

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AMBIENTAL**

Christiane Jacinto

**CARACTERIZAÇÃO DOS RECICLÁVEIS SECOS E REJEITOS
GERADOS PELA COLETA SELETIVA E TRIAGEM MECANIZADA DA
REGIÃO SUL DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO – SP**

**Santo André - SP
2019**

CHRISTIANE JACINTO

**CARACTERIZAÇÃO DOS RECICLÁVEIS SECOS E REJEITOS
GERADOS PELA COLETA SELETIVA E TRIAGEM MECANIZADA DA
REGIÃO SUL DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO – SP**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal do UFABC, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Orientadora: Prof^a Dr^a Giulliana Mondelli

**Santo André - SP
2019**

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do ABC
Elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da UFABC
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Jacinto, Christiane
CARACTERIZAÇÃO DOS REICLÁVEIS SECOS E
REJEITOS GERADOS PELA COLETA SELETIVA E
TRIAGEM MECANIZADA DA REGIÃO SUL DO MUNICÍPIO
DE SÃO PAULO – SP / Christiane Jacinto. — 2019.

129 fls. : il.

Orientadora: Giulliana Mondelli

Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do ABC,
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia
Ambiental, Santo André, 2019.

1. Coleta Seletiva. 2. Rejeitos. 3. Caracterização. 4.
Granulometria. 5. Gravimetria. I. Mondelli, Giulliana. II.
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia
Ambiental, 2019. III. Título.

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, de acordo com as observações levantadas pela banca no dia da defesa, sob responsabilidade única do autor e com anuência de seu orientador.

Santo André, 23 de outubro de 2019.

Assinatura do autor: João

Assinatura do orientador: Guilherme Mendell



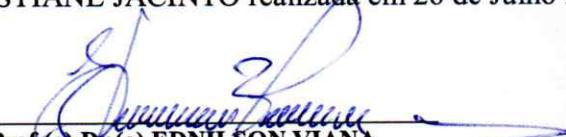
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

Fundação Universidade Federal do ABC

Avenida dos Estados, 5001 – Bairro Santa Terezinha – Santo André – SP
CEP 09210-580 · Fone: (11) 4996-0017

FOLHA DE ASSINATURAS

Assinaturas dos membros da Banca Examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata, CHRISTIANE JACINTO realizada em 26 de Julho 2019:



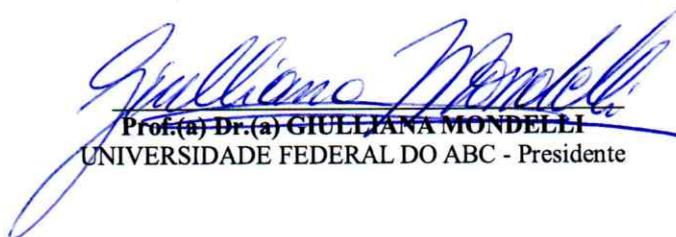
Prof.(a) Dr.(a) EDNILSON VIANA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - Membro Titular



Prof.(a) Dr.(a) LUISA HELENA DOS SANTOS OLIVEIRA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC - Membro Titular

Prof.(a) Dr.(a) GINA RIZPAH BESEN
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - Membro Suplente

Prof.(a) Dr.(a) ROSELI FREDERIGI BENASSI
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC - Membro Suplente



Prof.(a) Dr.(a) GIULLIANA MONDELLI
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC - Presidente

* Por ausência do membro titular, foi substituído pelo membro suplente descrito acima: nome completo, instituição e assinatura

Dedico este trabalho à minha mãe, que sempre me apoiou e me serviu como exemplo da importância de ser uma pessoa batalhadora.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à minha mãe e ao meu namorado, Eduardo, por estarem a todo o momento ao meu lado, me apoiando e incentivando.

À minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Giulliana Mondelli, pela oportunidade de fazer parte de sua pesquisa e adquirir seus conhecimentos relacionados à mesma. Agradeço também por toda a disposição, paciência e incentivo prestados.

Ao Márcio e ao Zé, por todo auxílio que me forneceram e pela parceria que criamos no decorrer de nossas pesquisas. E ao Stefano, por toda ajuda prestada na reta final.

A todos os colaboradores da Ecourbis, por serem sempre tão prestativos ao me receberem e estarem dispostos a fornecer toda a ajuda necessária para a pesquisa.

À Autoridade Municipal de Limpeza Urbana - AMLURB, por nos receber e pelo apoio prestado a pesquisa.

À Universidade Federal do ABC e ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, pela oportunidade de participar do curso e aprimorar meu conhecimento referente a esta área.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, pelo auxílio disponibilizado para esta pesquisa. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

*“Faça o melhor que puder. Seja o melhor que puder.
O resultado virá na mesma proporção do seu esforço.”
(Mahatma Gandhi)*

RESUMO

Na cidade de São Paulo existe uma carência em relação às estratégias para diminuir a geração de resíduos sólidos urbanos (RSU), portanto, a caracterização desses - sejam eles passíveis de tratamento ou reaproveitamento - e seus rejeitos é primordial para a execução da gestão integrada de resíduos sólidos de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). O objetivo principal deste trabalho foi caracterizar os resíduos recicláveis secos e seus rejeitos gerados pela coleta seletiva e triagem mecanizada na região Sul do município de São Paulo, realizada na Central Mecanizada Carolina Maria de Jesus, gerenciada pela Ecourbis. A coleta das amostras aconteceu uma vez a cada dois meses, em dias e horários diferentes da semana, durante um ano, considerando-se apenas caminhões da Coleta Seletiva que chegavam a CMT, no período de maio de 2017 a maio de 2018. Foram coletados dois sacos de 100 L cada referentes a entrada dos resíduos secos (antes da triagem) e um saco referente a saída de rejeitos (após triagem). Após a coleta, foram realizadas análises laboratoriais, incluindo a caracterização granulométrica e gravimétrica destes resíduos. Verificou-se um padrão de comportamento granulométrico semelhante tanto entre as amostras de entrada (mais grossos) quanto entre as amostras de saída (mais finos) do processo de triagem. A análise gravimétrica indicou que as amostras de entrada apresentaram 6% de rejeito e os materiais recicláveis encontrados em destaque foram: plástico (27,6%), papel e papelão (26,3%), vidro (10,1%), tecido (6,7%) e tetrapak (4,3%). Nas amostras de saída, o rejeito representou 42,5% de todo o material analisado e os materiais recicláveis em destaque foram: vidro (22,9%), plásticos (18,8%) e papel e papelão (5%). As indústrias recicladoras de papel e metal próximas CMT-Ecourbis tem ganhado maior espaço, de modo que a triagem desses materiais na central é significativa. A relação dos dados coletados e dos parâmetros sociais da região apresentou dificuldade para obtenção de dados precisos, tornando necessárias pesquisas mais detalhadas para verificar se a questão social está associada à geração e descarte de resíduos. A taxa de rejeito de 57,2 % aponta a necessidade de um processo de triagem com maior eficiência e alternativas para ampliação da reciclagem nas proximidades da CMT, incluindo também a reciclagem do vidro como produto a ser comercializado.

Palavras-Chave: Coleta seletiva, Triagem, Fração seca de RSU, Rejeitos, Caracterização, Gravimetria, Granulometria.

ABSTRACT

In the city of São Paulo there is a lack in relation to the strategies to reduce the generation of municipal solid waste (MSW), the characterization of the waste - whether they can be treated or reused - and their tailings is essential for the execution of integrated solid waste management accurately in accordance with the Solid Waste National Policy. The main objective was to characterize dry recyclable waste and tailings generated by selective collection and mechanized sorting in the southern region of São Paulo, processed by the Materials Recovery Facility (MRF), managed by Ecourbis Ambiental. The samples were collected once every two months, on different days and times of the week, during a year, considering only the Selective Collection trucks that arrived at the MRF from May 2017 to May 2018. Two bags were collected for the entrance of the dry residues (before sorting) and one bag for the tailings exit (after sorting). After the collection, laboratory analyzes were performed, including the granulometric and gravimetric characterization of these residues. A similar pattern of behavior was found both between the input samples and between the output samples. A gravimetric analysis indicated that the input samples had 6% tailings and the recyclable materials highlighted were: plastic (27.6%), paper (26.3%), glass (10.1%), fabric (6.7%) and tetrapak (4.3%). In output samples, the tailings represented 42.5% of all analyzed material and recyclable materials highlighted were: glass (22.9%), plastics (18.8%) and paper (5%). The paper and metal recycling industries around the MRF have gained more space, so the sorting of these materials at the MRF is significant. The relationship between the collected data and the region social parameters presented difficulties to obtain accurate data, making more detailed research necessary to verify if the social issues are associated with waste generation and disposal. The tailings rate of 57.2% points to the need for a more efficient sorting process and alternatives for expanding recycling in the MRF, including also the recycling of glass as a product to be marketed.

Key-words: Selective Collect, Screening, Dry Fraction of MSW, Trailing, characterization, gravimetry, granulometry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Disposição final dos RSU coletados no Brasil em 2016 (t/ano).....	18
Figura 2: Disposição final dos RSU coletados no Brasil em 2017 (t/ano).....	18
Figura 3: Localização da cidade estudada (São Paulo) dentro da disposição geográfica do país (Brasil) e do estado (São Paulo).	20
Figura 4: Abrangência da prestação dos serviços divisíveis sob regime de concessão em agrupamentos de Subprefeituras da cidade de São Paulo.	21
Figura 5: Índice de cobertura da coleta de RSU (%) no Brasil e em suas regiões em comparação à sua geração.	24
Figura 6: Porcentagem de destinação final de RSU no Brasil em 2017.	25
Figura 7: Pateo do Collegio, local de fundação da cidade de São Paulo em 1554. .	26
Figura 8: Evolução em linha do tempo do tratamento e destinação do RSU na cidade de São Paulo entre 1820 e 2007.	27
Figura 9: Localização das áreas receptoras de resíduos sólidos em 1925.	28
Figura 10: Localização das áreas receptoras de resíduos sólidos em 1975.	29
Figura 11: Aterros sanitários em operação após 1981 localizados na cidade de São Paulo em 2019.	31
Figura 12: Ordem de prioridade das ações preventivas e corretivas relacionadas aos resíduos sólidos estabelecida pela PNRS.	33
Figura 13: Mapa de distritos do município de São Paulo.	35
Figura 14: Tipos de resíduos gerados no município de São Paulo (em mil toneladas) em 2012.	36
Figura 15: Mapa do município de São Paulo dividido em lotes para o gerenciamento de serviços indivisíveis e suas empresas responsáveis.	38
Figura 16: Distribuição dos ecopontos no município de São Paulo em 2019.	39
Figura 17: Distribuição das cooperativas e centrais mecanizadas de triagem localizadas no município de São Paulo em 2019.	40
Figura 18: Expansão da Área Urbanizada no município de São Paulo demonstrada em diferentes períodos até 2002.	41
Figura 19: Crescimento Populacional no município de São Paulo entre 1980 e 2010.	42
Figura 20: Distribuição de domicílios da cidade de São Paulo com renda de até três salários mínimos em 2000.	43

Figura 21: Capacidades e Oportunidades que propiciam o Desenvolvimento Humano.....	44
Figura 22: Dimensões de avaliação do Desenvolvimento Humano.	45
Figura 23: Adaptação das três dimensões para avaliação do IDH brasileiro.	45
Figura 24: Faixas de valores para avaliação do Desenvolvimento Humano Municipal.	46
Figura 25: Comparação de valores das três dimensões do IDHM em 2000 e 2010 para a cidade de São Paulo.	47
Figura 26: Distribuição no Município de São Paulo das Taxas de Analfabetismo da População de 15 anos e mais em 2010.	48
Figura 27: Comparação do IDHM em 2000 e 2010 da região Sul da cidade de São Paulo.	49
Figura 28: Índices das dimensões de IDHM em 2010 por subprefeitura da Região Sul da cidade de São Paulo.	49
Figura 29: Faixas de valores para avaliação do Índice de Vulnerabilidade Social. ..	50
Figura 30: Mapa da cidade de São Paulo com indicação do Índice de Vulnerabilidade Social no ano de 2000.	51
Figura 31: Evolução Anual da Taxa de Desemprego no município de São Paulo entre 2000 e 2019.	53
Figura 32: Mapa do Município de São Paulo com indicação da Taxa de Desemprego total e entre Sexos no ano de 2016.....	53
Figura 33: Ciclo da Coleta Seletiva que ocorre no município de São Paulo.....	55
Figura 34: Esquema de procedimentos indicados para coleta de resíduos na norma NBR 10007.....	58
Figura 35: Esquema de procedimentos com relação aos RSU com base em normas francesas ambientais.....	59
Figura 36: Esquema de procedimentos para quarteamento de resíduos indicados na norma mexicana NMX-AA-15-1985.....	60
Figura 37: Central Mecanizada de Triagem – Carolina Maria de Jesus (CMT-Ecourbis), localizada no agrupamento sudeste da cidade de São Paulo.	62
Figura 38: Subprefeituras da região Sul da cidade de São Paulo atendidas pela CMT-Ecourbis com quantidade de setores atendidos durante as análises realizadas.	63

Figura 39: Etapas do processo de triagem de resíduos na CMT-Ecourbis desde sua entrada até o <i>Trommel</i> .	63
Figura 40: O caminho do material reciclável dentro da Central Mecanizada de Triagem – Carolina Maria de Jesus (CMT-Ecourbis) localizada no agrupamento sudeste da cidade de São Paulo.	64
Figura 41: Fotografia do direcionamento do resíduo para o <i>Trommel</i> na CMT-Ecourbis.	65
Figura 42: Etapas do processo de triagem de materiais pequenos e grandes na CMT-Ecourbis após passagem pelo <i>Trommel</i> .	66
Figura 43: Etapas do processo de triagem de materiais médios na CMT-Ecourbis após passagem pelo <i>Tromell</i> .	66
Figura 44: Etapas do processo de triagem de materiais de tamanho médios 2D e 3D na CMT-Ecourbis.	67
Figura 45: Materiais prensados e prontos para transporte após processo de triagem na CMT-Ecourbis	68
Figura 46: Apresentação da amostragem final da coleta dos resíduos realizada na CMT-Ecourbis.	70
Figura 47: Exemplificação de etiquetagem das amostras coletadas na CMT-Ecourbis.	71
Figura 48: Coleta de saco de entrada 1 (E1) sendo realizada na CMT-Ecourbis.	72
Figura 49: Análise laboratorial com uso de Equipamentos de Proteção Individual sendo realizada no Laboratório de Processos Biológicos (LPB) da UFABC.	73
Figura 50: Metodologia laboratorial realizada para caracterização dos RSU secos.	76
Figura 51: Curva granulométrica das amostras de RSU analisadas na CMT-Ecourbis.	81
Figura 52: Média da análise gravimétrica das coletas realizadas na CMT-Ecourbis separada em amostras de entrada (E1+E2) e amostras de saída (S).	85
Figura 53: Média de análise gravimétrica de materiais em cada coleta realizada na CMT-Ecourbis, separada em amostras de entrada (E1+E2) e amostras de saída (S).	88
Figura 54: Composição média dos tipos de plásticos indicados amostras de saída das coletas realizadas na CMT-Ecourbis.	90
Figura 55: Porcentagem dos tipos de plásticos apresentados na coleta 4 da CMT-Ecourbis.	91

