R\$ 454,47	595,14	R\$ 29,76	2380,58	R\$ 119,03	28566,91	R\$ 1.428,35
Totais	462,45	R\$ 132,67	1849,79	R\$ 530,68	22197,50	R\$ 6.368,21	1453,41	R\$ 416,97	5813,63	R\$ 1.667,86	69763,58	R\$ 20.014,37



Continua

Materiais	262 Edificações						436 Edificações					
	Semana		Mês		Ano		Semana		Mês		Ano	
Arquivo	170,30	R\$ 57,90	681,20	R\$ 231,61	8174,40	R\$ 2.779,30	283,40	R\$ 96,36	1133,60	R\$ 385,42	13603,20	R\$ 4.625,09
Papelão	2054,08	R\$ 554,60	8216,32	R\$ 2.218,41	98595,84	R\$ 26.620,88	3418,24	R\$ 922,92	13672,96	R\$.691,70	164075,52	R\$ 44.300,39
Pet	232,39	R\$ 302,11	929,58	R\$ 1.208,45	11154,91	R\$ 14.501,39	386,73	R\$ 502,75	1546,93	R\$ 2.011,01	18563,14	R\$ 24.132,08
Alumínio	61,83	R\$ 197,86	247,33	R\$ 791,45	2967,94	R\$ 9.497,40	102,90	R\$ 329,27	411,58	R\$ 1.317,07	4939,01	R\$ 15.804,83
Vidro	1771,91	R\$ 88,60	7087,62	R\$ 354,38	85051,49	R\$ 4.252,57	2948,67	R\$ 147,43	11794,67	R\$ 589,73	141536,06	R\$ 7.076,80
Totais	4327,19	R\$ 1.241,42	17308,77	R\$ 4.965,69	207705,22	R\$ 59.588,23	7200,98	R\$ 2.065,88	28803,90	R\$ 8.263,51	345646,85	R\$ 99.162,10

Materiais	611 Edificações						873 Edificações					
	Semana		Mês		Ano		Semana		Mês		Ano	
Arquivo	397,15	R\$ 135,03	1588,60	R\$ 540,12	19063,20	R\$ 6.481,49	567,45	R\$ 192,93	2269,80	R\$ 771,73	27237,60	R\$ 9.260,78
Papelão	4790,24	R\$ 1.293,36	19160,96	R\$ 5.173,46	229931,52	R\$ 62.081,51	6844,32	R\$ 1.847,97	27377,28	R\$ 7.391,87	328527,36	R\$ 88.702,39
Pet	541,96	R\$ 704,54	2167,83	R\$ 2.818,18	26013,94	R\$ 33.818,12	774,35	R\$ 1.006,66	3097,40	R\$ 4.026,63	37168,85	R\$ 48.319,50
Alumínio	144,20	R\$ 461,43	576,78	R\$ 1.845,71	6921,41	R\$ 22.148,51	206,03	R\$ 659,29	824,11	R\$ 2.637,16	9889,34	R\$ 31.645,90
Vidro	4132,19	R\$ 206,61	16528,77	R\$ 826,44	198345,26	R\$ 9.917,26	5904,10	R\$ 295,20	23616,40	R\$ 1.180,82	283396,75	R\$ 14.169,84
Totais	10091,28	R\$ 2.895,07	40365,10	R\$ 11.580,28	484381,25	R\$ 138.963,40	14418,47	R\$ 4.136,49	57673,87	R\$ 16.545,97	692086,46	R\$ 198.551,63

Fonte: a autora



Tabela 26: Consumo de água e energia

Material	Semana 1 edificação			Semana 10 Edif.			Semana 28 Edif.			Semana 88 Edif.		
	P(kg)	Água	Energia	P(kg)	Água	Energia	P(kg)	Água	Energia	P(kg)	Água	Energia
Papel Virgem	0,65	65,00	3,25	6,50	650,00	32,50	18,20	1820,00	91,00	57,20	5720,00	286,00
Papel Reciclado	0,65	1,30	1,63	6,50	13,00	16,25	18,20	36,40	45,50	57,20	114,40	143,00
Mês	2,60	260,00	13,00	26,00	2600,00	130,00	72,80	7280,00	364,00	228,80	22880,00	1144,00
	2,60	5,20	6,50	26,00	52,00	65,00	72,80	145,60	182,00	228,80	457,60	572,00
Ano	31,20	3120,00	156,00	312,00	31200,00	1560,00	873,60	87360,00	4368,00	2745,60	274560,00	13728,00
	31,20	62,40	78,00	312,00	624,00	780,00	873,60	1747,20	2184,00	2745,60	5491,20	6864,00
Plástico PET	0,89	64,00		8,87	640,00		24,84	1792,00		78,06	5632,00	
Mês	3,55	256,00		35,48	2560,00		99,34	7168,00		312,22	22528,00	
Ano	42,58	3072,00		425,76	30720,00		1192,13	86016,00		3746,69	270336,00	
PEBD Mercado	0,14		0,16	1,40		1,60	3,92		4,47	12,32		14,04
Mês	0,56		0,64	5,60		6,38	15,68		17,88	49,28		56,18
Ano	6,72		7,66	67,20		76,61	188,16		214,50	591,36		674,15
Tetra PAK	0,58	0,39		5,80	3,94		16,24	11,04		51,04	34,71	
Mês	2,32	1,58		23,20	15,78		64,96	44,17		204,16	138,83	
Ano	27,84	18,93		278,40	189,31		779,52	530,07		2449,92	1665,95	
Vidro	6,76	3,92	28,47	67,63	39,20	284,70	189,36	109,76	797,16	595,14	344,96	2505,36
Mês	27,05	15,68	113,88	270,52	156,80	1138,80	757,46	439,04	3188,64	2380,58	1379,84	10021,44
Ano	324,62	188,16	1366,56	3246,24	1881,60	13665,60	9089,47	5268,48	38263,68	28566,91	16558,08	120257,28
Alumínio	0,24	0,01	0,05	2,36	0,11	0,45	6,61	0,31	1,26	20,77	0,97	3,96
Mês	0,94	0,04	0,18	9,44	0,44	1,80	26,43	1,23	5,04	83,07	3,87	15,84
Ano	11,33	0,53	2,16	113,28	5,28	21,60	317,18	14,78	60,48	996,86	46,46	190,08



Continua

Material	Semana 262 Edif.			Semana 436 Edif.			Semana 611 Edif.			Semana 873 Edif.		
	P(kg)	Água	Energia	P(kg)	Água	Energia	P(kg)	Água	Energia	P(kg)	Água	Energia
Papel Virgem	170,30	17030,00	851,50	283,40	28340,00	1417,00	397,15	39715,00	1985,75	567,45	56745,00	2837,25
Papel Reciclado	170,30	340,60	425,75	283,40	566,80	708,50	397,15	794,30	992,88	567,45	1134,90	1418,63
Mês	681,20	68120,00	3406,00	1133,60	113360,00	5668,00	1588,60	158860,00	7943,00	2269,80	226980,00	11349,00
	681,20	1362,40	1703,00	1133,60	2267,20	2834,00	1588,60	3177,20	3971,50	2269,80	4539,60	5674,50
Ano	8174,40	817440,00	40872,00	13603,20	1360320,00	68016,00	19063,20	1906320,00	95316,00	27237,60	2723760,00	136188,00
	8174,40	16348,80	20436,00	13603,20	27206,40	34008,00	19063,20	38126,40	47658,00	27237,60	54475,20	68094,00
Plástico PET	232,39	16768,00		386,73	27904,00		541,96	39104,00		774,35	55872,00	
Mês	929,58	67072,00		1546,93	111616,00		2167,83	156416,00		3097,40	223488,00	
Ano	11154,91	804864,00		18563,14	1339392,00		26013,94	1876992,00		37168,85	2681856,00	
PEBD Mercado	36,68		41,82	61,04		69,59	85,54		97,52	122,22		139,33
Mês	146,72		167,26	244,16		278,34	342,16		390,06	488,88		557,32
Ano	1760,64		2007,13	2929,92		3340,11	4105,92		4680,75	5866,56		6687,88
Tetra PAK	151,96	103,33		252,88	171,96		354,38	240,98		506,34	344,31	
Mês	607,84	413,33		1011,52	687,83		1417,52	963,91		2025,36	1377,24	
Ano	7294,08	4959,97		12138,24	8254,00		17010,24	11566,96		24304,32	16526,94	
Vidro	1771,91	1027,04	7459,14	2948,67	1709,12	12412,92	4132,19	2395,12	17395,17	5904,10	3422,16	24854,31
Mês	7087,62	4108,16	29836,56	11794,67	6836,48	49651,68	16528,77	9580,48	69580,68	23616,40	13688,64	99417,24
Ano	85051,49	49297,92	358038,72	141536,06	82037,76	595820,16	198345,26	114965,76	834968,16	283396,75	164263,68	1193006,88
Alumínio	61,83	2,88	11,79	102,90	4,80	19,62	144,20	6,72	27,50	206,03	9,60	39,29
Mês	247,33	11,53	47,16	411,58	19,18	78,48	576,78	26,88	109,98	824,11	38,41	157,14
Ano	2967,94	138,34	565,92	4939,01	230,21	941,76	6921,41	322,61	1319,76	9889,34	460,94	1885,68