Figura 56: Média da análise gravimétrica de rejeitos em cada coleta realizada na CMT-Ecourbis, separada em amostras de entrada (E1+E2) e amostras de saída (S).	91
Figura 57: Porcentagem de resíduos coletados nas amostras de entrada e saída das coletas 1 e 6 realizadas na CMT-Ecourbis, representando, respectivamente, as subprefeituras Vila Mariana e M'Boi Mirim.	99
Figura 58: Porcentagem de resíduos coletados nas amostras de entrada e saída das coletas 2 e 3 realizadas na CMT-Ecourbis, representando, respectivamente, as subprefeituras Santo Amaro e Capela do Socorro.	100
Figura 59: Porcentagem de resíduos coletados nas amostras de entrada e saída das coletas 1 e 2 realizadas na CMT-Ecourbis, representando, respectivamente, as subprefeituras Santo Amaro e Cidade Ademar.	103
Figura 60: Porcentagem de resíduos coletados nas amostras de entrada e saída das coletas 2 e 6 realizadas na CMT-Ecourbis, representando, respectivamente, região Sul 1 e Sul 2.	104
Figura 61: Porcentagem de resíduos coletados nas amostras de entrada e saída das coletas 1 e 4 realizadas na CMT-Ecourbis, representando, respectivamente, regiões Sul 2 e Sul 1.	106
Figura 62: Distribuição do Índice de Vulnerabilidade Social na Região Sul da cidade de São Paulo em 2010.	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Aterros concluídos na cidade de São Paulo entre 1974 e 1981.	30
Tabela 2: Valores do Índice de Vulnerabilidade Social no município de São Paulo em 2000 e 2010.	52
Tabela 3: Detalhamento dos tipos de análises para caracterização de resíduos.	56
Tabela 4: Inventário Inicial de coletas realizadas na CMT-Ecourbis considerando datas, horários, estação do ano e evento de sazonalidade.....	69
Tabela 5: Tipos de materiais triados durante a análise gravimétrica dos RSU secos.	75
Tabela 6: Inventário Final das coletas realizadas na CMT-Ecourbis, considerando datas, horários, estação do ano, evento de sazonalidade, incluindo problemáticas e observações verificadas.....	80
Tabela 7: Valores percentuais de materiais passantes em cada peneira obtidos em todas as coletas realizadas na CMT-Ecourbis.	82
Tabela 8: Percentuais da gravimetria obtida em cada saco (E1, E2 e S) por coleta na CMT-Ecourbis e média dos valores da gravimetria obtida em cada saco.	85
Tabela 9: Variação de Porcentagem Passante em cada peneira e valores mínimo e máximo indicados na granulometria das amostras coletadas na CMT-Ecourbis.	92
Tabela 10: Variação de Porcentagem de resíduos nas amostras de entrada coletadas na CMT-Ecourbis e seus valores mínimos e máximos indicados na gravimetria.....	93
Tabela 11: Variação de Porcentagem de resíduos nas amostras de saída coletadas na CMT-Ecourbis e valores mínimos e máximos indicados na gravimetria.....	94
Tabela 12: Valores de parâmetros sociais apresentados em cada subprefeitura contemplada pela coleta da CMT-Ecourbis.....	97
Tabela 13: Porcentagem de setores atendidos em cada subprefeitura contemplada pela coleta da CMT-Ecourbis.	97
Tabela 14: Materiais triados e separados pela CMT-Ecourbis.	108
Tabela 15: Principais materiais reciclados na CMT-Ecourbis.	109
Tabela 17: Análise da eficiência de comercialização dos materiais triados na CMT-Ecourbis.	113

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas

ABRELPE - Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

AMLURB - Autoridade Municipal de Limpeza Urbana

CMT - Central Mecanizada de Triagem

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

ECAL – Embalagem Cartão de Alimento Líquido

IBAM - Instituto Brasileiro de Administração Municipal

IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

IDHM - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IVS - Índice de Vulnerabilidade Social

LIMPURB - Departamento de Limpeza Urbana

LOGA - Logística Ambiental de São Paulo

NBR - Norma Brasileira

NF - Norma Francesa

NMX - Norma Mexicana

PEAD - Polietileno de Alta Densidade

PEBD - Polietileno de Baixa Densidade

PED - Pesquisa de Emprego e Desemprego

PERS - Política Estadual de Resíduo Sólido

PET - Polietileno Tereftalato

PGIRS - Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

PIB - Produto Interno Bruto

PMSP - Prefeitura Municipal de São Paulo

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

RMSP - Região Metropolitana de São Paulo

RSU - Resíduos Sólidos Urbanos

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

TR - Taxa de Rejeito

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. OBJETIVOS	23
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
3.1 O cenário atual do Brasil	24
3.2 A história dos RSU na cidade de São Paulo	25
3.3 PNRS, sua regulamentação e a logística reversa	33
3.4 Gerenciamento de RSU em SP	34
3.4.1 Serviços indivisíveis de limpeza urbana	36
3.4.2 Ecopontos	37
3.4.3 Cooperativas	37
3.5 O crescimento urbano de São Paulo, parâmetros sociais e a coleta seletiva	41
4. MATERIAIS E MÉTODOS	61
4.1 Visitas técnicas	61
4.2 Local de Estudo	61
4.3 Amostragem e Armazenamento	68
4.4 Análises laboratoriais	72
4.5 Análise dos Resultados	77
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	79
5.1 Granulometria	79
5.2 Gravimetria	83
5.3 Relação de Granulometria e Gravimetria	92
5.4 Parâmetros Sociais	96
5.5 Indústrias de reciclagem e a CMT-Ecourbis	108
5.6 Indicador de Coleta Seletiva	113
6. CONCLUSÃO	115
6.1 Propostas para Trabalhos futuros	117
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
ANEXO 1 - FORMULÁRIOS	127

INTRODUÇÃO

A dualidade entre as realidades urbana e ambiental é centro de muitas discussões nos dias de hoje. Nos últimos anos foi possível verificar muitos avanços legais no Brasil relacionados à área ambiental, como a criação de resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) a fim de regulamentar alguns itens da Política Nacional de Meio Ambiente (1981). No caso dos resíduos sólidos, um avanço marcante foi a regulamentação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, Lei 12.305 de 2010) a partir do Decreto nº 7404 de 23 de dezembro de 2010, que também proporcionou a criação de dois comitês: o Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa. Mesmo com todos estes progressos, o gerenciamento de resíduos sólidos e o compromisso da população com a temática proposta continuam apresentando complicações e alguns efeitos, como o desperdício de materiais, a poluição, o esgotamento da vida útil de aterros sanitários e a falta de áreas para a criação de novos aterros (RIBEIRO et. al., 2014).

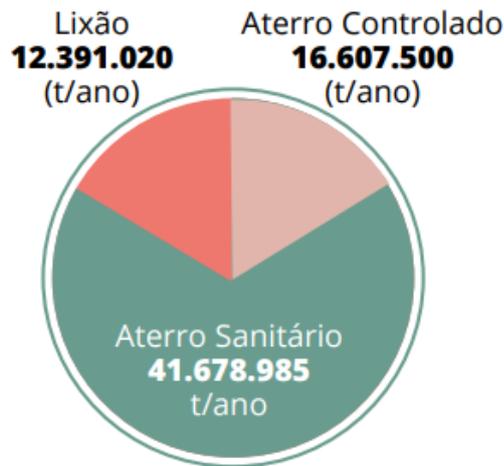
Esta situação exige soluções relacionadas às bases técnica, jurídica e institucional, com o propósito de ampliar a participação da sociedade, permitindo uma visão sustentável que corresponda às necessidades emergenciais atuais e, simultaneamente, possibilite um controle em longo prazo. A PNRS (2010) regula a reciclagem e disciplina o manejo de resíduos, que compreende desde a coleta, transporte, tratamento e disposição final, propiciando melhorias na gestão de resíduos sólidos no Brasil, nas diversas esferas citadas.

De acordo com o Diagnóstico de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, apresentado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2019), em 2017 foram coletadas 50,8 milhões de toneladas de resíduos domiciliar e resíduo público no país e o índice de cobertura de coleta alcançou 83,1% de toda a população.

Os resíduos sólidos dos quais todas as possíveis destinações já tenham sido realizadas, incluindo tratamentos e processos de recuperação, são definidos como rejeitos (PNRS, 2010). Um dos objetivos da PNRS (2010) é diminuir a quantidade de rejeitos e, conseqüentemente, os resíduos que serão dispostos em aterros sanitários. A recomendação inicial é a não geração, seguida da redução, da reutilização, da reciclagem, do tratamento dos resíduos sólidos, e por fim a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

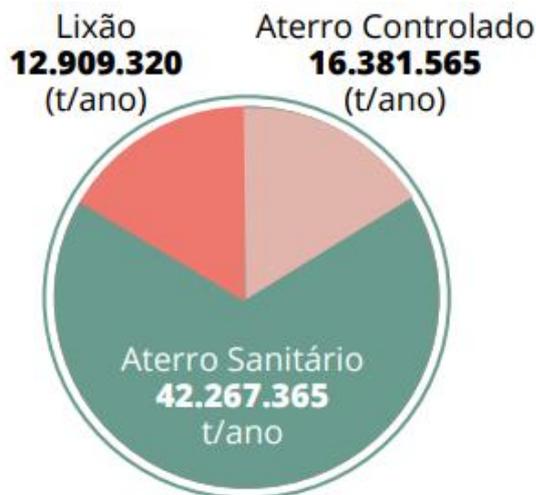
Conforme indicado nas **Figuras 1 e 2**, a quantidade de resíduos coletados dispostos de forma ambientalmente adequada aumentou em 2017 comparado ao ano de 2016. Esse aumento pode ser justificado a partir do crescimento que ocorreu entre 2016 e 2017 na renda da população. De acordo com o IBGE (2019), o rendimento nominal mensal domiciliar da população era de 1226 reais per capita em 2016, enquanto em 2017 o rendimento era de 1373 reais per capita.

Figura 1: Disposição final dos RSU coletados no Brasil em 2016 (t/ano).



Fonte: ABRELPE, 2018.

Figura 2: Disposição final dos RSU coletados no Brasil em 2017 (t/ano).



Fonte: ABRELPE, 2018.

Elk e Boscov (2016) informam que a composição dos rejeitos dispostos nos aterros sanitários ainda é desconhecida. Desta forma, visto que na cidade de São Paulo existe uma carência em relação às estratégias levadas em consideração de forma eficiente para diminuir a geração de resíduos, a caracterização de resíduos -

sejam eles passíveis de tratamento ou reaproveitamento - ou rejeitos, é primordial para a execução da gestão de resíduos sólidos de forma precisa e também de acordo com a PNRS.

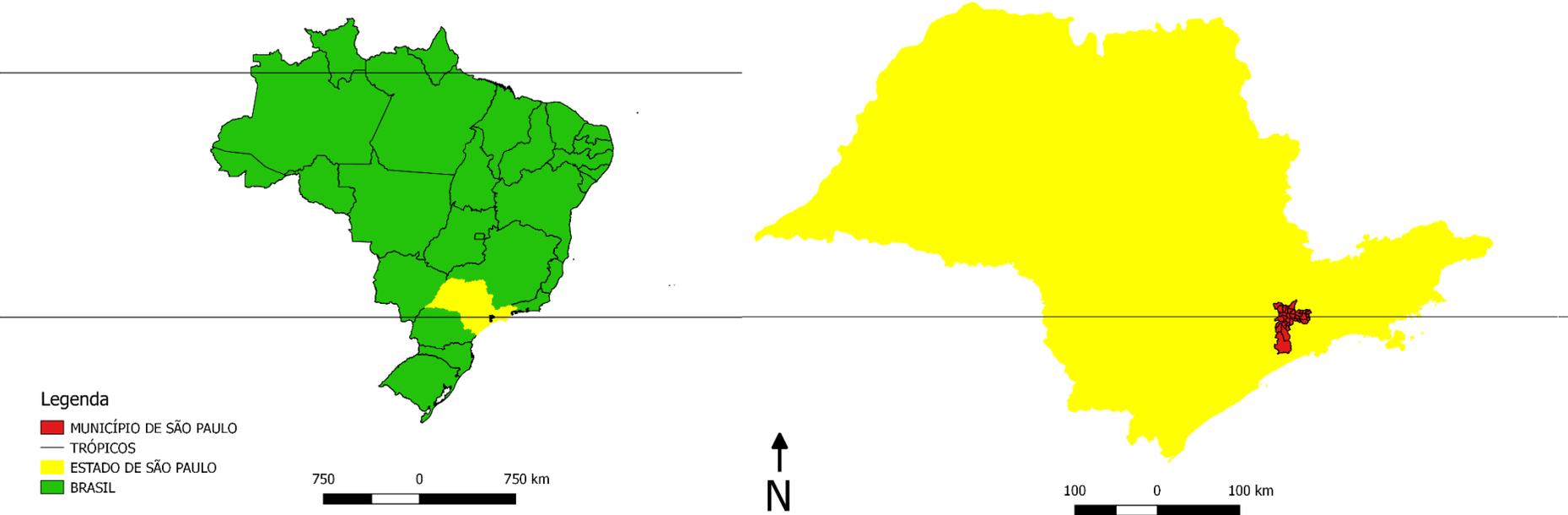
Na gestão de resíduos sólidos da cidade de São Paulo, os serviços divisíveis de limpeza urbana são considerados aqueles em que existe a possibilidade de identificar o seu gerador (PMSP, 2019), podendo ser classificados, de acordo com a Lei 13.478 (2002), em: resíduos sólidos e materiais de varredura originários em residências; resíduos sólidos domiciliares gerados em estabelecimentos públicos, comércios e indústrias; resíduos inertes de obras de construção, que não ultrapassem a geração de 50 quilogramas por dia; resíduos sólidos dos serviços de saúde; restos de materiais de mudança, incluindo móveis, colchões, utensílios e outros similares que estejam em pedaços; e resíduos sólidos originados em feiras livres e mercados.

A lei municipal 13.478/02 estabelece como prestação dos serviços divisíveis de limpeza urbana o Sistema de Concessão em regime público. Para isso, houve a contratação de duas concessionárias: a Logística Ambiental de São Paulo - LOGA para ser responsável pela prestação de serviços ao agrupamento noroeste e a Ecurbis Ambiental como responsável por prestar serviços ao agrupamento sudeste do município (**Figuras 3 e 4**).

A LOGA é responsável pela manutenção e monitoramento de dois aterros: o aterro Bandeirantes, desativado desde 2007, e o aterro Vila Albertina, desativado desde 1993. A concessão também é responsável pela administração da Estação de Transbordo Ponte Pequena, que está localizada no bairro do Bom Retiro (LOGA, 2019). Os resíduos coletados pela LOGA são encaminhados ao Aterro Caieiras (PMSP, 2019).

A Ecurbis tem como responsabilidade a manutenção e monitoramento dos aterros desativados: Aterro Sanitário São Mateus, Aterro Sanitário Santo Amaro e Aterro Sanitário Sítio São João. Esta empresa opera duas estações de transbordo, uma em Santo Amaro e outra no Ipiranga (ECOURBIS, 2019), além da Central Mecanizada de Triagem Carolina Maria de Jesus. Após serem triados em sua central, os resíduos coletados por ela são encaminhados ao Aterro Sanitário da Central de Tratamento Leste (PMSP, 2019).

Figura 3: Localização da cidade estudada (São Paulo) dentro da disposição geográfica do país (Brasil) e do estado (São Paulo).



Fonte: Autoria Própria, 2019

Figura 4: Abrangência da prestação dos serviços divisíveis sob regime de concessão em agrupamentos de Subprefeituras da cidade de São Paulo.



Fonte: PMSP, 2019.

O agrupamento sudeste do município de São Paulo possuía 7.105.920 habitantes em 2018 e a média per capita de resíduos gerados pelo agrupamento é de 1,01 kg por habitante por dia em 2012, enquanto o agrupamento noroeste possuía

cerca de 4.647.739 habitantes e média per capita de 1,23 kg por habitante por dia de resíduos sólidos gerados, nas mesmas épocas. (PMSP, 2014).

Nota-se que os resíduos gerados pelo agrupamento sudeste do município de São Paulo são de uma parcela muito significativa no contexto total do município, visto que possui uma maior população, se comparada ao agrupamento noroeste. Desta forma, opta-se pela caracterização diretamente dos RSU secos e seus rejeitos gerados pelo agrupamento sudeste e separados pela Central Mecanizada de Triagem com destino ao Aterro Sanitário instalado e operado na Central de Tratamento de Resíduos Leste (CTL), ambos tendo como empresa gestora a Ecourbis Ambiental Ltda.

Algumas informações obtidas durante uma primeira visita realizada à Central Mecanizada de Triagem Carolina Maria de Jesus apontam a necessidade de um estudo mais detalhado sobre as características granulométricas dos RSU separados pelos equipamentos ali instalados, de origem francesa, os quais identificam, basicamente, os diferentes tipos de resíduos por tamanho e forma. Nota-se esta necessidade ao descobrir, por exemplo, que cerca de 15 a 20% da quantidade total de resíduos secos recebidos é vidro, um material que é possível de reciclar, porém, está sendo enviado diretamente ao aterro, ou seja, devido aos baixos custos de venda e perigo na manipulação desse material pelos catadores ao final do processo contribuem para a diminuição da vida útil do aterro sanitário.

Hoje, a Central Mecanizada de Triagem Carolina Maria de Jesus possui capacidade de processar 250 ton/dia de RSU, contudo, tem operado apenas com cerca de 80 a 90 ton/dia proveniente apenas de bairros da região sul, e 40% desta quantidade tem sido considerada “rejeito”. Desta forma, a caracterização gravimétrica e geoambiental dos RSU secos e seus rejeitos possibilitará um conhecimento mais detalhado sobre a efetividade da operação dessa Central Mecanizada, uma das primeiras instaladas no país, com equipamentos de origem externa.