Fonte: a autora



Os materiais com maior taxa de coleta durante a pesquisa foram o papelão e o vidro, no entanto o papelão possui uma melhor rentabilidade, visto que o vidro não tem valor comercial para o mercado no Espírito Santo, diferente de outros estados brasileiros. O peso dos dois é bem próximo, mas enquanto um coleta 8 quilos e fatura R\$ 1000, ou outro coleta 7 quilos e arrecada R\$160. Esse comparativo fica muito mais evidente quando se coleta 5000 quilos, que equivalem a mais de R\$ 88.000 e, 4000 quilos de vidro que geram R\$14000.

A quantidade de vidro e o valor da sua venda pode ser comparada com o alumínio. Com 190 quilos de vidro tem-se R\$ 1500, diferente do vidro, que com o mesmo quantitativo pode ser vendido por mais de R\$ 30.000. no entanto, como já foi mencionado, as latas de alumínio são um resíduo escasso nas associações, visto a catação informal nos próprios condomínios e nos postos de coleta voluntário.

Outro fator relevante ao papel e alumínio são o baixo consumo de água e energia, principalmente quando são reciclados. Para 57 quilos de papel gastam-se mais de 5 mil litros de água, em contrapartida, esse mesmo quantitativo consome 144 litros de água se for produzido com material reciclável. Para esse mesmo peso de alumínio são utilizados menos de 3 litros de água.

O consumo de água para a produção de PET é muito alta com relação aos materiais citados acima. Menos de um quilo utiliza 64 litros de água e, uma quantidade bem próxima referenciada anteriormente, de 78 quilos de plástico necessita de mais de 5 mil de água. O consumo de energia para alguns materiais é bem alto também, como o vidro.

Dentre as formas de envazar líquidos, as embalagens Tetra Pak têm sido amplamente utilizadas, apesar de terem tido um baixo percentual de coleta. Em média são gerados 580 gramas por edificação, o que equivalem a 16 caixas de leite vazias e, para produzir essa quantidade são utilizadas menos de um litro de água. O vidro, apesar de ter sido um dos resíduos mais recolhidos durante as triagens são os que demandam mais água e energia. De acordo com a pesquisa, para produzir pouco mais de seis garrafas de um litro são necessários aproximadamente quatro litros de água e 28 kw/h, enquanto que para produzir



15 latinhas, que envazam 5 litros de bebida, são necessários 11 mililitros de água e apenas 45 watts.

Diante do exposto, a forma mais viável para envazar bebidas é o alumínio, visto que além de utilizar uma menor quantidade de água e energia, é o material mais reciclado no Brasil.

Todos os produtos em geral precisam de algum desses materiais, seja como matéria-prima para sua fabricação ou como produto final, contudo, para produzi-los são consumidas uma certa quantidade de água e energia e, para que o consumo seja sustentável é necessário que mais empresas reciclem e mais informações sejam disponibilizadas para pesquisas

4.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Durante a triagem dos materiais recicláveis na associação de catadores, entre outros aspectos a seguir detalhados, também foi possível notar que alguns materiais eram descartados por não possuírem valor comercial, não haver empresas recicladoras que utilizassem esses materiais ou pelo próprio desconhecimento dos associados de uma possível aplicabilidade do resíduo.

Na análise gravimétrica pôde-se constatar que houve uma diminuição de 62% no consumo de plástico, e um aumento de mais de 1000% em relação ao consumo do vidro. Nesta situação, também se pôde perceber um aumento de 111,8% na utilização de papelão, de 144% no uso de PS-Isopor e 84,5% nos PEADs brancos, cristal e colorido. O percentual de resíduos de metal continua baixo quando comparado com os valores obtidos na pesquisa de Bassani em 2011, devido a catação irregular no próprio condomínio ou antes da coleta oficial, visto que o alumínio é um material rentável.

Por semana são gerados 2.180 quilos de resíduo seco e 2.130 quilos de resíduo úmido, sendo que a média dos secos semanal contabilizou 56 quilos por edificação e 130 gramas por morador, enquanto os resíduos úmidos geraram 38 quilos por edifício e 570 gramas por residente. Somados, a média por pessoa ficou em 700 gramas, abaixo da média nacional e da média para a região Sudeste, entretanto, esses valores podem se alterar, principalmente com



situações atípicas, como mudanças ou reformas nas unidades habitacionais. Os períodos sazonais e feriados também podem influenciar a geração de resíduos para menos ou para mais.

Outro fator que pode alterar o volume dos resíduos secos é o plástico, visto que o mesmo representa um volume de 15 a 20% no lixo (VILHENA *et al.*2018).

A pesquisa constatou que os materiais com menor consumo de água e energia são os papéis, principalmente os reciclados. O alumínio consome muito pouco desses dois recursos, ainda mais se reciclado, diminuindo inclusive a extração da matéria-prima. Este material é 100% reciclável, assim como o vidro, contudo, em relação a embalagens de bebida o vidro não é viável, sendo substituído por latinhas de alumínio ou garrafas PET.

O bairro de Jardim da Penha possui 873 edificações, no entanto, apenas 88 participam do programa de coleta seletiva municipal. Isso representa 10% de todos os edifícios do bairro. Mesmo sendo um dos pioneiros na implantação deste programa, verifica-se que ele não se expande devido à falta de transporte e funcionários para realizar a coleta, visto que a maior parte do recolhimento é feito através do caminhão baú.

A falta de divulgação do programa não induz a adesão de outros condomínios, assim como propicia a mistura de alguns materiais devido à falta de informação, gerando mais produção de rejeito, que tem de ser recolhido novamente nas associações de catadores, gerando custos que poderiam ser evitados.

A não adesão a esses programas deixa de coletar 56 quilos de resíduo seco por edificação, sendo então esse montante descartado em aterros sanitários. A falta de informação também priva essa população de fazer uma separação mais refinada, visto o potencial para a compostagem dos resíduos orgânicos, que representam mais da metade do lixo domiciliar. Se a cada 38 quilos de resíduo úmido 19 quilos fossem separados corretamente, estariam sendo destinados à usinas de compostagem, sendo reutilizados posteriormente como adubo, visto o baixo custo e sua eficácia comprovada.

Na região da Grande Vitória há algumas empresas tratando esses compostos, inclusive a empresa para onde vão os resíduos de coleta domiciliar. Todos os



materiais com potencial de reciclagem devem ser contabilizados, mesmo os que não possuam um grande percentual de recolhimento, uma vez que todos eles consomem uma quantidade de água e energia para serem produzidos novamente e, se reciclados, passam a utilizar menores quantidades.

Como destacado anteriormente, os resíduos da coleta seletiva, se reciclados, além de diminuir os consumos de água e energia, reduzem o consumo de matérias-primas não renováveis, assim como geram outros produtos que podem ser utilizados no setor da construção civil e agregados no cimento, concreto e asfalto, entre outras aplicações.

Dentre esses materiais, Almeida, Guidi e Alvarez (2019) afirmam, por exemplo, que o vidro pode ser adicionado ou substituído no concreto. Segundo os autores, a substituição do agregado miúdo natural (areia) por vidro moído, com substituição de até 20% de areia por resíduo de vidro no concreto, apresenta resultados superiores de desempenho, principalmente com relação a resistência à compressão, além da redução do índice de vazios e absorção de água. Quanto à substituição do cimento pelo resíduo, os autores falam em até 10% de substituição. Assim como este, existem muitos outros exemplos de possibilidades de aplicação dos resíduos que não são diretamente aproveitados no comércio de reciclados.

Em relação aos objetivos previamente definidos para esta pesquisa, observa-se que foi realizada a análise gravimétrica dos resíduos secos das edificações multifamiliares previamente selecionadas como amostra. No total, foram avaliados 504 quilos de resíduos secos em 10 edificações, durante uma semana do mês de outubro, em 2018. Foram constatadas que as quantidades de papelão aumentaram consideravelmente, assim como as embalagens de vidro, especialmente os vidros de coloração marrom. O uso do plástico diminuiu em relação aos estudos anteriores e se manteve coerente com os dados do Cempre, sendo que os demais papéis, como jornal, misto e arquivo, diminuíram.

Na segunda etapa foram avaliados os volumes dos resíduos secos e úmidos descartados durante 6 semanas do ano de 2019, totalizando 225 mil litros de resíduos secos e 215 mil de resíduo úmido, o que perfaz o quantitativo de 56 quilos de material reciclável por edificação e 130 gramas por morador, bem como

a geração de 38 quilos de resíduos úmidos por edifício e 570 gramas por residente. A soma desses dois resíduos totaliza 700 gramas, quantidade bem abaixo das médias brasileiras.

Durante as análises desses resíduos foi possível constatar que a quantidade de unidades de apartamentos pode ou não influenciar na quantidade de resíduos produzidos e, no caso de duas edificações em especial, observa-se que produziram uma maior quantidade de resíduos secos e uma menor de resíduos úmidos.

Destaca-se ainda que mais da metade do consumo dos moradores do bairro de Jardim da Penha são caracterizados pela produção de resíduos secos e, considerando a análise gravimétrica, possuem uma boa qualidade, visto que a quantidade de rejeitos recolhidos representou somente 14% do total.

Os materiais recicláveis são triados, enfardados e vendidos pelas associações de catadores a empresas recicladoras do Estado, no entanto, nem todos os materiais secos são recicláveis, principalmente se não houver empresas interessadas.

Atualmente o bairro possui 873 edificações, se 30% delas aderissem ao programa de coleta seletiva municipal, mais de 4.000 quilos deixariam de ser encaminhados para o aterro sanitário em um dia, assim como 28.000 quilos de resíduo úmidos poderiam ser encaminhados por semana às composteiras da região da Grande Vitória.

Como benefício ambiental, o incremento no processo de coleta seletiva e reciclagem dos resíduos poderia fazer com que uma grande quantidade de resíduos pudesse deixar de ser descartado nos aterros sanitários e passariam a gerar renda a famílias carentes. Os aterros sanitários comportariam apenas rejeito, tendo uma vida útil maior e o material compostado poderia ser doado ou vendido a custo reduzido para produtores rurais. Também o consumo de água e energia diminuiria, assim como o uso de matérias-primas e recursos naturais renováveis e não-renováveis.

A cidade de Vitória possui diversos programas de coleta seletiva e sua coleta aumentou no último ano, no entanto, percebe-se que o programa não chega ao



conhecimento da sociedade. Não há um efetivo programa de comunicação que informe quais são os materiais que as associações triam, evitando o retrabalho dos catadores e a logística de ter que recolher os materiais descartados, uma vez que já foram entregues, já que segundo Libes *et al.* (2016), 30% do material que chega as associações é descartado como rejeito.

Para aumentar a taxa de adesão da população, alguns programas de incentivo poderiam ser implementados pela prefeitura. Cidades como São Paulo e o estado do Rio Grande do Norte trocam materiais recicláveis por descontos na conta de energia, não havendo limite de material. Na cidade de Curitiba, por exemplo, os materiais recicláveis são trocados por alimentos de hortifrutigranjeiros através do programa Câmbio Verde.

Há ainda programas adotados por algumas redes de supermercados que oferecem descontos para quem leva sua própria sacola. O uso de refil para sabonetes, xampus e maquiagens, também são exemplos de ações que reduzem o valor do produto, mantém a mesma qualidade e reduzem a produção de resíduos.

O programa de Bolsa de Resíduos é outra forma de fazer os materiais circularem. Atualmente apenas oito estados participam do programa, sendo quatro movidos pelo Estado e quatro através das indústrias. Esse programa acaba funcionando como uma troca de produtos entre empresas, fazendo os materiais circularem através da logística reversa, evitando ao máximo que o resíduo tenha como seu destino final o aterro sanitário.

Em síntese, é possível incrementar os programas de coleta seletiva e reciclagem de resíduos desde que instituídas políticas adequadas para o cumprimento desse objetivo.



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cidade de Vitória participa de programas de coleta seletiva desde 1998, recolhendo os resíduos secos através dos postos de coleta voluntária ou porta a porta, sendo seus maiores geradores os condomínios multifamiliares. O bairro de Jardim da Penha foi um dos pioneiros na implantação dessa coleta, sendo o bairro com maior aderência de edifícios residenciais.

Durante o levantamento de dados foi possível observar algumas edificações descartando resíduos de forma incorreta, principalmente papelão, assim como muitas outras que não fazem parte do programa, descartando esses materiais com certa regularidade.

Os resíduos recicláveis alimentam uma indústria crescente e beneficiam o meio ambiente, a sociedade e incrementa a economia. Para que essa indústria continue crescendo são necessárias pesquisas e campanhas informativas realizadas constantemente pelas prefeituras e pelas mídias televisivas e sociais, assim como as propagandas de rádio e outdoors.

Uma parcela da população vive desses resíduos, não somente as indústrias, visto que o material reciclável é fonte de renda que alimenta várias pessoas. No entanto, devido ao período da pandemia que o mundo se encontra, muitos perderam sua fonte de renda, visto que as prefeituras suspenderam os serviços de coleta seletiva em seus municípios.

Em Vitória este serviço não foi suspenso, e os funcionários da Prefeitura continuaram recolhendo os resíduos nas edificações participantes, no entanto, os materiais eram dispostos na unidade de transbordo da própria Prefeitura e não encaminhados as associações de catadores. Segundo o responsável pela coleta, os resíduos recolhidos seriam enviados futuramente assim que a situação se normalizasse, todavia, após mais de cinco meses, a unidade de transbordo já não suporta tanto material, sendo então destinados ao aterro sanitário.

A empresa Marca Ambiental, responsável pelos resíduos de Vitória, possui uma unidade de separação de materiais recicláveis, com capacidade de 200 mil t/mês, mas que só recebe os resíduos de empresas credenciadas, não trabalhando com os resíduos domiciliares advindos do programa de coleta seletiva. Portanto, todo o resíduo excedente do programa está sendo compactado juntamente com os demais resíduos.

Em síntese, observa-se que o ecossistema relacionado à atividade de coleta e reciclagem de resíduos ainda tem que ser aprimorado, incentivado e, principalmente, estudado visando a concepção de programas eficientes e de longa duração, que independam de eventos transitórios ou mesmo de mudanças nos gestores municipais.

REFERÊNCIAS

ABETRE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS. (2013) **Perfil do Setor de Tratamento de Resíduos**, 2013. Disponível em <http://www.abetre.org.br/biblioteca/publicacoes/publicacoes-abetre/copy2_of_ABETREPerfildoSetordeTratamentodeResduos042013.pdf>. Acesso em 20 de abril de 2020.

ABIPET – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PET, **Reciclagem - Aplicações para PET Reciclado**, 2014. Disponível em: <<http://www.abipet.org.br/index.html?method=mostrarInstitucional&id=72>>. Acesso em 8 de maio de 2020.

ABIVIDRO – ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS AUTOMÁTICAS DE VIDRO. **Fábrica de vidro de lâmpadas no Brasil**. 2012. Disponível em: recicla@abividro.org.br. Acesso em: 9 de abril de 2020.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8.419: apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro: Disponível em: <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-8.419-NB-843-Apresentac%C3%A3o-de-Projetos-de-Aterros-Sanitarios-RSU.pdf>>. Acesso em 13 de fev. de 2020

ABNT. **NBR 10004:2004. Resíduos sólidos – Classificação**. 2004. Disponível em: < <https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>>. Acesso em: 20 de julho de 2020.

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2018/2019**. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/panorama>>. Acesso em 20 de julho de 2019.