Ainda, uma análise com relação à gestão da coleta seletiva nos bairros pertencentes a esse agrupamento permitirá prever as dificuldades enfrentadas pelo setor e o que poderá mudar no futuro dimensionamento geotécnico e de vida útil dos aterros sanitários, ou para outras formas de tratamento, em face de falta de áreas para construção de mais aterros sanitários na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

2. OBJETIVOS

O objetivo da pesquisa foi caracterizar os resíduos recicláveis secos e rejeitos gerados pela coleta seletiva e triagem mecanizada na região Sul do município de São Paulo. A hierarquia de destinação dos resíduos sólidos proposta pela Política Nacional de Resíduos Sólidos indica que em caso de sua integral aplicação, haverá alterações significativas nas características físicas dos resíduos a serem dispostos nos aterros sanitários, as quais precisam ser conhecidas e estudadas.

Como objetivos específicos, têm-se:

- Aferir a produção de entrada e saída e caracterizar os recicláveis secos e rejeitos gerados na região Sul da cidade de São Paulo e triados na Central Mecanizada Carolina Maria de Jesus, gerenciada pela Ecourbis;
- Desenvolver e executar métodos para coleta, armazenamento e ensaios de caracterização gravimétrica e granulométrica de resíduos sólidos urbanos secos (ou fração seca);
- Avaliar a produção de recicláveis secos em função dos parâmetros sociais e das subprefeituras geradoras;
- Discutir os resultados obtidos da coleta comum e seletiva sob a luz da PNRS (2010) e dos parâmetros sociais, avaliando as possibilidades de melhorias de gestão para a região Sul do município de São Paulo.

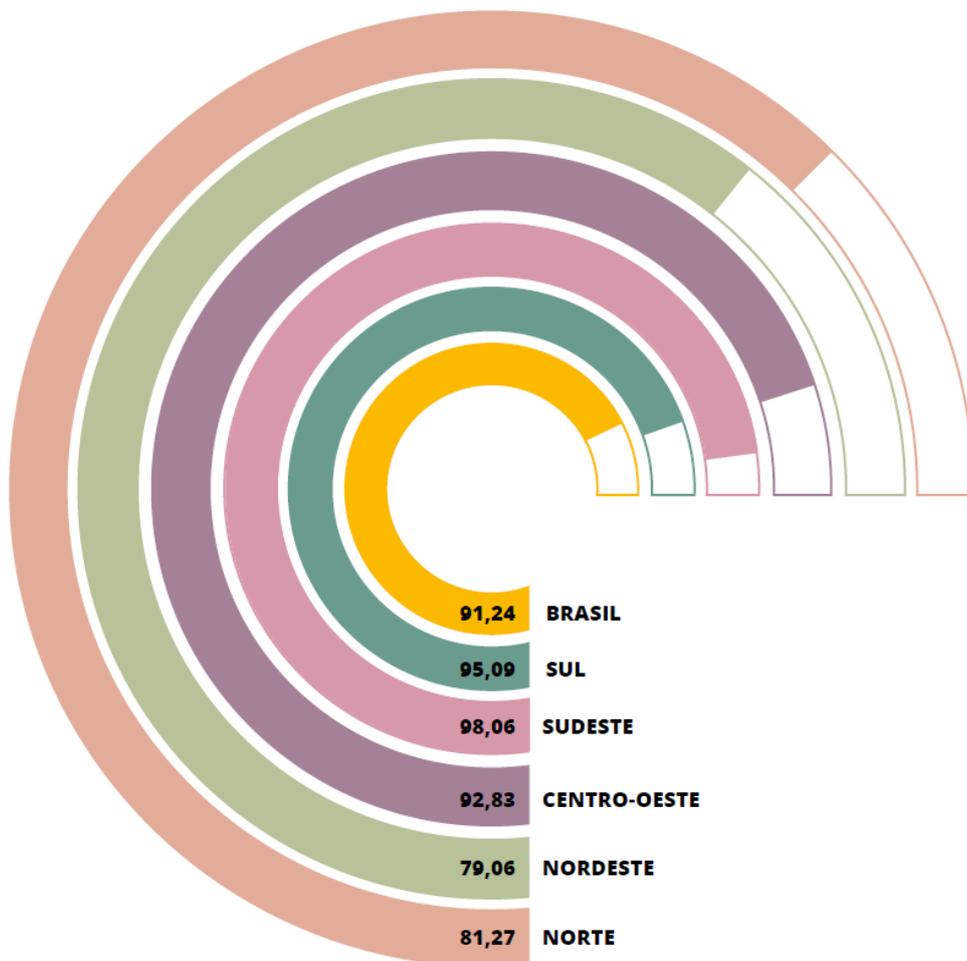
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 O cenário atual do Brasil

Segundo o IBGE (2019), a população estimada do Brasil em 2018 é de 208.494.900 habitantes. Diagnóstico de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, apresentado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2019), a geração diária de RSU por habitante em 2017 variou entre valor mínimo de 0,10 kg e valor máximo de 2,77 kg.

A coleta de RSU é realizada em grande parte do Brasil, porém, ao analisar a **Figura 5**, nota-se que em todas as regiões do país existe um déficit dessa coleta, de forma que 8,76% dos RSU gerado no país não são coletados, ou seja, a destinação do resíduo não coletado é incerta.

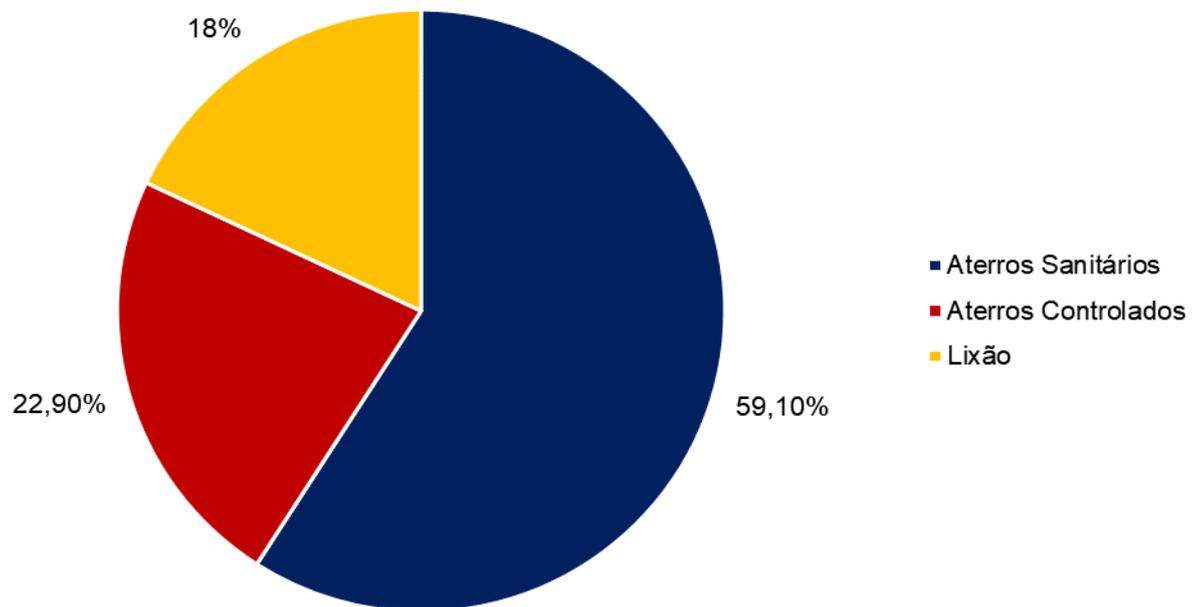
Figura 5: Índice de cobertura da coleta de RSU (%) no Brasil e em suas regiões em comparação à sua geração.



Fonte: ABRELPE, 2018.

De acordo com a **Figura 6**, cerca de 59% dos resíduos coletados são destinados aos aterros sanitários, destinação essa considerada a única ambientalmente adequada, enquanto cerca de 41% dos resíduos coletados ainda são destinados aos lixões e aterros controlados, sujeitos a causar prejuízos ao meio ambiente.

Figura 6: Porcentagem de destinação final de RSU no Brasil em 2017.



Fonte: ABRELPE, 2018.

A partir dos dados analisados, verifica-se a necessidade de estudos e ações de melhorias referente a geração, coleta e destinação dos RSU no Brasil.

3.2 A história dos RSU na cidade de São Paulo

A cidade de São Paulo foi fundada em 25 de janeiro de 1554, quando foi realizada a missa no Pateo do Collegio, ilustrado na **Figura 7** (CIDADE DE SÃO PAULO, 2018).

Figura 7: Pateo do Collegio, local de fundação da cidade de São Paulo em 1554.



Fonte: CIDADE DE SÃO PAULO, 2018.

Segundo Caodaglio e Cytrynowicz (2012), entre os séculos 17 e 18 a preocupação quanto à limpeza da cidade acontecia apenas em momentos como eventos e festas públicas. Como é possível visualizar na **Figura 8**, em 1820 a cidade de São Paulo possuía 20 mil habitantes e tinha locais de descarte de resíduos previamente definidos. Com o passar dos anos, a população continuou a aumentar e fez-se necessária a criação de novos métodos de destinação dos resíduos.

A coleta de resíduos permaneceu terceirizada até o ano de 1913, quando foi criado o ato que determinava que a administração desse serviço fosse direta e gerou-se uma Diretoria Municipal, a Limpeza Pública de São Paulo (CAODAGLIO E CYTRYNOWICZ, 2012).

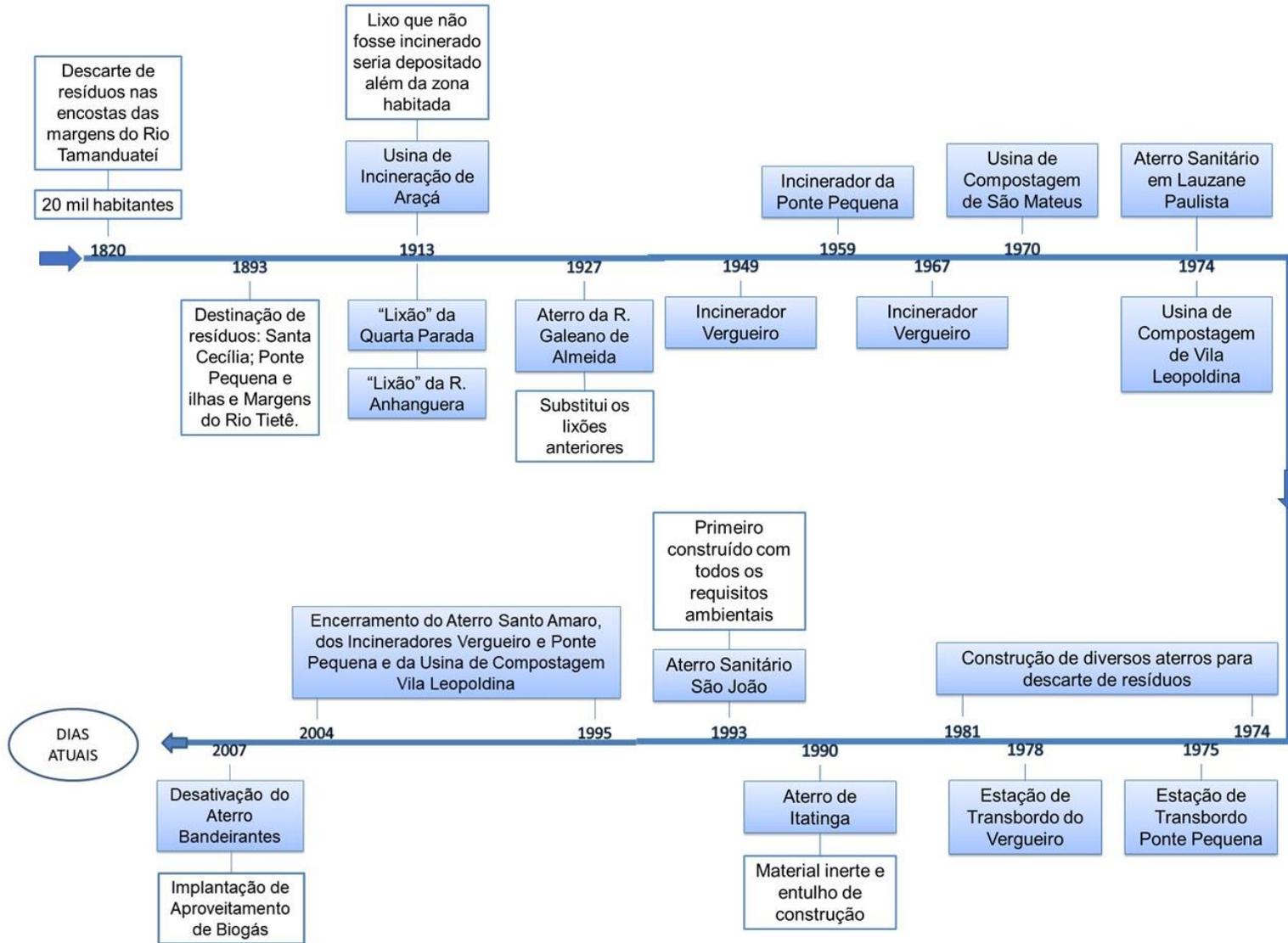
Em 1913, conforme indicado na **Figura 8**, inaugurou-se a primeira usina de incineração da cidade, a Usina de Araçá. Segundo Caodaglio e Cytrynowicz (2012), a usina tinha como principal destinação os resíduos de hospitais e de casas em que havia pessoas doentes. Neste ano também se iniciou a utilização de dois lixões para disposição final (Quarta Parada e Rua Anhanguera).

Ao analisar a **Figura 9** percebe-se que os locais receptores de resíduos se encontravam nas áreas oeste, norte e leste de São Paulo (OGATA, 1983).

Em 1926 realizou-se a primeira tentativa de reaproveitamento dos resíduos, com a construção de celas de fermentação dos resíduos que posteriormente eram entregues a chacareiros (OGATA, 1983).

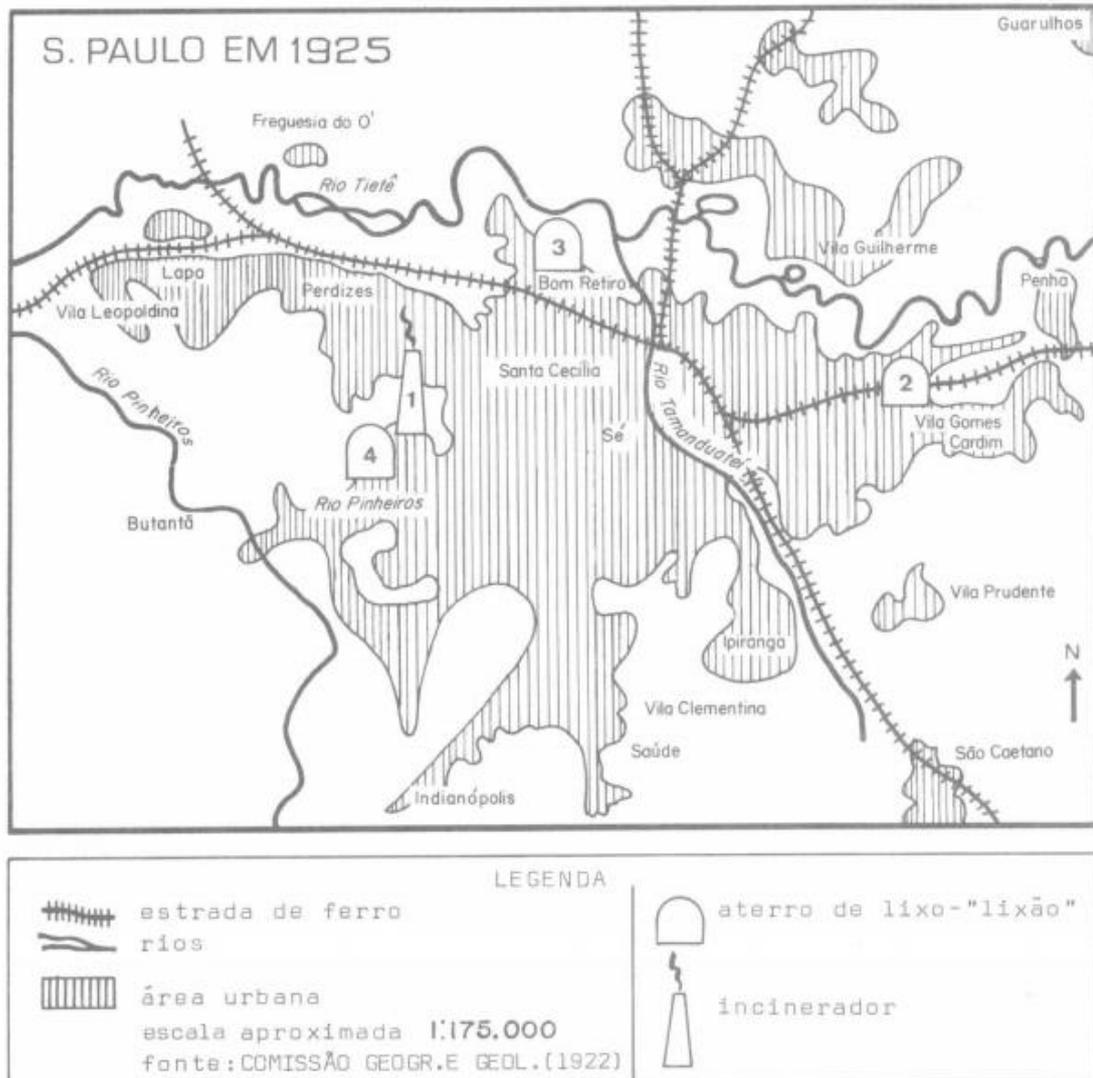
O primeiro aterro controlado de São Paulo foi o Aterro da Rua Galeano de Almeida, inaugurado em 1927. Este aterro substituiu os dois lixões que já existiam: da Quarta Parada e da Rua Anhanguera (CAODAGLIO E CYTRYNOWICZ, 2012).