ADEMI-BA, **Descubra a quantidade de água usada na fabricação de 10 produtos do seu dia a dia**, 2018. Disponível em: <<https://ademi-ba.com.br/Site/Noticia/descubra-a-quantidade-de-agua-usada-na-fabricacao-de-10-produtos-do-seu-dia-a-dia>>. Acesso em 8 de maio de 2020.

ADLMAIER, D.; SELBITTO, M. A. **Embalagens retornáveis para transporte de bens manufaturados: um estudo de caso em logística reversa**. 2007. Revista Produção. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0103-65132007000200014&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em 20 de julho de 2020.

ADRIANO, A.P.P.; MURATA, A.T. **Caracterização e quantificação de resíduos sólidos em escola pública do município de Matinhos, PR, para proposição de medidas de gestão de resíduos**. 2015. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental.

ALBUQUERQUE, J. B. **Torres de. Resíduos sólidos**. 2011. Leme: Independente.

ALENCAR, M. do C.B. de; CARDOSO, C.C.O.; ANTUNES, M.C. **Condições de trabalho e sintomas relacionados à saúde de catadores de materiais recicláveis em Curitiba.** 2009. Rev. Ter. Ocup. Univ. São Paulo.

ALMEIDA, P. M. de, GUIDI, I. S. C., ALVAREZ, C. E de. Potencial de uso do resíduo de vidro na composição do concreto. In **III Encuentro Lationamericano Y Europeo De Edificaciones Y Comunidades Sostenibles**, 22 a 25 de maio de 2019, Santa fé, Paraná, Argentina.

ANCAT. **Anuário de Reciclagem.** 2017/2018. Disponível em: <<https://ancat.org.br/wp-content/uploads/2019/09/Anua%CC%81rio-da-Reciclagem.pdf>>. ACESSO EM: 15 de agosto de 2020.

ANGHINOLFI, D.; PAOLUCCI, M.; ROBBA, M.; TARAMASSO, A.C. **A dynamic optimization model for solid waste recycling.** 2013. Revista Waste management. Disponível em: <<https://scholar.google.com/citations?user=Sro45csAAAAJ&hl=it>>. Acesso em: 15 de junho de 2019.

ARCHANJO, C.do R. **Estudo da Percepção dos Atores Envolvidos nos Processos Operacionais das Bolsas de Resíduos das Federações das Indústrias.** 2008. Dissertação, Universidade Federal de Minas Gerais.

BARBOSA, M. **Condições de trabalho em unidades de triagem de resíduo sólido em quatro cooperativas de Campinas, SP: caracterização e percepção de catadores.** 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas.

BARREIRA, L. P. **Avaliação das usinas de compostagem do estado de São Paulo em função da qualidade dos compostos e processos de produção.** 2005. Tese, Universidade de São Paulo. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-08032006-111308/pt-br.php>>. Acesso em 20 de julho de 2020.

BASSANI, P.D.; MOTA, M.M. da; BRINGHENTI, J.R. **Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Urbanos: Aspectos da Participação Social.** 2008. Relatório Final (Iniciação Científica) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Espírito Santo.

BASSANI, P.D. **Caracterização de resíduos sólidos de coleta seletiva em condomínios residenciais – Estudo de caso em Vitória-ES.** Dissertação UFES, 2011. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/jspui/bitstream/10/10261/1/tese_5215_.pdf>. Acesso em: 20 abril de 2018.

BOLFARINE, H.; BUSSAB, W. O. **Elementos de Amostragem.** 2005. São Paulo: Edgar Blücher.

BOSCOV, M.E.G. **Geotecnia Ambiental.** 2008. São Paulo: Oficinas de Textos.

BORDONALLI, A.C.O.; MENDES, C.G. da. N. **Reúso de água em indústria de reciclagem de plástico tipo PEAD**. 2009. Revista Sanit. Ambient.

BOSI, A. de P. **A organização capitalista do trabalho "informal": o caso dos catadores de recicláveis**. 2008. Revista Brasileira de Ciências Sociais, São Paulo.

BRANDÃO, T.M. dos S. **Percepção Socioambiental da Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis do município de Pinheiros-ES**. 2019. Pós-Graduação em Gestão Ambiental, Instituto Federal do Espírito Santo.

BRASIL. **Lei nº 12.305, Política Nacional de Resíduos Sólidos**. DOU. 2010.

BRINGHENTI, J. **Coleta Seletiva de resíduos sólidos urbanos: aspectos operacionais e da participação da população**. 2004. Tese de doutorado, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

BRINGHENTI, J. R., GÜNTHER, W. M. R. **Participação social em programas de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos**. Eng Sanit Ambient, 2011.

BRINGHENTI, J. R. et al. **Coleta seletiva em condomínios residenciais verticalizados do município de Vitória (ES): características operacionais e de participação social**. urbe, Rev. Bras. Gest. Urbana [online]. 2019, vol.11, e20170223. Epub May 09, 2019. ISSN 2175-3369.

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. 1997. São Paulo: Humanitas, 343 p.

CAMBIOVERDE. **SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, S/D**. Disponível em: <<https://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/cambio-verde/344>>. Acesso em 02 de agosto de 2020.

CARVALHO, L. R. de, CHAUDON, M. de O. **Gestão de resíduos sólidos orgânicos no setor de alimentação coletiva: Higiene Alimentar**. 2018. Disponível em: <<https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/higiene-alimentar/32>>. Acesso em 20 de abril de 2020.

CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM. **Coleta Seletiva**, 2010. Disponível em: <http://www.cempre.org.br/ciclossoft_2010.php>. Acesso em: 20 de abril 2019.

_____. **O mercado para reciclagem**. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/6/vidro>>. Acesso em 8 de maio de 2020.

_____. **Review 2019**. Disponível em: <<http://cempre.org.br/upload/CEMPRE-Review2019.pdf>>. Acesso em 10 de abril de 2020.

CETESB. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos 2011**. 2012. Secretaria do Estado do Meio Ambiente. São Paulo. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/wp->

content/uploads/sites/34/2014/04/residuosSolidos2011.pdf>. Acesso em 20 de julho de 2020.

CETESB. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos 2012**. 2013. Secretaria do Estado do Meio Ambiente. São Paulo. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/proclima/2012/05/22/inventario-estadual-de-residuos-solidos-urbanos-2012-2/>>. Acesso em 20 de julho de 2020.

CHAGAS, T.T.R.das; ANDRADE, Y.G.; BONATO, R.M.; MARCELINO, D.G.; BARBOSA, L.C. **Implementação de Ações Gestonárias em um Associação de Catadores de Materiais Recicláveis**. 2018. Revista Conexão UEPG.

COELHO, A. C. D. **Bolsa de Resíduos: Portal de oportunidades em produção mais limpa. Bahia**. 2001. Monografia em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais na Indústria, Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia.

CONSONI, A. J.; SILVA, I. C.; GIMENEZ FILHO, A. **Disposição final do lixo**. 2000. Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT/ CEMPRE.

COSTA, B. S., RIBEIRO, J. C. J. **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos: direitos e deveres**. 2002. Disponível em: <http://web-resol.org/textos/apostila_gestao_e_gerenciamento_de_rs_schalch_et_al.pdf>. Acesso em 15 de março de 2020.

COSTA, L.F; JUNIOR, M. dos S.L.; PICOLLI, R.L. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos: uma Análise sobre a demanda do Setor Habitacional Noroeste, Brasília/DF**. 2013. IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Salvador/BA. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/III-040.pdf>>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2020.

CURRAN, M., A. **Life Cycle Assessment: Principles and Practice**. 2006. National Research Management Laboratory, Ohio, United States Environmental Protection Agency.

CYRUS, A., **Para ser ecologicamente correto, devo tomar minha cerveja na lata ou na garrafa de vidro?**, 2007. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/vitrine/vi2710200709.htm>>. Acesso em 8 de maio de 2020.

D'ALMEIDA., M. L. O. (Coord.). 1988. **Celulose e papel: tecnologia de fabricação da pasta celulósica**. São Paulo: IPT. v.1. (IPT – Publicação, 1777)

DIHK. DEUTSCHER INDUSTRIE UND HANDELSKAMMERTAG **IHK Recyclingbörse boomt: meldet Rekordbeteiligung für**. 2012.

DUTRA, R.M.de S. **Avaliação do Cenário de Compra e Venda de Resíduos Sólidos Recicláveis nos Municípios do Condoeste/Es**. 2016. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, UFES. Disponível em: <https://repositorio.ufes.br/bitstream/10/9546/1/tese_9822 DISSERTA%c3%87>

[%c3%83O%20-%20RENATO%20MEIRA.pdf](#)>. Acesso em: 04 de fevereiro de 2020.

EMERICH, D; MATTOS, de F.; LEÃO, E. **Resíduos Sólidos Lixões persistem**. 2014. Revista em Discussão. Senado Federal. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/jornal/emdiscussao/residuos-solidos/residuos-solidos.pdf>>. Acesso em: 04 de março de 2018.

ENEL. ECOENEL, **Reciclagem que gera descontos para os clientes na conta de energia elétrica** S/D. Disponível em: <<https://www.eneldistribuicao.com.br/sustentabilidade/econel>>. Acesso em 02 de agosto de 2020.

EPSBRASIL, **Reciclagem do EPS**. Disponível em <<http://www.epsbrasil.eco.br/sustentabilidade.html>>. Acesso em 8 de maio de 2020.

EUROSTAT – **Environmental Data Centre on Waste**. 2014. Environmental Data Centre on Waste: Packaging Waste. Bruxelas: Comissão Europeia. Disponível em: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/key_waste_streams/packaging_waste>. Acesso em 10 de fevereiro de 2020.

FADINI, P. S., FADINI, A. da A. B. **Lixo: desafios e compromissos. Caderno temático de Química Nova na Escola**. 2001. Disponível em:<<http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/01/lixo.pdf>>

FEHR, M. **A successful pilot project of decentralized household waste management in Brazil**. 2006. The Environmentalist. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/226710930_A_Successful_Pilot_Project_of_Decentralized_Household_Waste_Management_in_Brazil>. Acesso em 20 de julho de 2020.

FERREIRA, A. B. H. **Minidicionário da língua portuguesa**. Coordenação Marina Baird Ferreira, Margarida dos Anjos, equipe Elza Tavares Ferreira [et. al.] 3 ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1993.

FIESP, **Fabricar latas com alumínio reciclado diminui em até 70% emissões de CO₂**, 2016. Disponível em: <<https://www.fiesp.com.br/sindimilho/noticias/fabricar-latas-com-aluminio-reciclado-diminui-em-ate-70-emissoes-de-co2>>. Acesso em 8 de maio de 2020.

FROTA, A.J.A.; TASSIGNY, M.M.; BIZARRIA, F.P.de A.; OLIVEIRA, A.G. de. **Implantação de um Sistema de Coleta Seletiva: Aspectos Legais e de Sustentabilidade**. 2015. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental.

G1. **Pequenas atitudes diárias ajudam na redução do uso de sacolas plásticas**, 2010. Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-hoje/noticia/2010/11/pequenas-atitudes-diarias-ajudam-na-reducao-do-uso-de-sacolas-plasticas.html>>. Acesso em 8 de maio de 2020.

G1.ES. **Supermercados de Vitória eliminam a sacola plástica.** 2012. Disponível em: <<http://g1.globo.com/espirito-santo/noticia/2012/01/supermercados-de-vitoria-eliminam-sacola-plastica.html>>. Acesso em 8 de maio de 2020.

G1RN. **Projeto que troca lixo por descontos na conta de energia chega a Parnamirim, RN.** 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2019/01/04/projeto-que-troca-lixo-por-descontos-na-conta-de-energia-chega-a-parnamirim-rn.ghtml>>. Acesso em 01 de agosto de 2020.

GONÇALVES, M. E.; MARINS, F. A. S. **Logística Reversa numa empresa de laminação de vidros.** 2006. Revista Gestão e Produção. Disponível em: <<https://limpezapublica.com.br/textos/03.pdf>> Acesso em 20 de julho de 2020.

GOUVEIA, N. **Resíduos Sólidos Urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social.** Ciênc. saúde coletiva, 2012.

HEMPE, C.; NOGUERA, J.O.C. **A Educação ambiental e os Resíduos Sólidos Urbanos.** 2012. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental.

HUNTER, D. **Papermaking: the history and technique of an ancient craft.** [s.l.]: Dover Publication. 1947.

IBÁ. **INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES,** 2015. Disponível em: <www.iba.org>. Acesso em 20 de abril de 2020.

IHU.UNISINOS. 2018: lixões e aterros controlados, uma realidade gritante no Brasil. 2018. Disponível em: <<http://www.ihu.unisinos.br/78-noticias/575765-2018-lixoes-e-aterros-controlados-uma-realidade-ainda-gritante-no-brasil>>. Acesso em: 15 de julho de 2019.

IMBELLONI, R. **Hábitos de consumo e produção de lixo,** 2007. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/curiosidades/curiosidades2.php?id=2293>>. Acesso em 15 de maio de 2020.

IBS. **Estatística de siderurgia.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Siderurgia, 1994.

IPEA. **A Organização Coletiva de Catadores de Material Reciclável no Brasil: dilemas e potencialidades sob a ótica da economia solidária.** 2012. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=29296:apenas-13-dos-residuos-urbanos-no-pais-vao-para-reciclagem&catid=1:dirur&directory=1>. Acesso em 08 de maio de 2020.

JOTA. **Logística reversa dos resíduos sólidos.** 2017. Disponível em: <<https://www.saneamentobasico.com.br/logistica-reversa-dos-residuos-solidos/>> Acesso em 20 de julho de 2020.

JÚNIOR, V.S.; CASTRO, P. de S.; DELFORGE, D.Y.M. **Bolsa de Resíduos**. 2004. Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica. Nova Friburgo.

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**. 2001. Dissertação, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo.

LAYRARGUES, P. P. **Crise Ambiental e suas implicações na Educação Ambiental**. 2002. In: QUINTAS, J. S. Pensando e praticando educação ambiental na gestão do meio ambiente. 2. ed. Brasília: IBAMA.

LEITE, P.R. **Logística reversa na atualidade**. 2012. Política nacional, gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. São Paulo: Manole.

LIBOS, N. M.C, JUNIOR, A.P., CASTRO e SOUZA, J.M. de., LIBOS, N, CAMILO, C.B, GONÇALVES, M., FARIAS. D.B, SILVA, T.H., CAMPOS, M.M. **Plano municipal de coleta seletiva produto 1: relatório do diagnóstico para coleta seletiva**, 2016. Disponível em: <https://www.vitoria.es.gov.br/arquivos/20160226_diagnosticocoletaseletiva.pdf>. Acesso em 15 de julho de 2019.

LIMA, R.E. de. **Plano Municipal de Saneamento de Curitiba-PMS**. 2013. Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

MACEDO, M.A.A.P.T. de; RAMOS, M.da C.P. **Educação Ambiental e Resíduos Sólidos Urbanos:Caminho para um Futuro Sustentável**. 2015. EDUSER: revista de educação, Vol 7 (2). Instituto Politécnico de Bragança.

MARADINI, G. S., SILVA, T. A. V. B., BOTEZELLI, L. Ações de sustentabilidade ambiental empresarial: o caso da Tetra Pak® em Monte Mor – SP. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, 2018.

MARASCIULO, M. **Por que o Brasil ainda recicla pouco (e produz tanto lixo)?**, 2020. Disponível em: <<https://www.saneamentobasico.com.br/brasil-recicla-pouco-lixo>>. Acesso em 15 de maio de 2020.

MARSHALL, R.E. & FARAHBAKHS, K. **Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries**. 2013. Waste Management.

MONTEIRO, J.H.P.; ZVEIBIL, V.Z. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. 2001. Instituto Brasileiro de Administração Municipal. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em: 20 de julho de 2020.

MORIN, A. A., HOTZA, D., RIBEIRO, M. J. P. M. **Avaliação da energia incorporada e da emissão de CO₂ em recipientes para refrigerantes: PET versus vidro**, Engenharia Sanitária Ambiental, 2019.

NETA, M.A.V. **Manejo de resíduos sólidos**. 2011. Atlas de saneamento. IBGE. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096_cap9.pdf>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2020.

NOGUEIRA, L.M.; SILVEIRA, C.A.; FERNANDES, K.S. **Percepção de qualidade de vida de catadores de materiais recicláveis**. 2017. Rev enferm UFPE on line, Recife. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistaenfermagem/article/view/23445/19150>>. Acesso em: 10 de julho de 2020.