Figura 8: Evolução em linha do tempo do tratamento e destinação do RSU na cidade de São Paulo entre 1820 e 2007.



Fonte: Autoria Própria. Dados de: Caodaglio e Cytrynowicz, 2012

Figura 9: Localização das áreas receptoras de resíduos sólidos em 1925.



Fonte: Ogata, 1983

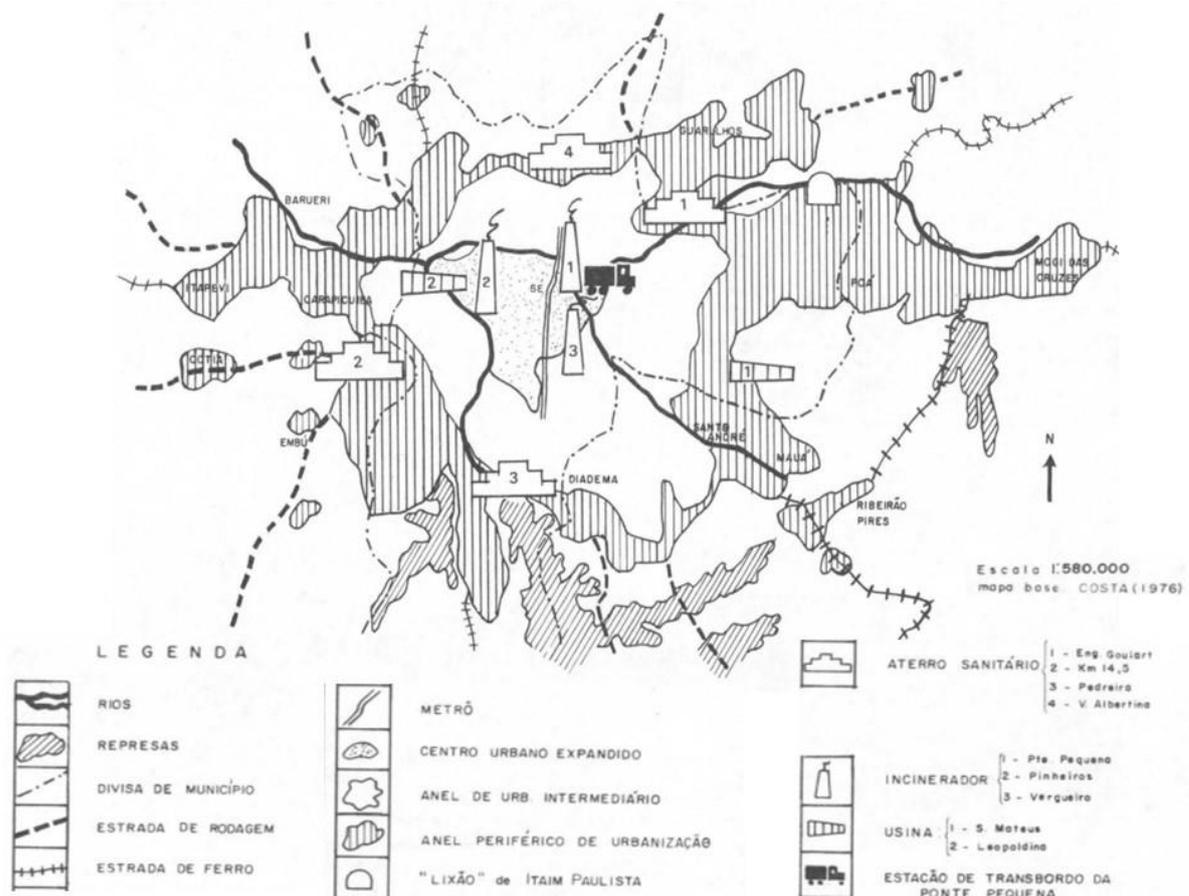
Ogata (1983) afirma que entre 1930 e 1939 houve um crescimento industrial e, conseqüentemente, um crescimento populacional, gerando uma expansão urbana e uma intensificação de lançamento de resíduos, principalmente nas margens do Rio Tietê.

Entre 1949 e 1967 foram inaugurados três incineradores, conforme é possível visualizar na **Figura 10**. Caodaglio e Cytrynowicz (2012) afirmam que estes incineradores substituíram a Usina de Araçá, desativada em 1948.

Caodaglio e Cytrynowicz (2012) contam que houve a implantação de administrações regionais em 1965, as quais tinham responsabilidade quanto aos

serviços relacionados aos resíduos e, em 1967, iniciou-se o processo de contratação de empresas para estes serviços.

Figura 10: Localização das áreas receptoras de resíduos sólidos em 1975.



Fonte: Adaptação de Ogata, 1983

No ano de 1970 aconteceu a inauguração da primeira unidade de produção de composto orgânico, a Usina de Compostagem de São Mateus. A primeira etapa da Usina foi concluída naquele ano e a segunda etapa no ano seguinte (CAODAGLIO E CYTRYNOWICZ, 2012).

Segundo Ogata (1983), a construção da usina de compostagem foi uma tentativa de evitar o uso excessivo de recursos naturais a partir do reaproveitamento dos resíduos. Esta atenção surgiu juntamente a preocupação referente a questão ambiental, a qual aumentava de tal forma que, em 1972, houve a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, também conhecida como Conferência de Estocolmo, apresentando como principal objetivo a preservação do meio ambiente humano (ONU, 1972).

Em 1974 concluiu-se a construção da segunda unidade de produção de adubo, a Usina de Compostagem de Vila Leopoldina. No mesmo ano realizou-se a primeira construção de um aterro sanitário, em Lauzane Paulista. Segundo Caodaglio e Cytrynowicz (2012), essa experiência foi considerada de tamanho sucesso que a Prefeitura decidiu utilizar aterros sanitários como principal forma de disposição final dos resíduos. Na **Figura 10** é possível visualizar todas áreas que recebiam os resíduos no ano de 1975.

O Departamento de Limpeza Pública teve seu nome modificado para Departamento de Limpeza Urbana – LIMPURB, em 1976 (CAODAGLIO E CYTRYNOWICZ, 2012).

Após a construção do primeiro aterro sanitário, diversos outros aterros sanitários foram construídos entre os anos de 1974 e 1981. Na **Tabela 1** é possível verificar os aterros que foram construídos e concluídos entre esses anos.

Observa-se na **Tabela 1** a limitada vida útil para cada área impactada. Também foram construídos neste período outros quatro aterros sanitários que continuaram suas operações após o ano de 1981. Na **Figura 11** é possível visualizar a localização desses aterros.

Tabela 1: Aterros concluídos na cidade de São Paulo entre 1974 e 1981.

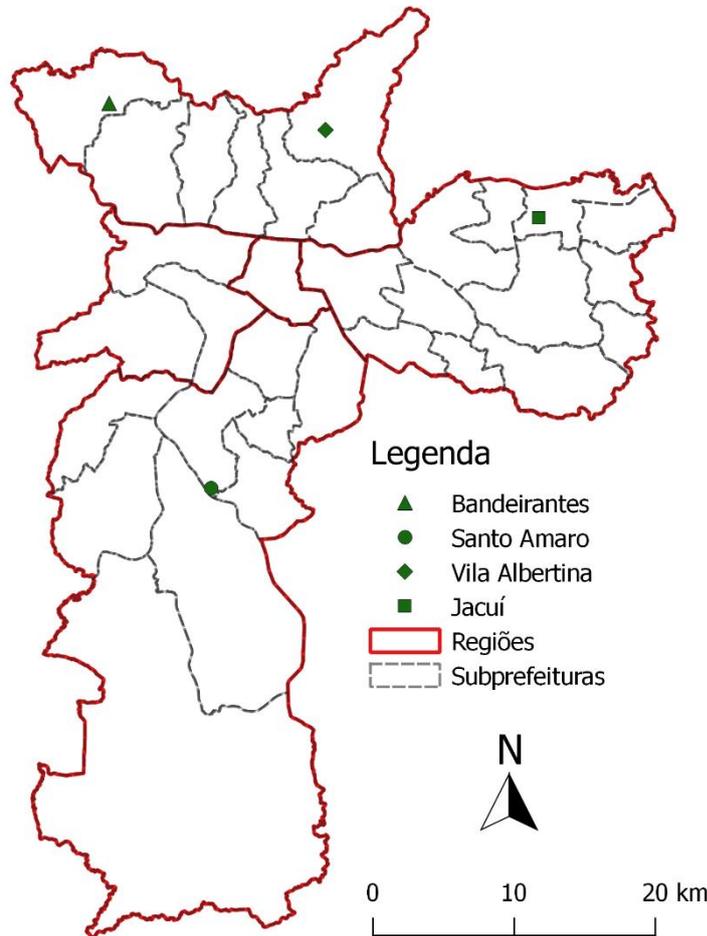
Aterro	Início	Fim
Lauzane Paulista	fev/74	nov/74
Jd. Damasceno	fev/75	nov/75
Engenheiro Goulart	abr/75	jan/79
Raposo Tavares	jul/75	ago/79
Vila São Francisco	jun/76	jul/76
Carandiru	jan/77	mar/77
Pedreira Cit	fev/77	jan/78
Pedreira Itapuí	dez/78	nov/79

Fonte: Caodaglio e Cytrynowicz, 2012.

Segundo Ruberg e Serra (2004), locais de tratamento e disposição de resíduos são rejeitados pela população do entorno com grande intensidade, sofrendo uma pressão denominada Síndrome Nimby (*Not In My Back Yard*). Por conta da questão citada, Caodaglio e Cytrynowicz (2012) apontam que, com a necessidade de construir aterros cada vez mais distantes, houve a necessidade de construir estações para intermediar a transferência dos resíduos para a sua disposição final. Desta forma,

foram construídas as estações de transbordo Ponte Pequena e Vergueiro nos anos de 1975 e 1978, respectivamente.

Figura 11: Aterros sanitários em operação após 1981 localizados na cidade de São Paulo em 2019.



Fonte: Aatoria Própria, 2019. Dados: Caodaglio e Cytrynowicz, 2012; LOGA, 2018.

Em 1990 três aterros recebiam os resíduos da cidade: Santo Amaro, Vila Albertina e Bandeirantes. Também estava em funcionamento o Aterro de Itatinga, para onde eram destinados apenas materiais inertes e entulho de construção. O incinerador Pinheiros, em funcionamento desde 1949, foi desativado em 1990 (POLZER, 2013).

Segundo Caodaglio e Cytrynowicz (2012), havia dificuldade para obter o material de cobertura do aterro Vila Albertina e em épocas chuvosas ele permanecia descoberto entre 4 a 7 dias, de forma que foi encerrado em 1993.

Neste mesmo ano foi iniciado o Aterro Sanitário São João, considerado o primeiro aterro construído de acordo com todos os requisitos ambientais previstos

para a época. (CAODAGLIO E CYTRYNOWICZ, 2012). Estes requisitos foram normatizados a partir da Norma ABNT NBR8419 (1992), a qual sugere a diminuição de impactos ambientais e danos à saúde pública a partir de:

Princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário

No ano de 1995, mais um dos aterros que estavam em operação foi encerrado, o aterro Santo Amaro (CAODAGLIO E CYTRYNOWICZ, 2012). Em 1997, o Incinerador Ponte Pequena foi desativado, porém a área em que este se localiza passou a ser uma estação de transbordo (LOGA, 2019). O Incinerador Vergueiro teve o mesmo destino, sendo encerrado em 2002 e continuando apenas o funcionamento da estação de transbordo que já existia em conjunto ao mesmo (CASTRO, 2018).

Em 2004, a Usina de Compostagem da Vila Leopoldina teve suas atividades encerradas, devido a problemas operacionais que causaram inúmeras reclamações de mau cheiro dos moradores que residiam próximo à mesma (BARREIRA, 2005). Três anos depois, em 2007, o Aterro Bandeirantes, localizado no Km 26 da Rodovia dos Bandeirantes, também foi desativado (LOGA, 2018).

A população permaneceu em crescimento e a geração de resíduos também, criando uma maior preocupação relacionada à disposição ambientalmente correta destes resíduos. Desta forma, houve a necessidade de criar leis mais precisas sobre a questão da destinação e disposição final dos resíduos sólidos.

Em 2006, foi criada a Lei Estadual 12.300, denominada Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS), a qual define:

Princípios e diretrizes, objetivos, instrumentos para a gestão integrada e compartilhada de resíduos sólidos, com vistas à prevenção e ao controle da poluição, à proteção e à recuperação da qualidade do meio ambiente, e à promoção da saúde pública, assegurando o uso adequado dos recursos ambientais no Estado de São Paulo.

A lei proíbe diversas formas de disposição, incluindo o lançamento a céu aberto ou de forma inadequada no solo, além de diversas utilizações dos resíduos, como por exemplo, a sua queima a céu aberto (Art. 14). A mesma também define os responsáveis pela gestão dos resíduos e impõe a execução de medidas em caso de risco ao meio ambiente e à saúde pública (Art. 48 e 49).

Quatro anos depois, em 2010, foi criada a Lei Federal 12.305, denominada Política Nacional dos Resíduos Sólidos que regulamenta a questão de resíduos sólidos em todo o território brasileiro.

3.3 PNRS, sua regulamentação e a logística reversa

A Lei 12.305 instituiu a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) em 02 de agosto de 2010, a qual dispõe sobre:

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.

A partir da PNRS, foi determinada uma ordem de prioridade de ações a serem seguidas referente aos resíduos (conforme indicado na **Figura 12**) e estabelecida a obrigatoriedade da elaboração de planos de gerenciamento de resíduos sólidos para todas as hierarquias: nacional, estadual, microrregional, intermunicipal, municipal e setor privado, direcionando os dados necessários em cada tipo de plano.

Figura 12: Ordem de prioridade das ações preventivas e corretivas relacionadas aos resíduos sólidos estabelecida pela PNRS.



Fonte: Autoria Própria, 2019. Dados: BRASIL, 2010.

Ligada principalmente às indústrias, a não-geração visa o aumento da eficiência do uso de matérias-primas, como por exemplo água e energia (SISSINO E MOREIRA, 2005). Redução, reutilização e reciclagem são ações relacionadas ao consumo que influenciam a diminuição da geração de resíduos. O tratamento citado na PNRS inclui tecnologias como compostagem e incineração de resíduos, em busca da redução de resíduos.

Também houve a determinação da responsabilidade compartilhada, na qual ocorre a divisão da responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos entre fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, poder público e consumidores. Por fim, a Política define ainda incentivos fiscais para indústrias recicladoras, responsáveis pelo ciclo de vida de seus produtos e ainda para empresas de ramo relacionado a limpeza urbana.

Em dezembro de 2010 a PNRS foi então regulamentada a partir do Decreto 7.404. O decreto discorreu também sobre a implantação dos sistemas de coleta seletiva e de logística reversa. Este último define que devem ser realizadas diversas ações e procedimentos que providenciem o retorno dos resíduos sólidos ao setor empresarial buscando o reaproveitamento dos mesmos.