OLIVEIRA, N de. **Nova proposta de classificação territorial do IBGE vê o Brasil menos urbano**. 2017. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-07/nova-proposta-de-classificacao-territorial-do-ibge-ve-o-brasil-menos-urbano>>. Acesso em: 10 de agosto de 2020.

ORGANOBOM. **Usina de Compostagem faz adubo com Resto de Poda e Comida**. 2017. Disponível em: <<http://www.emecservice.com.br/novidades/40/usina-de-compostagem-faz-adubo-com-resto-de-poda-e-comida.html>>. Acesso em 20 de julho de 2020.

PASCHOALIN FILHO J. A.; SILVEIRA F. F.; LUZ E. G.; OLIVEIRA R. B. **Comparação entre as Massas de Resíduos Sólidos Urbanos Coletadas na Cidade de São Paulo por meio de Coleta Seletiva e Domiciliar**. 2014. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS.

PEIXOTO, K.; CAMPOS, V.B.G.; D'AGOSTO, M.de A. **A Coleta Seletiva e a Redução dos Resíduos Sólidos**. 2012. Disponível em: <[http://www.pgmecc.ime.br/~webde2/prof/vania/pubs/\(7\)coletaresiduossolidos.pdf](http://www.pgmecc.ime.br/~webde2/prof/vania/pubs/(7)coletaresiduossolidos.pdf)> Acesso em 10 de março de 2018.

PELANDA, L. **Apenas 22% dos resíduos recolhidos em Curitiba são recicláveis**. 2018. Disponível em: <<https://paranaportal.uol.com.br/cidades/cidades-destaque-1/apenas-22-dos-residuos-recolhidos-em-curitiba-sao-reciclaveis/>>. Acesso em 02 de agosto de 2020.

PEREIRA, D., SCHNEIDER, M. W.D.. **Por que devemos dar adeus às sacolas plásticas**, 2018. Disponível em: <<https://portal.trt3.jus.br/internet/institucional/responsabilidade-socioambiental/voce-pode-fazer/aprendendo-mais/praticas-socioambientais-e-consumo-consciente/por-que-devemos-dar-adeus-as-sacolas-plasticas>>. Acesso em 8 de maio de 2020.

PERRELLA, N. **Como um mafioso arrependido revelou desastre ecológico provocado por tráfico de lixo na Itália**. 2017. Disponível em:

<<https://paramais.com.br/como-um-mafioso-arrepentido-revelou-desastre-ecologico-provocado-por-trafico-de-lixo-na-italia>>. Acesso em 16 de abril de 2020.

PIETROBELLI, E.R. **Estudo de viabilidade do PET reciclado em concreto sob aspecto da resistência a compressão**. 2010. TCC em Engenharia Civil da Universidade Comunitária Regional de Chapecó. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/5349225-Estudo-de-viabilidade-do-pet-reciclado-em-concreto-sob-aspecto-da-resistencia-a-compressao.html>>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2020.

PINHEIRO, P.T.; FRANCISCHETTO, G.P.P. **A Política de Resíduos Sólidos como Mecanismo de Fortalecimento das Associações de Catadores de Materiais Recicláveis**. 2016. Revista Derecho y Cambio Social.

PIRES, S. **Belo Horizonte tem nova coleta seletiva de lixo: saiba como funciona**. 2019. Estado de Minas. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/10/23/interna_gerais,1095047/belo-horizonte-tem-nova-coleta-seletiva-de-lixo-saiba-como-funciona.shtml>. Acesso em 02 de agosto de 2020.

PNSB – **Plano Nacional de Saneamento Básico**. 2007. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2007/lei-11445-5-janeiro-2007-549031-norma-actualizada-pl.html>>. Acesso em: 20 de julho de 2020.

PLASTICOTRANSFORMA, **Isopor®, espuma de plástico que pode ser reciclada**. Disponível em: <<http://www.plasticotransforma.com.br/isopor-espuma-de-plastico>>. Acesso em 8 de maio de 2020.

PNMA. **Política Nacional do Meio Ambiente**. 1981

POLI, D. F., BECK, C. T. **Fundamentos de pesquisa em enfermagem**. 9. ed. São Paulo: Artmed. 2018.

PORTELLA, M.O.; RIBEIRO, J.C.J. **Aterros sanitários: aspectos gerais e destino final dos resíduos**. 2014. Revista Direito Ambiental e sociedade.

PRESSWORKS. **Startup recicla garrafas PET para produzir pastilhas para revestimento**, 2014. Acesso em: <<https://www.pressworks.com.br/noticia/startup-recicla-garrafas-pet-produzir-pastilhas-revestimento>>. Acesso em 8 de maio de 2020.

QUARTIM, E. **Tetra Pak e o pós-consumo**. 2011. Disponível em: <<http://embalagensustentavel.com.br/2011/06/21/tetra-pak-e-o-pos-consumo>>, acesso em 15 de maio de 2020.

QUIUMENTO, F. **Análise do ciclo de vida: questões ambientais**. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/medioquestoesambientais/analise-do-ciclo-de-vida#TOC-An-lise-dos-dados>>. Acesso em 20 de julho de 2020.

RECICLASAMPA. **Impacto do lixo na cidade de São Paulo**. Disponível em: <<https://www.reciclasampa.com.br/artigo/o-impacto-do-lixo>>. Acesso em 8 de maio de 2020.

RECICLOTECA. **Centro de informações sobre reciclagem e meio ambiente**. Disponível em: <<http://www.recicloteca.org.br/category/reciclagem/>>. Acesso em 8 de abril de 2020.

RELIS, P.; DOMINSKI, A. **Beyond the crisis: integrated waste management**. 1990. Santa Barbara: Gildea Resource Center/Community Environmental Council. 48 p.

ROUSE, C.J. **Reciclagem de vidro: uma questão de custo e benefício**. 1991. Revista Projeto Reciclagem.

RIBEIRO, F de M; KRUCLIANKAS, I. **A Economia Circular no contexto europeu: Conceito e potenciais de contribuição na modernização das políticas de resíduos sólidos**. 2014. Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente – ENGEMA. São Paulo.

RIBEIRO, H.; BESEN, G.R. **Panorama da Coleta Seletiva no Brasil: Desafios e Perspectivas a partir de três Estudos de Caso**. 2007. Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente.

ROCON, A. **Usina de Compostagem: produção de adubo orgânico chega a 800 toneladas**. 2019. Disponível em: <<http://www.viana.es.gov.br/site/publicacao/usina-de-compostagem-1566593410350>>. Acesso em 20 de julho de 2020.

ROVIRIEGO, L.F.V. **Proposta de uma metodologia para a avaliação de sistemas de coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares**. 2005. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

SANTOLIN, R.C.; SIMAN, R.R. **Desenvolvimento das Bolsas de negociação de Resíduos como ferramenta para atendimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos Brasileira**. 2015. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.

SCHALCH, V. **Produção e características do chorume em processo de decomposição de lixo urbano**. 1995. Dissertação, Escola de Engenharia de São Carlos, USP.

SCHMIDT, L., NAVE, J. G.; O'RIORDAN, T.; GUERRA, J. **Trends and Dilemmas Facing Environmental Education in Portugal: From Environmental Problem Assessment to Citizenship Involvement**. 2011. Journal of Environmental Policy & Planning, 13 (2), 159-177.

SEIDEL, M., **O mercado para reciclagem**, 2015. Disponível em: <<https://www.portalsaofrancisco.com.br/meio-ambiente/embalagens-longa-vida>>. Acesso em 8 de maio de 2020.

SILVA, L. C. - **Avaliação de ciclo de vida de concretos com substituição parcial de cimento por cinzas do bagaço de cana-de-açúcar e da casca de arroz.** 2015. Dissertação (mestrado) – UFRJ/COPPE/Programa de Engenharia Civil.

SILVA, R.; RODRIGUES, F.T.R.L. **Análise do Ciclo de Vida e da Logística Reversa como Ferramentas de Gestão Sustentável: O Caso das Embalagens PET.** 2015. Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial, UFSC. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/297659761_Analise_do_Ciclo_de_Vida_e_da_Logistica_Reversa_como_Ferramentas_de_Gestao_Sustentavel_O_Caso_das_Embalagens_PET>. Acesso em 20 de julho de 2020

SILVA, S. P. **A Organização Coletiva de Catadores de Material Reciclável no Brasil: dilemas e potencialidades sob a ótica da economia solidária.** 2017. Disponível em: <<https://www.fragmaq.com.br/blog/descubra-quantidade-de-lixo-produzido-no-brasil-e-porcentagem-do-que-e-reciclado>>. Acesso em 15 de maio de 2020.