Elk e Boscov (2016), afirmam que diversos acordos têm ocorrido nos termos da lei, porém desde os anos 90 alguns setores (como os de embalagens de lubrificantes e agrotóxicos e também de pneus) já operavam um sistema de logística reversa de acordo com resoluções do CONAMA.

A contar do Decreto Nacional 7.404/2010, houve ainda a determinação de que os sistemas de coleta seletiva e logística reversa deverão priorizar a participação de catadores de materiais recicláveis

Nota-se que a Política Nacional de Resíduos Sólidos permitiu uma melhor estruturação da gestão e do gerenciamento de resíduos sólidos e implementou avanços importantes relacionados ao tema e vinculados às questões sociais e ambientais.

Visto todo o histórico referente à destinação de resíduos sólidos no município de São Paulo, é importante verificar como funciona o seu gerenciamento.

3.4 Gerenciamento de RSU em SP

O município brasileiro que apresenta maior população é São Paulo, com 12.176.866 habitantes em 2018 (IBGE, 2019) e apresentando, em extensão, uma área total de 1.521,110 km² em 2018 (IBGE, 2019). O território da cidade de São Paulo é dividido em um total de 32 subprefeituras e 96 distritos, conforme é possível visualizar na **Figura 13**.

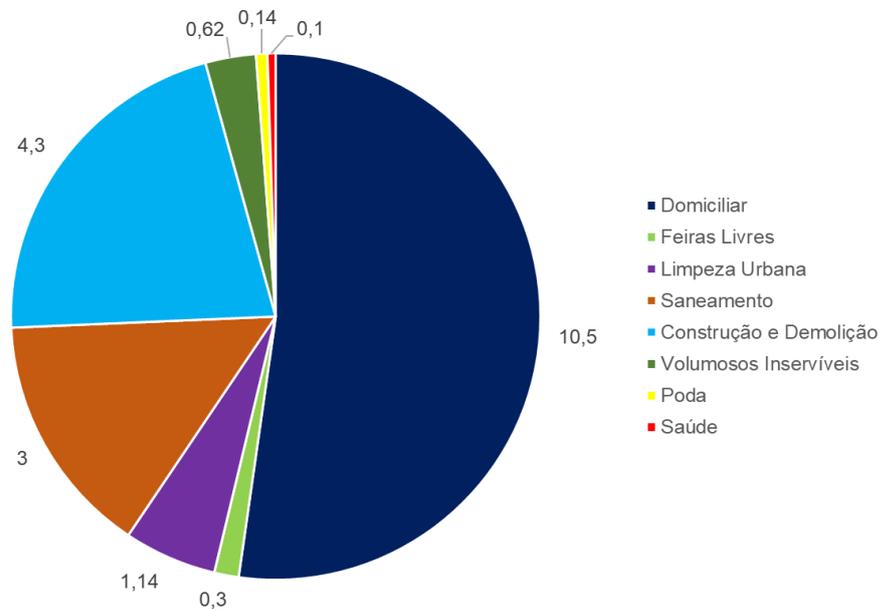
Figura 13: Mapa de distritos do município de São Paulo.



Fonte: PMSP, 2019.

A população da cidade gera em média 20 mil toneladas de resíduos sólidos por dia (PMSP, 2019). A **Figura 14** permite visualizar que a maior parte dos resíduos gerados na cidade são os resíduos domiciliares. Entre as subprefeituras da cidade existe uma variação da quantidade de resíduos gerados. Os dados de 2012 apontam no extremo mínimo a prefeitura Cidade Tiradentes, com 0,63 quilos por habitante por dia, e no extremo máximo a prefeitura regional de Pinheiros, com 1,73 quilos por habitante por dia (PMSP, 2014).

Figura 14: Tipos de resíduos gerados no município de São Paulo (em mil toneladas) em 2012.



Fonte: Autoria Própria, 2019. Dados: PMSP, 2014.

Visto toda a extensão do município e a abrangência relacionada aos resíduos, nota-se a necessidade de um órgão responsável pela administração deste serviço. Em 2002, foi criada a Autoridade Municipal de Limpeza Urbana (AMLURB), uma entidade integrante da Administração Pública Municipal indireta (Lei 13.478 de 2002). E ainda, visando à organização do gerenciamento e dos serviços da cidade, o município foi dividido em dois agrupamentos a partir de 2004 (PMSP, 2014).

3.4.1 Serviços indivisíveis de limpeza urbana

São considerados serviços indivisíveis de limpeza urbana aqueles em que não é possível determinar a origem do gerador do resíduo descartado, como por exemplo, os lixos de locais públicos (PMSP, 2019).

A lei municipal 13.478, de 30 de dezembro de 2002, determina, como prestação dos serviços indivisíveis de limpeza urbana, o regime credenciado entre a administração pública e a contratação de empreiteiras.

Em 2019, a cidade foi dividida em seis áreas, também denominadas lotes, visando uma melhor execução e gerenciamento destes serviços e houve ainda a troca dos consórcios responsáveis pelos serviços de varrição de ruas, retirada de entulhos, pátios de compostagem, entre outros (PMSP, 2019). Desta forma, foram contratadas seis empresas que ficaram responsáveis pelos lotes conforme indicado na **Figura 15**.

3.4.2 Ecopontos

Em 2002 houve a criação da Resolução nº307 do Conselho Municipal do Meio Ambiente (CONAMA) referente a gestão de resíduos de construção civil. A partir das diretrizes impostas com esta Resolução, a Prefeitura de São Paulo criou o Plano Municipal de Gestão Sustentável de Entulho e, juntamente com este plano, houve a origem dos ecopontos (PMSP, 2019).

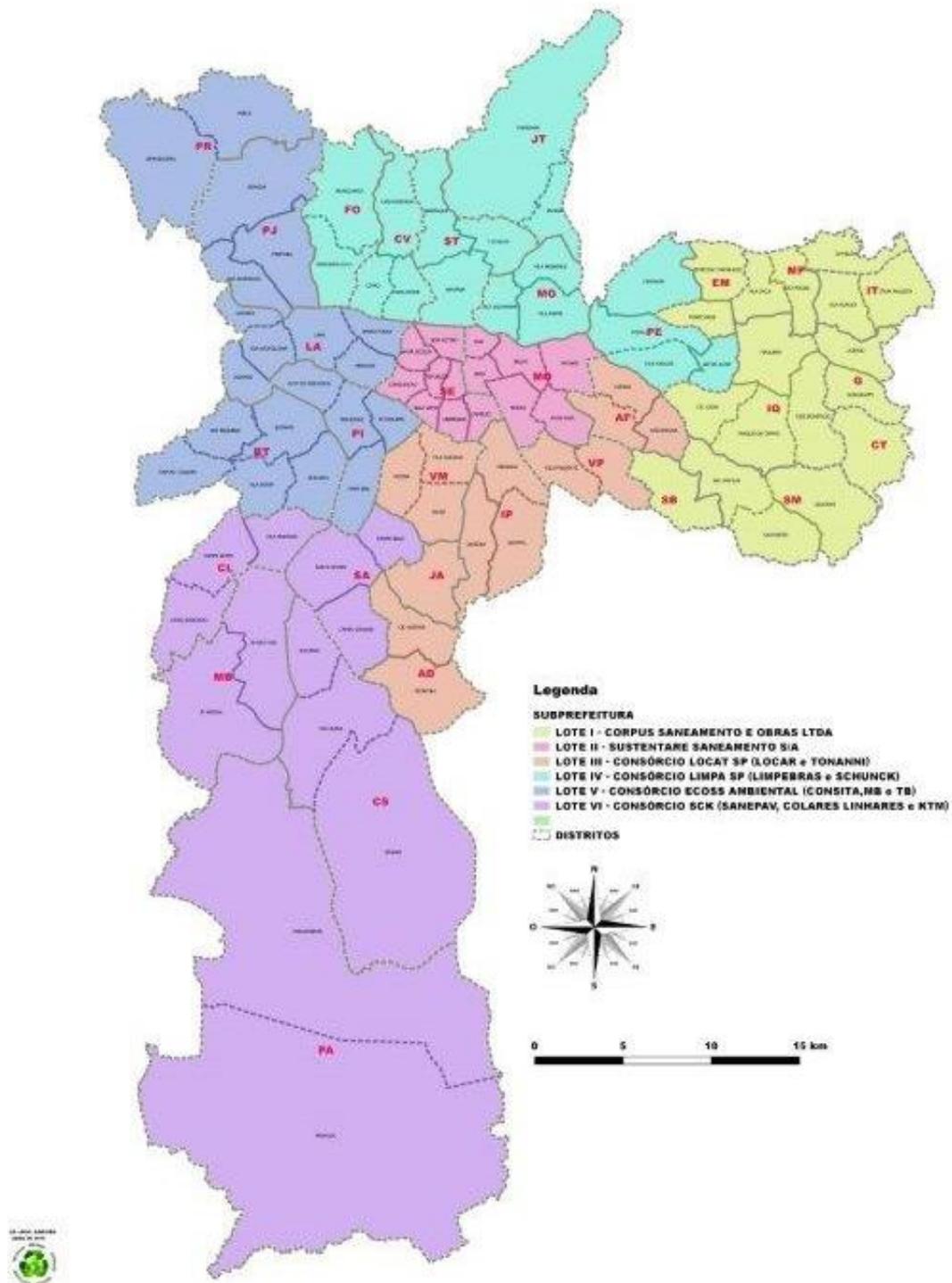
Os Ecopontos são locais de entrega voluntária criados para combater a disposição ilegal de resíduos e incentivar a reciclagem dos mesmos. Nestes lugares é permitido que a população descarte pequenos volumes de entulho, com limite de até 1 m³; grandes objetos, como móveis, poda de árvores e entre outros; e ainda resíduos recicláveis (PMSP, 2019).

Anualmente a cidade apresenta novos ecopontos e atualmente existem cento e dois ecopontos distribuídos pelo município de São Paulo, conforme apresentado na **Figura 16**. As mesmas seis empresas contratadas para a realização dos serviços indivisíveis são responsáveis pelos ecopontos, de acordo com cada lote ao qual ficaram comprometidas (PMSP, 2019).

3.4.3 Cooperativas

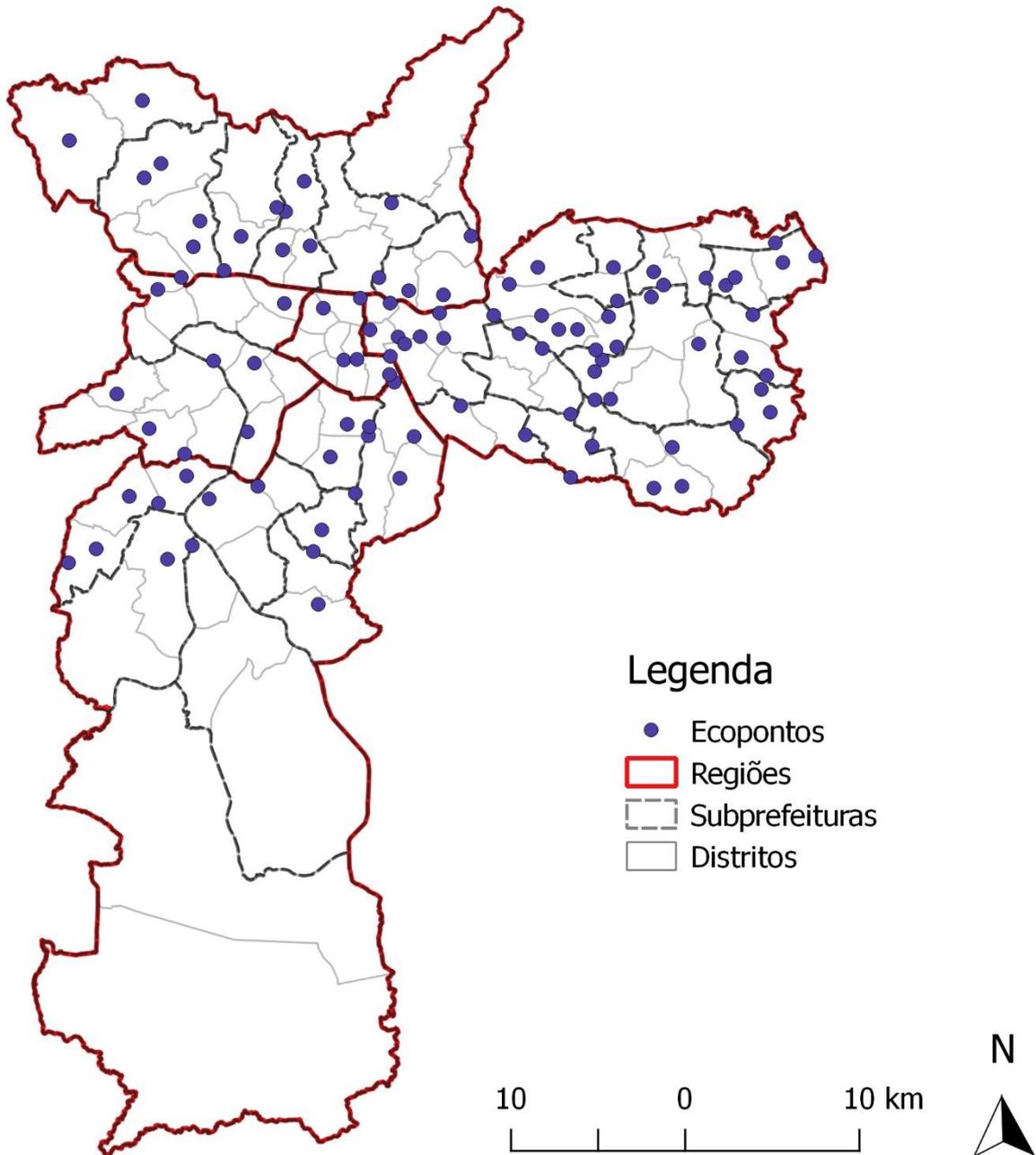
Além das centrais mecanizadas, a triagem da coleta seletiva também é realizada por cooperativas e associações de catadores habilitadas pela AMLURB (PMSP, 2019). Na **Figura 17** é possível verificar a localização das 22 cooperativas existentes e das 2 centrais mecanizadas de triagem.

Figura 15: Mapa do município de São Paulo dividido em lotes para o gerenciamento de serviços indivisíveis e suas empresas responsáveis.



Fonte: PMSP, 2019.

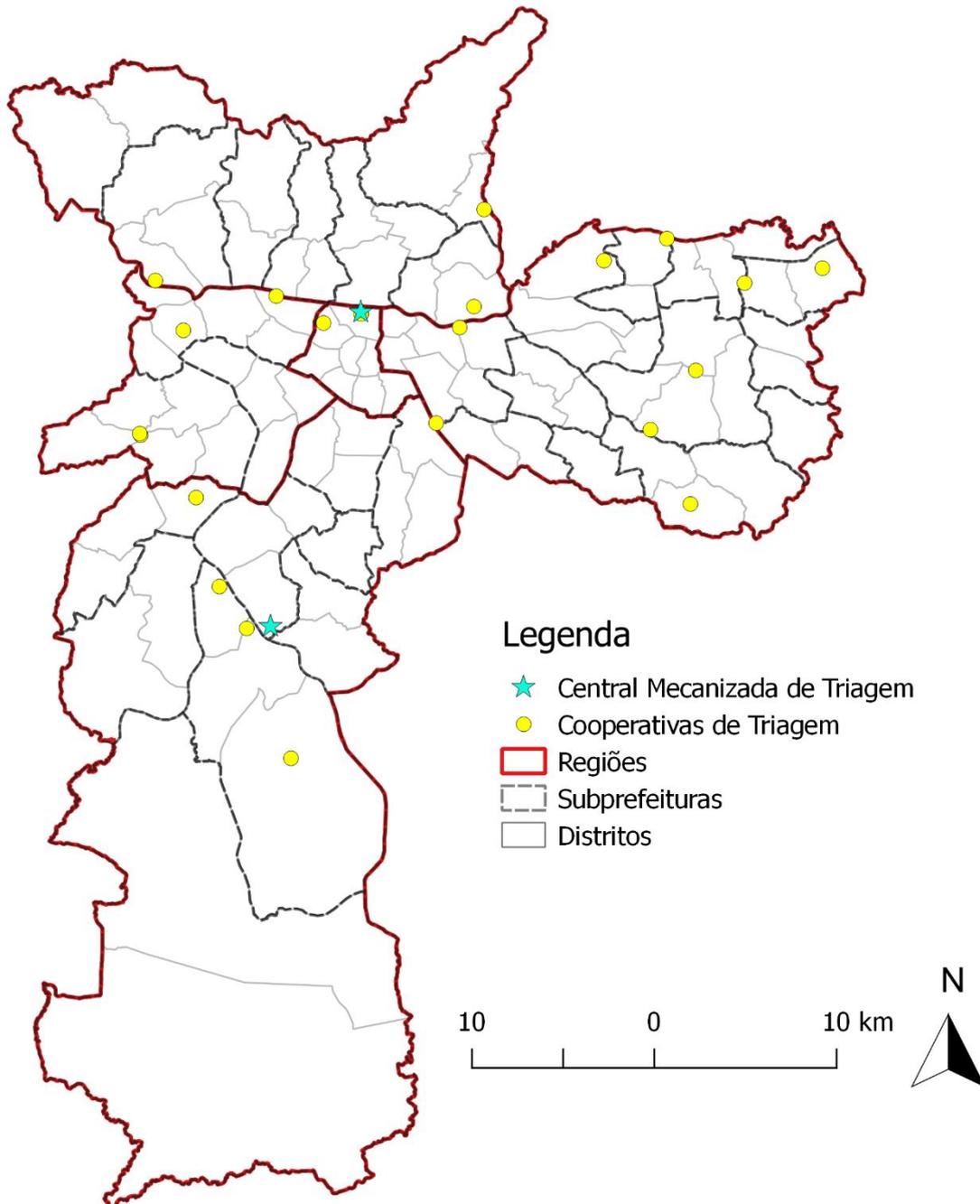
Figura 16: Distribuição dos ecopontos no município de São Paulo em 2019.



Fonte: Autoria própria, 2019. Dados: PMSP, 2019.

De acordo com o Programa de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Cidade (PMSP, 2014), um dos benefícios da contratação destas cooperativas é a questão social, permitindo que catadores não organizados participem de forma socio-produtiva.

Figura 17: Distribuição das cooperativas e centrais mecanizadas de triagem localizadas no município de São Paulo em 2019.

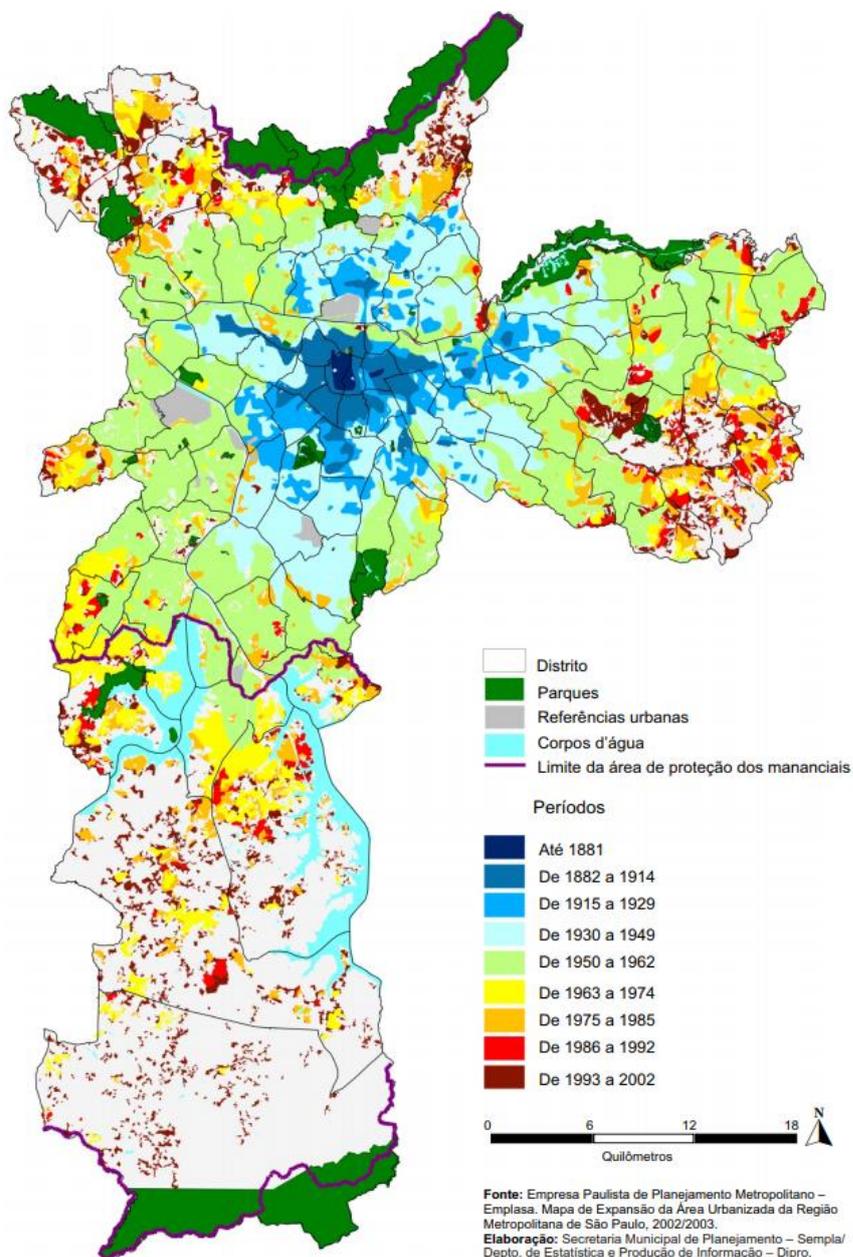


Fonte: Autoria própria, 2019. Dados: PMSP, 2019.

3.5 O crescimento urbano de São Paulo, parâmetros sociais e a coleta seletiva

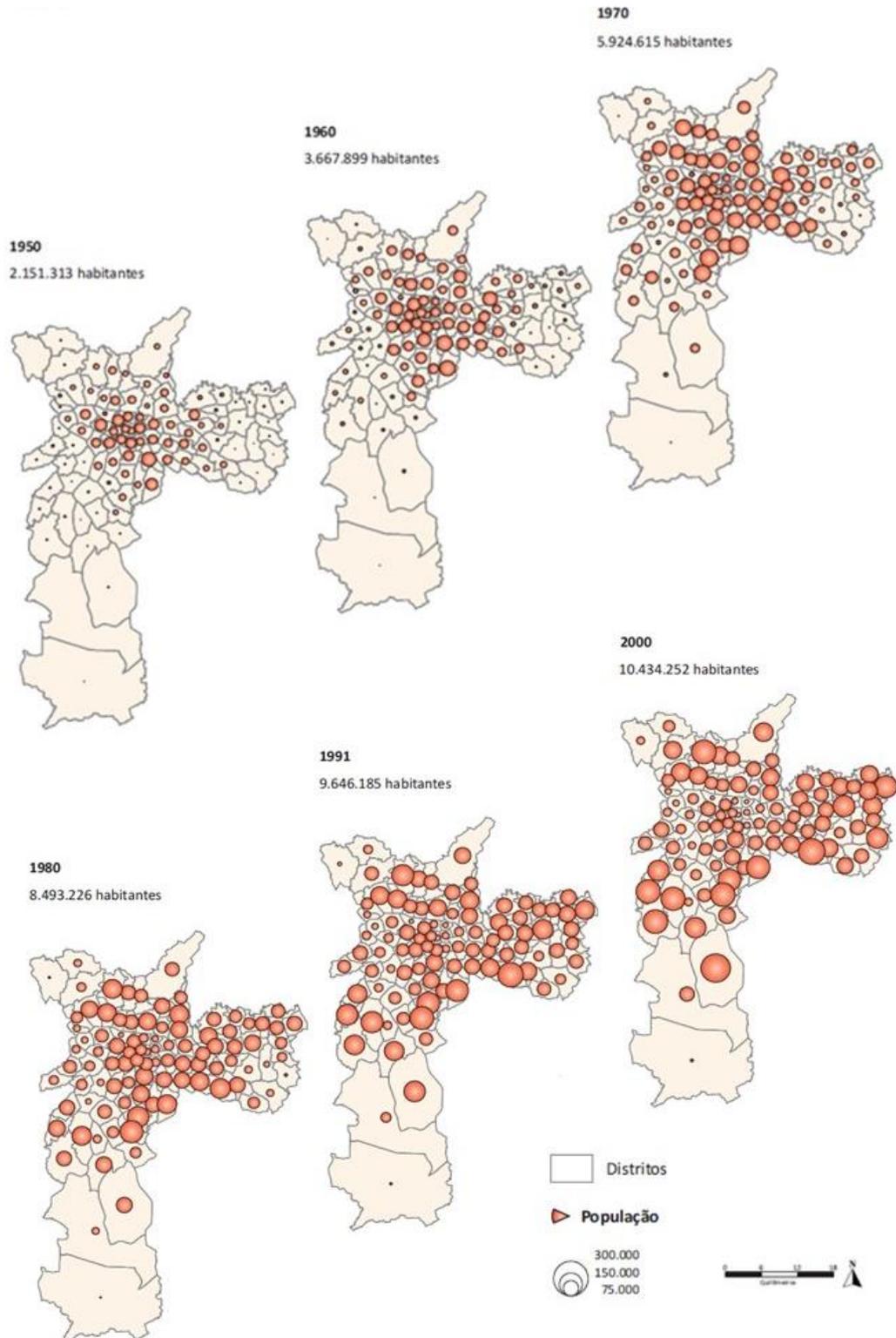
O avanço da tecnologia juntamente com o desenvolvimento da economia permitem melhorias na produção, gerando o processo de industrialização. Esse processo ocasiona ainda a urbanização que, segundo Junior e Santos (2014), é o desenvolvimento das cidades. Na cidade de São Paulo, a urbanização ocasionou o crescimento populacional e a expansão da área urbanizada, como é possível visualizar nas **Figuras 18 e 19**.

Figura 18: Expansão da Área Urbanizada no município de São Paulo demonstrada em diferentes períodos até 2002.



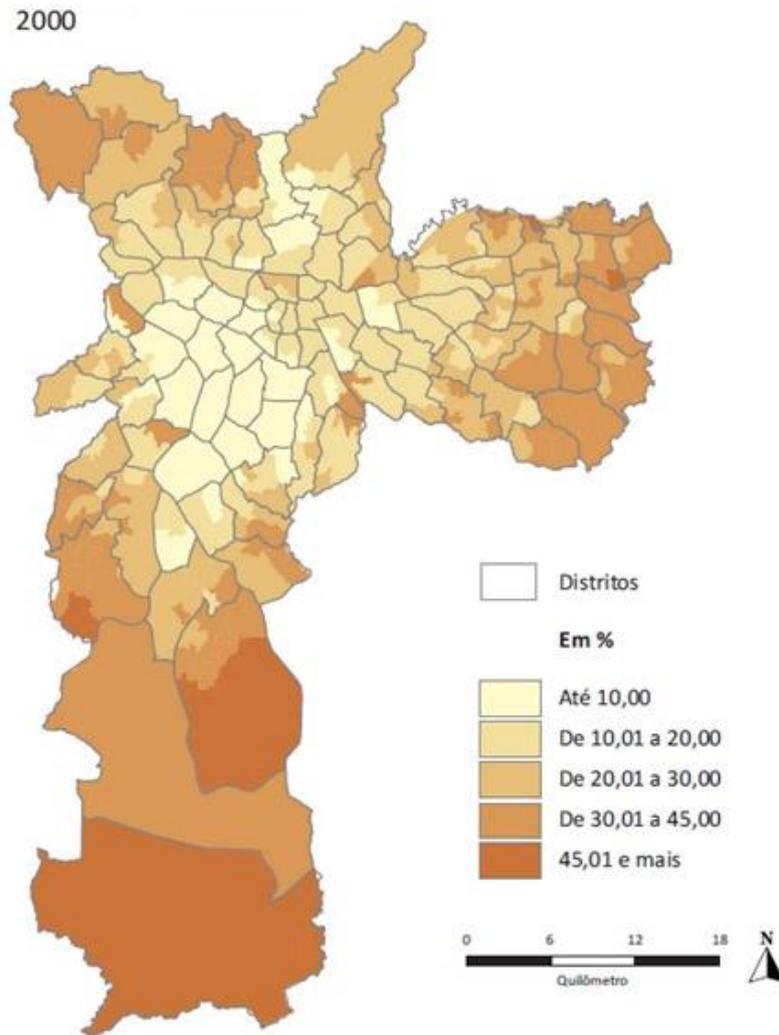
Fonte: PMSP, 2018.

Figura 19: Crescimento Populacional no município de São Paulo entre 1980 e 2010.



Fonte: Adaptado de PMSP, 2007.

Figura 20: Distribuição de domicílios da cidade de São Paulo com renda de até três salários mínimos em 2000.



Fonte: PMSP, 2007.

Ao analisar melhor a **Figura 19**, nota-se que em 50 anos o número de habitantes na cidade aumentou consideravelmente. Percebe-se ainda que entre 1950 e 1960 a maior parte da população de São Paulo concentrava-se na região central e a partir de 1970 houve um aumento da população nas regiões periféricas da cidade.

Junior e Santos (2014) afirmam que o crescimento acelerado de habitantes nas cidades apresentou diversos problemas, sendo um deles a separação das cidades de acordo com as classes sociais. A observação da distribuição da renda familiar na cidade apresentada na **Figura 20** permite visualizar que nas regiões mais periféricas concentram-se uma população mais pobre quando comparado com a região central, que apresenta população de maior poder aquisitivo. Desta forma, nota-se a diferença de classes sociais na cidade após o crescimento acelerado da população.

Existem diversos índices que permitem analisar os parâmetros sociais de uma população, como o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), o Índice de Desemprego e o de Vulnerabilidade Social, entre outros.

Desenvolvimento humano é o processo responsável pelo aumento das liberdades das pessoas, incluindo suas capacidades e as oportunidades que tenham a sua disposição, de forma que crie um poder de escolha da forma de vida almejada (PNUD, 2013). Na **Figura 21** é possível verificar as diferentes capacidades e oportunidades que estão ligadas ao desenvolvimento humano.

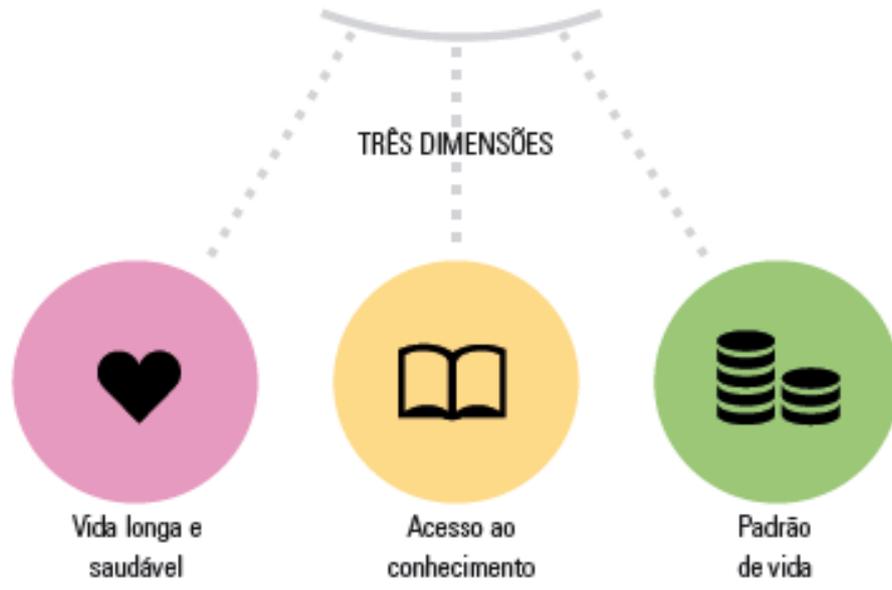
Figura 21: Capacidades e Oportunidades que propiciam o Desenvolvimento Humano.



Fonte: PNUD, 2013.

Sebastiany (2012) afirma que durante o século XX, a avaliação do desenvolvimento ficou restrita apenas à área econômica, quantificando-se a diferença da riqueza entre os países. Porém, ao final do século citado, a avaliação do desenvolvimento sofreu alterações e foi dividida em três importantes dimensões, conforme indicado na **Figura 22**, sendo ligadas, respectivamente, à saúde, educação e renda.

Figura 22: Dimensões de avaliação do Desenvolvimento Humano.



Fonte: PNUD, 2013.