SIMIÃO, J. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais em Uma Empresa de Usinagem Sobre o Enfoque da Produção Mais Limpa.** 2011. Dissertação, Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, USP. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-13072011-100539/publico/simiao.pdf>>. Acesso em: 20 de julho de 2020.

SIQUEIRA, T. M. O., ABREU, M. J. **Fechando o ciclo dos resíduos orgânicos: compostagem inserida na vida urbana.** São Paulo Cienc. Cult, 2016.

SIQUEIRA, T.M.O de; ASSAD, M.L.R.C.L. **Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos no Estado de São Paulo (Brasil).** 2015. Revista Ambiente e Sociedade. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2015000400014&lng=pt&nrm=1&tlng=pt#B06>. Acesso em 20 de julho de 2020.

SOARES, R. de P. **Análise comparativa do desempenho da Bolsa de Resíduos Brasileira Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos em relação à Bolsa de Resíduos Alemã IHK RECYCLINGBORSE.** 2014. Dissertação, Meio Ambiente Urbano e Industrial, Universidade Federal do Paraná-UFPR.

SOTTORIVA, P.R da S. **Análise do ciclo de vida dos resíduos recicláveis e perigosos de origem domiciliar.** 2011. Revista do Desenvolvimento Regional. Disponível em: <<https://online.unisc.br/seer/index.php/redes/article/view/1565>>. Acesso em 20 de julho de 2020

SPALLA, A. **Como ex-chefe mafioso arrependido revelou desastre ecológico provocado por tráfico de lixo na Itália.** 4 de fev. de 2017. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-38780581>>. Acesso em 20 de abril de 2020.

STAPENHORST, E.; JANKOSZ, A. V. **Estudo de Ferramentas de apoio ao mercado da reciclagem com foco em Bolsas de Resíduos.** 2001. Monografia

de Especialização em Gerenciamento Ambiental na Indústria - SENAI/PR – UFPR.

TAGUCHI, R. L. **Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos domiciliares com uso do Balanced Scorecard**. 2010. Dissertação do Programa de Pós-graduação em Administração de Organizações, USP. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-06122010-183411/publico/RenatoLeandroTaguchi.pdf>>. Acesso em: 30 de julho de 2020.

TAVARES, H.K.C. **Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil**. 2012. Revista Sanit Ambient. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/esa/v17n2/a06v17n2>>. Acesso em 10 de junho de 2020.

TAVARES, N. **O Manual de coleta seletiva japonês**, 2012. Disponível em: <<http://www.recicloteca.org.br/coleta-seletiva/o-manual-de-coleta-seletiva-japones>>. Acesso em 16 de abril de 2020.

TERESHCHENKO, K. **Waste exchanges**. 2012. In: Economics for ecology ISCS': 18th International scientific conference. Sumy State University. Sumy, Ucrânia. Disponível em: <<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/26799>>. Acesso em: 20 de julho de 2020.

URBAN, R. C. **Índice de adequação do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos como ferramenta para o planejamento: aplicação no estado de São Paulo**. 2015. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental.

United Nations. **World urbanization prospects: the 2014 revision, highlights**. 2014. (ST/ESA/SER.A/352). New York: United Nations. 2014. Disponível em: <<https://esa.un.org/unpd/wup/publications/files/wup2014-highlights.pdf>>. Acesso em: 10 de março de 2020.

VIEIRA, P. L.; BELTRAME, L.T. C. **Educação Ambiental: A Resposta para o Problema De Resíduos Sólidos Urbanos**. 2017. 8º Fórum Nacional de Resíduos Sólidos.

VILHENA, A., PASCHOALINO, A., MILAMI, I., ZIGLIO, L., ADEODATO, S., GAROTTI, W. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**.

WALDMAN, M. **Lixo Domiciliar Brasileiro: Modelos de Gestão e Impactos Ambientais**. 2013. Bol. Goia. Geogr. (Online). Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/307723994_LIXO_DOMICILIAR_BRA_SILEIRO_MODELOS_DE_GESTAO_E_IMPACTOS_AMBIENTAIS>. Acesso em: 05 de junho de 2019.

WELZ, T.; HISCHIER R.; HILTY, L. M. **Environmental impacts of lighting technologies – Life cycle assessment and sensitivity analysis**. 2011. Revista Elsevier, Environmental ImpactAssessmentReview, v. 31, 34–343.

WIRTH, I. G., OLIVEIRA, C. B. **A PNRS e os modelos de gestão**. Catadores de materiais recicláveis: um encontro nacional. IPEA, 2015.

ZANETTI, I.C.B.B. **Educação Ambiental, Resíduos Sólidos Urbanos e Sustentabilidade, em Estudo de Caso sobre o Sistema de Gestão de Porto Alegre, RS**. 2003. Tese de Doutorado pelo Centro de Desenvolvimento Sustentável, UNB.

Apêndice B: Modelo utilizado durante a verificação dos volumes de resíduos úmidos

OBS: OS RESÍDUOS ÚMIDOS SÃO ARMAZENADOS EM CONTENTORES DE 240 LITROS						
CONDOMÍNIOS DE JARDIM DA PENHA						
COLETA DOMICILIAR (Xª SEMANA DO MÊS) – EM % DE VOLUME						
EDIFICAÇÕES	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	SÁBADO
ER1						
ER2						
ER3						
ER4						
ER5						
ER6						
ER7						
ER8						
ER9						
ER10						
ER11						
ER12						
ER13						
ER14						
ER15						
ER16						
ER17						
ER18						
ER19						
ER20						
ER21						
ER22						
ER23						
ER24						
ER25						
ER26						
ER27						
ER28						

Apêndice C: Modelo utilizado durante a verificação dos volumes de resíduos secos

OBS: OS RESÍDUOS SECOS SÃO ARMAZENADOS EM BAGS DE 1,00m³ (1000 LITROS)				
CONDOMÍNIOS DE JARDIM DA PENHA				
COLETA SELETIVA (Xª SEMANA DO MÊS) – EM % DE VOLUME				
EDIFICAÇÕES	SEGUNDA	TERÇA	QUINTA	SEXTA
ER1				
ER2				
ER3				
ER4				
ER5				
ER6				
ER7				
ER8				
ER9				
ER10				
ER11				
ER12				
ER13				
ER14				
ER15				
ER16				
ER17				
ER18				
ER19				
ER20				
ER21				
ER22				
ER23				
ER24				
ER25				
ER26				
ER27				
ER28				

Apêndice D: gravimetria dos resíduos secos de 16 de outubro de 2018

DATA	16/10/2018	CONDOMÍNIOS										
	MATERIAL	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	TOTAL
GRUPO	Nº APTO	30	20	20	14	21	9	12	12	14	23	175
PESO DA BAG		32,000	–	23,000	–	27,500	20,000	40,000	–	–	40,000	182,500
PAPEL	PAPEL AO	15,000	–	12,000	–	9,500	11,000	13,000	–	–	12,000	72,500
	PAPEL ARQUIVO	1,030	–	0,100	–	1,165	0,455	2,060	–	–	1,035	5,845
	MISTO	1,195	–	0,150	–	12,200	–	1,025	–	–	6,000	20,570
	JORNAL	0,515	–	–	–	1,155	0,295	0,480	–	–	0,905	3,350
	TETRA PACK	1,280	–	0,170	–	1,035	0,640	1,045	–	–	0,850	5,020
	TOTAL	19,020	–	12,420	–	25,055	12,390	17,610	–	–	20,790	107,285
PLÁSTICO	PET	1,300	–	1,200	–	3,540	0,985	2,185	–	–	1,015	10,225
	PEAD CRISTAL	0,800	–	0,390	–	0,305	0,465	0,655	–	–	0,450	3,065
	PEAD COLORIDO	0,755	–	0,420	–	0,625	0,575	0,795	–	–	0,840	4,010
	PEAD BRANCO	0,860	–	–	–	0,500	–	0,875	–	–	0,525	2,760
	PEBD FILME	0,315	–	0,215	–	0,465	0,305	0,230	–	–	0,200	1,730
	OUTROS	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
TOTAL	4,030	–	2,225	–	5,435	2,330	4,740	–	–	3,030	21,790	
METAL	LATA ALUMÍNIO	0,325	–	0,695	–	0,275	0,150	0,370	–	–	0,205	2,020
	LATA FERROSA	0,730	–	6,000	–	0,652	0,500	0,325	–	–	1,000	9,207
	TOTAL	1,055	–	6,695	–	0,927	0,650	0,695	–	–	–	11,227
	TOTAL	6,000	–	2,660	–	3,070	8,000	12,000	–	–	18,000	49,730
REJEITO		9,000	–	2,000	–	12,000	3,500	11,500	–	–	4,000	42,000