Figura 23: Adaptação das três dimensões para avaliação do IDH brasileiro.

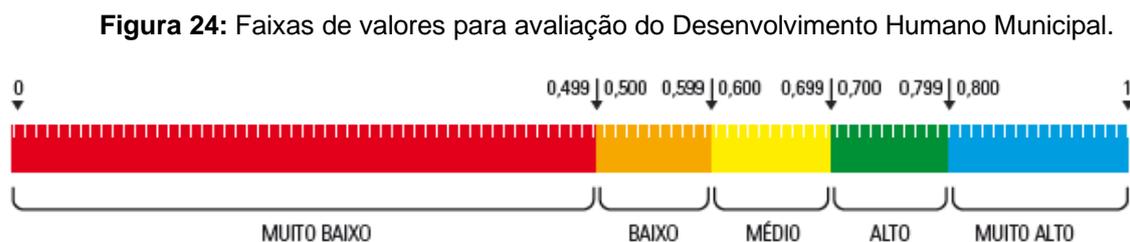


Fonte: Adaptado de PNUD, 2013.

Para medir o desenvolvimento de uma comunidade utiliza-se o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). O IDH é um índice global, de forma que, ao longo dos anos, alguns países passaram a adaptá-lo e adequá-lo para níveis menores, de acordo com suas necessidades internas (PNUD, 2013).

No Brasil, essa adaptação foi realizada e criou-se o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM). O IDHM brasileiro também utiliza os três indicadores do índice global, porém, partindo dos indicadores nacionais existentes, a análise do desenvolvimento de cada município foi adequada conforme apresentado na **Figura 23**.

A partir dessas três dimensões também é realizado o cálculo para obtenção do IDHM Geral. Para todos os IDHM calculados, os valores variam entre 0 e 1 e valores mais próximos ao 1 indicam um melhor desenvolvimento, conforme apresentado na **Figura 24**.

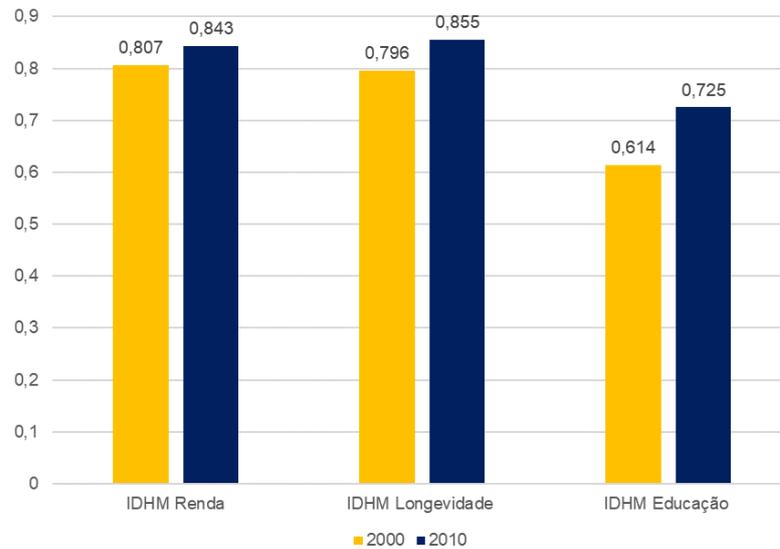


Fonte: PNUD, 2013.

No município de São Paulo houve uma melhoria no desenvolvimento, visto que o IDHM aumentou entre os anos de 2000 e 2010, apontando em cada ano, respectivamente, os valores: 0,733 e 0,805 (PNUD, 2013). Porém, o valor apresentado em 2010 é relativamente baixo ao analisar o Ranking IDHM Municípios em que São Paulo apareceu em 28º lugar (PNUD, 2010), e comparar com os municípios de maiores IDHM.

Como o IDHM é calculado a partir das três dimensões (longevidade, educação e renda), ao analisar a **Figura 25**, percebe-se que, entre os anos citados, o aumento do desenvolvimento ocorreu em todos os indicadores, porém, ao comparar esse aumento, o maior destaque aconteceu no IDHM Educação, com um aumento de cerca de 0,1.

Figura 25: Comparação de valores das três dimensões do IDHM em 2000 e 2010 para a cidade de São Paulo.



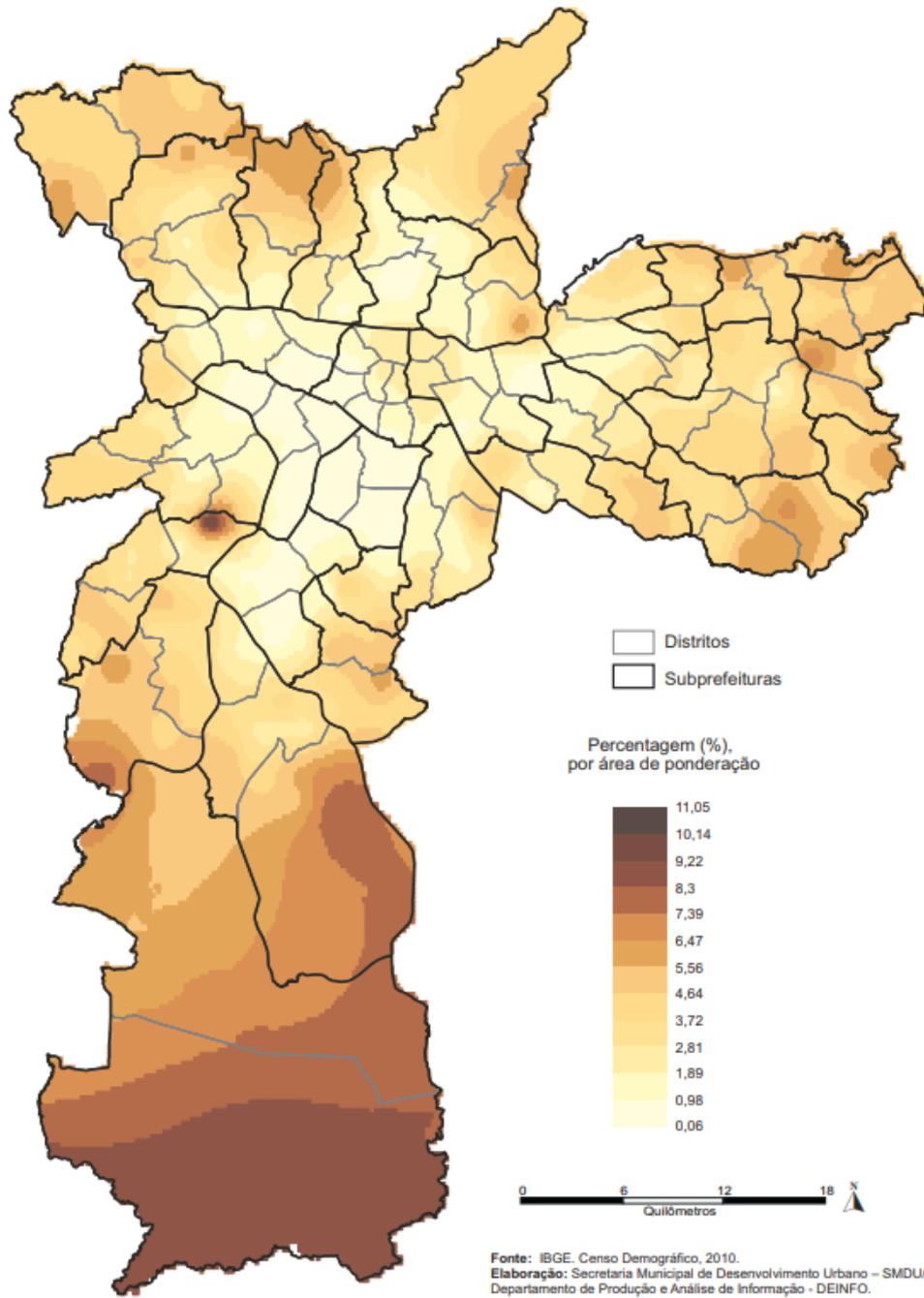
Fonte: Autoria Própria, 2019. Dados: PNUD, 2013.

Mesmo apresentando um significativo aumento, o IDHM Educação ainda apresenta valores baixos se comparado com os outros indicadores. O índice relacionado à educação é composto a partir de dois indicadores: escolaridade da população adulta e fluxo escolar da população jovem (PNUD, 2013).

Uma análise mais detalhada referente a escolaridade da população de São Paulo permite visualizar, a partir da **Figura 26**, que as subprefeituras da região Sul apresentaram maiores taxas de analfabetismo da população de 15 anos e mais no ano de 2010.

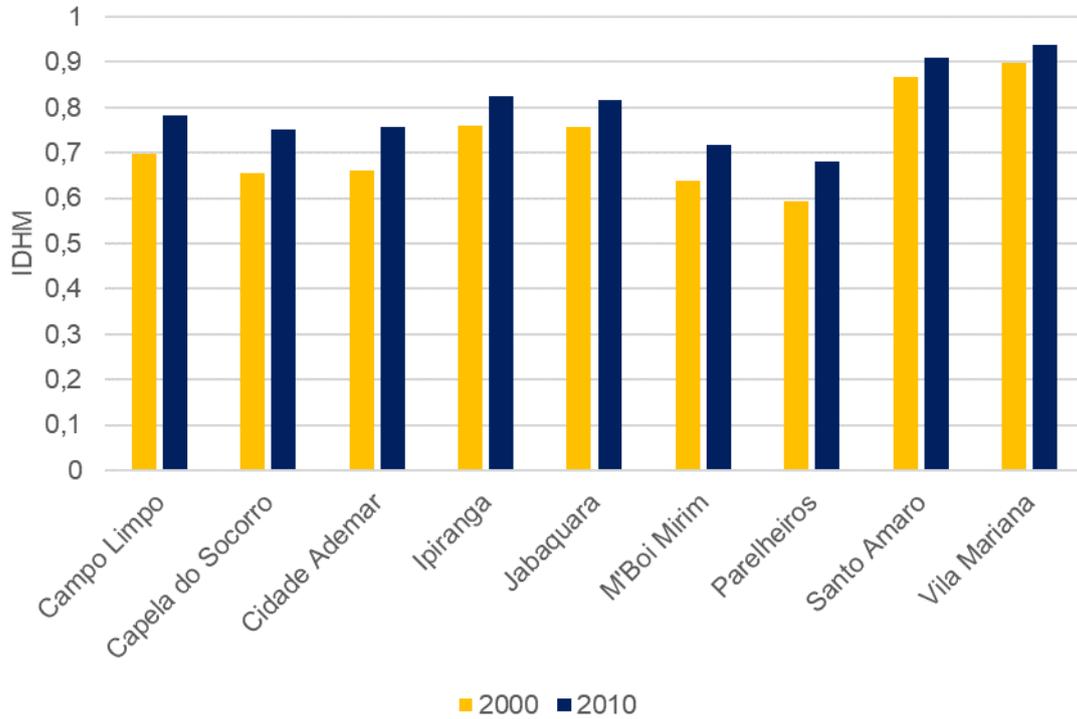
Ao avaliar o IDHM da região Sul da cidade apresentado no **Figura 27**, nota-se que todas as subprefeituras apresentaram um aumento no índice entre os anos 2000 e 2010. Ao comparar o IDHM de cada subprefeitura, verifica-se que a Vila Mariana e Santo Amaro são as subprefeituras com o maior índice em 2010, apresentando ambas valor de IDHM acima de 0,9; enquanto Parelheiros e M'Boi Mirim são as subprefeituras com menor índice, com valores entre 0,68 e 0,75.

Figura 26: Distribuição no Município de São Paulo das Taxas de Analfabetismo da População de 15 anos e mais em 2010.



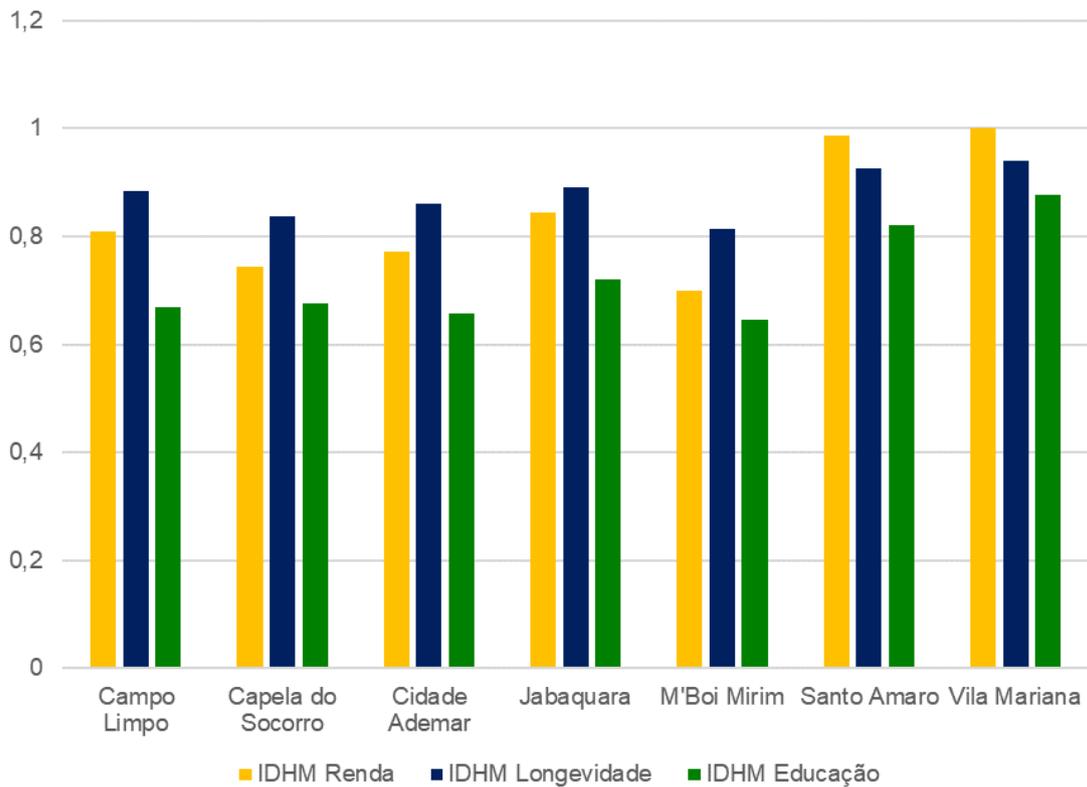
Fonte: PMSP, 2010.

Figura 27: Comparação do IDHM em 2000 e 2010 da região Sul da cidade de São Paulo.



Fonte: Autoria Própria, 2019. Dados: PNUD, 2013.

Figura 28: Índices das dimensões de IDHM em 2010 por subprefeitura da Região Sul da cidade de São Paulo.



Fonte: Autoria Própria, 2019. Dados: PNUD, 2013.

A análise da **Figura 28** permite verificar que, das três dimensões de IDHM, o índice predominante na maioria das subprefeituras da região Sul de São Paulo atendidas pela CMT-Ecourbis é o IDHM longevidade, sendo destaque a IDHM Renda somente nas subprefeituras de Santo Amaro e Vila Mariana; enquanto o IDHM Educação é o menor índices em todas as subprefeituras

O baixo valor do IDHM Educação apresentado em todas as subprefeituras é um fator que deve ser melhorado, uma vez que está diretamente direcionado com a Educação Ambiental que, conforme indicado na Resolução Nacional nº02/2012:

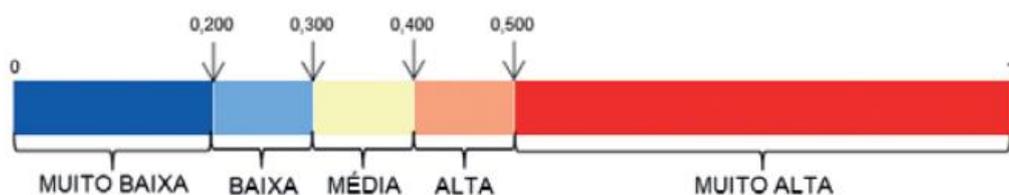
É uma dimensão da educação, é atividade intencional da prática social, que deve imprimir ao desenvolvimento individual um caráter social em sua relação com a natureza e com os outros seres humanos, visando potencializar essa atividade humana com a finalidade de torná-la plena de prática social e de ética ambiental (CNE, 2012).

O Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) é considerado um complemento do IDHM, citado anteriormente. O IVS analisa questões relacionadas a exclusão e vulnerabilidade social no Brasil, buscando questões que ultrapassem apenas a identificação de renda da população (IPEA, 2015).