Apêndice E: gravimetria dos resíduos secos de 23 de outubro de 2018

DATA	23/10/2018	CONDOMÍNIOS										
	MATERIAL	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	TOTAL
GRUPO	Nº APTO	30	20	20	14	21	9	12	12	14	23	175
PESO DA BAG		26,500	12,000	19,500	12,500	10,500	16,500	51,500	48,000	25,000	19,000	241,000
PAPEL	PAPEL AO	5,500	4,000	3,000	3,000	2,000	7,000	11,500	10,000	7,000	7,000	60,000
	PAPEL ARQUIVO	0,235	0,145	0,600	—	—	0,155	0,080	0,110	6,500	—	7,825
	MISTO	0,440	0,300	0,785	0,475	0,310	0,220	0,815	1,845	0,205	0,050	5,445
	JORNAL	0,330	0,530	0,015	—	0,630	0,100	0,350	1,715	0,635	0,205	4,510
	TETRA PACK	1,145	0,805	0,520	0,495	0,170	0,255	1,260	0,730	0,765	0,480	6,625
	TOTAL	7,650	5,780	4,920	3,970	3,110	7,730	14,005	14,400	15,105	7,735	84,405
PLÁSTICO	PP	0,180	0,155	0,120	0,185	0,080	0,045	0,515	0,270	0,255	0,060	1,865
	PS	0,100	0,030	0,045	0,050	0,030	0,040	0,070	0,035	0,100	0,035	0,535
	PS-ISOPOR	0,210	0,670	0,140	0,050	0,160	1,045	0,610	0,090	0,115	2,000	5,090
	PET	1,160	0,645	0,920	0,630	1,035	0,545	1,340	2,255	0,455	0,575	9,560
	PET EMBALAGEM	0,235	0,085	—	0,080	—	0,080	0,575	0,610	0,170	0,175	2,010
	PVC	—	0,100	—	—	—	—	0,080	—	0,035	—	0,215
	PEAD BRANCO/CRISTAL	0,620	0,260	0,585	0,450	0,145	0,125	1,310	1,185	0,680	1,050	6,410
	PEAD COLORIDO	0,215	0,210	0,495	0,295	0,545	0,470	0,500	0,530	0,930	0,230	2,660
	PEAD FILME	0,065	0,195	0,035	0,035	0,025	0,205	0,705	0,080	0,120	0,030	1,495
	PEAD MERCADO	0,140	0,115	0,130	0,110	0,075	0,110	0,265	0,285	0,125	0,050	1,405
	PEBD FILME	0,725	0,115	0,130	0,940	0,030	0,760	0,185	0,140	0,265	1,125	4,415
	OUTROS	0,115	0,045	0,055	0,025	—	0,030	0,170	0,140	—	—	0,580
	TOTAL	3,765	2,625	2,655	2,850	2,125	3,455	6,325	5,620	3,250	5,330	38,000
METAL	LATA ALUMÍNIO	0,400	0,170	0,140	0,425	0,080	0,080	0,475	1,285	0,220	0,030	3,305
	LATA FERROSA	0,410	0,075	0,425	0,175	—	0,200	0,860	0,650	0,600	0,340	3,735
	TOTAL	0,810	0,245	0,565	0,600	0,080	0,280	1,335	1,935	0,820	0,370	7,040
VIDRO	INCOLOR	5,500	—	1,180	2,180	0,230	1,020	6,720	6,000	1,010	0,725	24,565
	MARROM	2,445	—	7,500	—	1,425	3,070	9,000	6,000	—	0,975	30,415

	COLORIDO	2,530	0,730	1,475	0,600	0,905	0,370	2,750	9,000	1,150	1,335	20,845
	TOTAL	10,475	0,730	10,155	2,780	2,560	4,460	18,470	21,000	2,160	3,035	75,825
TÊXTEIS		0,700	0,030	0,335	1,275		0,200	0,780	0,655	0,830	–	4,805
REEE		–	1,050	–	–	–	–	–	–	0,085	–	1,135
REJEITO		4,500	6,000	3,500	2,000	2,000	4,000	11,000	6,000	4,000	4,000	43,000

Apêndice F: gravimetria dos resíduos secos de 26 de outubro de 2018

DATA	26/10/2018	CONDOMÍNIOS										
	MATERIAL	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	TOTAL
GRUPO	Nº APTO	30	20	20	14	21	9	12	12	14	23	175
PESO DA BAG		18,000	10,000	37,000	29,500	37,500	–	36,500	29,500	41,000	24,000	263,000
PAPEL	PAPEL AO	4,000	5,500	–	16,000	8,000	–	24,300	8,000	27,000	4,000	96,800
	PAPEL ARQUIVO	0,360	–	–	0,255	0,160	–	–	4,185	0,220	–	5,180
	MISTO	0,570	0,080	–	0,225	1,545	–	–	1,565	0,470	0,335	4,790
	JORNAL	0,105	0,020	–	0,800	0,320	–	0,055	0,115	0,360	0,410	2,185
	TETRA PACK	0,515	0,120	–	1,370	1,645	–	0,280	0,575	0,560	–	5,065
	TOTAL	5,550	5,720	–	18,650	11,670	–	24,635	14,440	28,610	4,745	114,020
PLÁSTICO	PP	0,135	0,045	–	0,560	0,190	–	0,050	–	0,160	0,165	1,305
	PS	0,155	–	–	0,025	0,340	–	0,110	0,165	0,020	0,015	0,830
	PS-ISOPOR	0,245	0,295	–	0,330	0,280	–	0,015	1,655	0,220	0,165	3,205
	PET	2,310	0,405	–	0,755	1,045	–	0,800	0,740	0,780	1,345	8,180
	PET EMBALAGEM	0,095	0,135	–	0,360	0,100	–	0,030	0,230	0,175	0,160	1,285
	PVC	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	PEAD BRANCO/CRISTAL	1,085	0,335	–	1,075	0,920	–	0,295	1,650	0,490	0,690	6,540
	PEAD COLORIDO	0,570	0,310	–	1,135	0,585	–	–	0,470	0,700	0,730	4,500
	PEAD FILME	0,050	0,050	–	0,145	0,165	–	0,045	0,040	0,065	0,070	0,630
	PEAD MERCADO	0,365	0,290	–	0,320	0,140	–	0,095	0,060	0,065	0,080	1,415
	PEBD FILME	0,220	0,050	–	0,370	0,150	–	0,075	0,585	0,110	0,190	1,750
	OUTROS	0,085	0,100	–	0,135	0,070	–	0,025	0,020	0,075	0,030	0,540
TOTAL	5,315	2,015	–	5,210	3,985	–	1,540	5,615	2,860	3,640	30,180	
METAL	LATA ALUMÍNIO	0,095	0,170	–	0,170	0,260	–	0,110	0,235	0,100	0,280	1,420
	LATA FERROSA	0,540	0,170	–	0,235	0,485	–	0,060	0,250	0,130	0,240	2,110
	TOTAL	0,635	0,340	–	0,405	0,745	–	0,170	0,485	0,230	0,240	3,530
VIDRO	INCOLOR	–	0,710	–	1,160	2,500	–	1,085	1,305	1,605	1,930	10,295
	MARROM	0,845	1,335	–	–	7,000	–	7,000	3,850	0,330	3,500	23,860

	COLORIDO	3,030	0,425	–	1,020	8,500	–	0,565	2,710	4,530	4,500	25,280
	TOTAL	3,875	2,470	–	2,180	18,000	–	8,650	7,865	6,465	9,930	59,435
TÊXTEIS		–	–	–	0,455		–	0,290	–	0,040	–	0,785
REEE		–	–	–	0,060	0,825	–	–	–	–	3,500	4,385
REJEITO		4,000	0,770	–	3,000	5,500	–	1,500	6,000	3,000	2,000	25,770