De acordo com IPEA (2015), o IVS inclui dimensões que auxiliam para verificar o padrão de vida familiar, sendo elas: IVS Infraestrutura Urbana, responsável por relacionar o saneamento básico e a mobilidade urbana; IVS Capital Humano, incluindo questões relacionadas à saúde e à educação; e IVS Renda e Trabalho, apontando fatores referentes ao fluxo de renda.

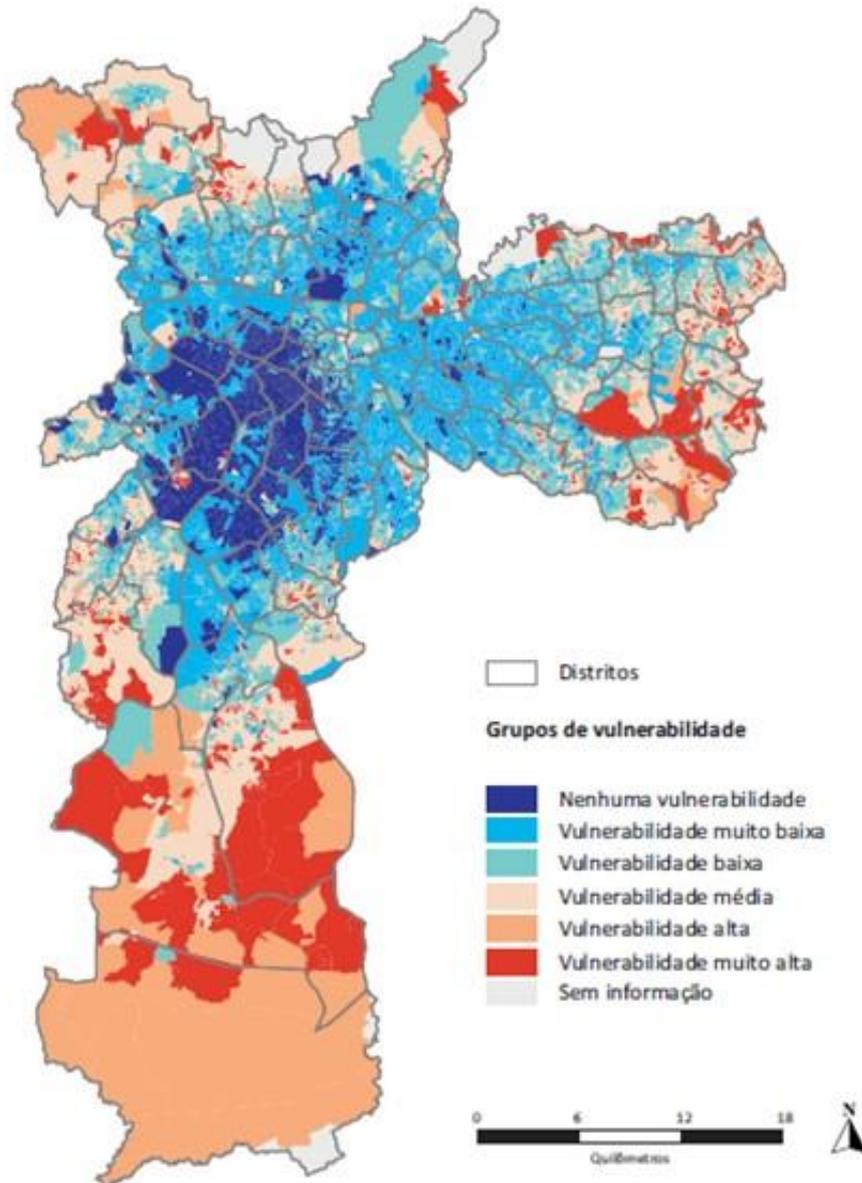
Assim como ocorre para o IDHM, conforme indicado na **Figura 29**, o valor do IVS varia entre 0 e 1 e a vulnerabilidade social aumenta quando este valor estiver próximo a 1.

Figura 29: Faixas de valores para avaliação do Índice de Vulnerabilidade Social.



Fonte: IPEA, 2015

Figura 30: Mapa da cidade de São Paulo com indicação do Índice de Vulnerabilidade Social no ano de 2000.



Fonte: PMSP, 2007.

Percebe-se, ao analisar a **Tabela 2**, que o IVS total da cidade de São Paulo e todas as suas dimensões apresentaram decréscimo. Portanto, nota-se que todos os índices melhoraram sua classificação de vulnerabilidade média para vulnerabilidade baixa, com exceção do IVS Infraestrutura Urbana que, apesar de apresentar pequena diminuição, permaneceu em vulnerabilidade alta.

Tabela 2: Valores do Índice de Vulnerabilidade Social no município de São Paulo em 2000 e 2010.

	2000	2010
IVS	0.368	0.291
IVS Infraestrutura Urbana	0.406	0.405
IVS Capital Humano	0.348	0.257
IVS Renda e Trabalho	0.349	0.212

Fonte: Autoria Própria, 2019. Dados: IPEA, 2019.

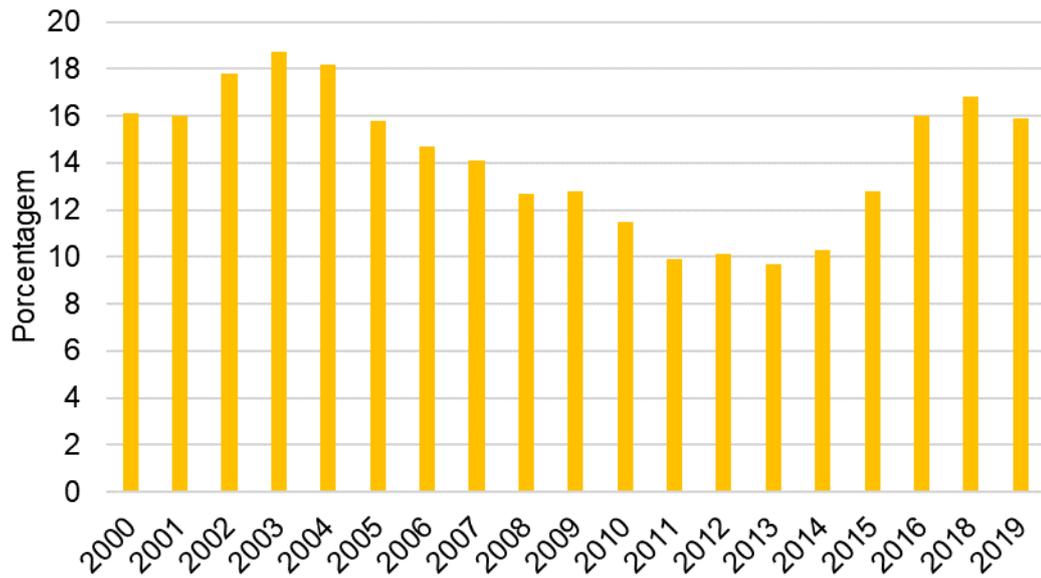
A **Figura 30** permite visualizar a distribuição do Índice de Vulnerabilidade Social em todo território da cidade de São Paulo no ano de 2000. Verifica-se que a região mais central da cidade não apresenta vulnerabilidade social ou apresenta valores considerados baixos e muito baixos, enquanto as regiões mais periféricas apresentam índice com valores médio a muito alto.

A Taxa de Desemprego é outro parâmetro social a ser estudado. Desde 1985, ocorre continuamente a Pesquisa de Emprego e Desemprego (PED) incluindo amostras mensais na região metropolitana de São Paulo (FUNDAÇÃO SEADE, 2019). Garcia e Gonzaga (2014) afirmam que a metodologia da PED inclui definir o desemprego, a ocupação e a inatividade na realidade brasileira.

O Índice de Desemprego está interligado com o rendimento econômico de um município e, de acordo com Campos (2012), o aumento do emprego e da renda familiar favorece o crescimento do consumo e, conseqüentemente, a geração de resíduos.

Ao analisar a evolução da Taxa de Desemprego no município de São Paulo indicada na **Figura 31**, nota-se que de 2004 a 2013 a taxa de desemprego na cidade permaneceu em queda, retomando seu crescimento a partir de 2014 com aumentos significativos, principalmente considerando o ano de 2019, visto que os dados apontados contabilizam apenas os cinco primeiros meses do ano indicado.

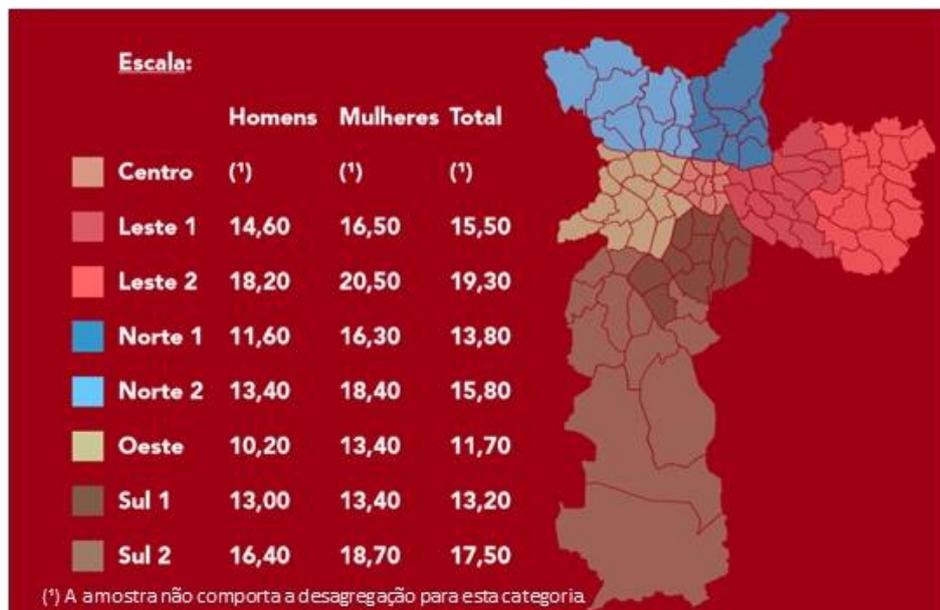
Figura 31: Evolução Anual da Taxa de Desemprego no município de São Paulo entre 2000 e 2019.



Fonte: Autoria Própria, 2019. Dados: PMSP, 2016; FUNDAÇÃO SEADE, 2019.

A **Figura 32** apresenta o Índice de Desemprego na cidade com divisão por regiões e, a partir de sua análise, verifica-se que a região Sul 2 apresenta o 2º pior índice total de desemprego do município, ou seja, apresenta um maior número de habitantes sem emprego na cidade; enquanto a região Sul 1 representa o 2º melhor índice total de desemprego, ou seja, um menor número de habitantes desempregados.

Figura 32: Mapa do Município de São Paulo com indicação da Taxa de Desemprego total e entre Sexos no ano de 2016.



Fonte: RNSP, 2017.

O município de São Paulo apresenta o maior Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, com ordem de 687 bilhões (FUNDAÇÃO SEADE, 2016), e contribui com aproximadamente 12% do PIB brasileiro. Apesar de representar grande importância para a economia brasileira, Wissenbach (2017) afirma que na última década a desigualdade de renda na cidade permaneceu inalterada.

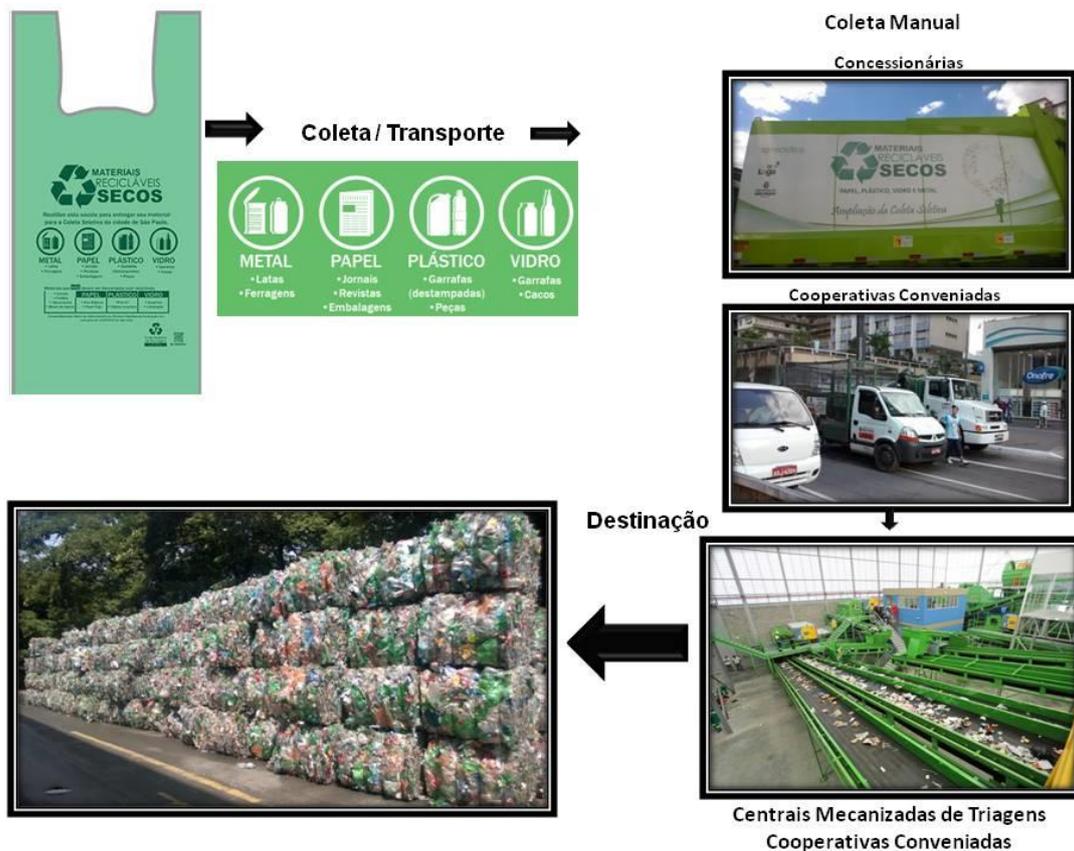
Devido à preocupação com a desigualdade social, o governo criou diversos métodos para diminuir a pobreza e a desigualdade do país, sendo um deles a implementação de programas que distribuam melhor a renda. Porém, Campos (2012) afirma que, comparado ao consumo existente na população de maior renda, o consumo pode crescer em maior proporção quando existe o aumento de renda da população mais pobre.

Com a criação do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS) da cidade realizada em 2012, e sua revisão concluída em 2014, algumas diretrizes foram definidas (PMSP, 2014):

- Máxima segregação de resíduos nas fontes geradoras e sua valorização, com o incentivo à retenção de resíduos na fonte;
- Elaboração de um plano de triagem na fonte de resíduos domiciliares orgânicos, resíduos domiciliares recicláveis secos, resíduos da construção civil, resíduos orgânicos de feiras, sacolões, dentre outros;
- Indução de práticas de coleta seletiva para empresas que tenham planos de gerenciamento de resíduos sólidos; e
- Implementação de um plano municipal de educação ambiental, com forte ênfase nos resíduos, e um programa de educação ambiental permanente na AMLURB, voltado para a conscientização da população sobre a importância da não geração de resíduos, sua redução e reutilização.

Visto as diretrizes indicadas no PGIRS e as questões propostas pela PNRS, nota-se que dia após dia a coleta seletiva ganha maior importância. O município de São Paulo conta com três abordagens diferentes e complementares para Coleta Seletiva no município, são elas: coleta seletiva porta a porta, ecopontos e parceria com cooperativas de catadores. Na **Figura 33** é possível visualizar o Ciclo da Coleta Seletiva na cidade, incluindo estas abordagens.

Figura 33: Ciclo da Coleta Seletiva que ocorre no município de São Paulo.



Fonte: PMSP, 2019.

Como regiões com rendas mais elevadas apresentam um maior consumo devido às concentrações de comércios, a Coleta Seletiva ocorre de forma mais relevante nestas regiões; enquanto as regiões mais pobres apresentam maior geração de resíduos orgânicos.

Viana, Silveira e Martinho (2015) afirmam que a caracterização dos resíduos sólidos envolve a identificação de características desses resíduos. Em tratando de resíduos sólidos urbanos, é importante conhecer suas características, principalmente quando existe a pretensão de propor sua disposição final adequada.

Porém, antes de caracterizar os resíduos, é importante conhecer a sua classificação. A PNRS (2010) classifica os resíduos de acordo com sua origem, conforme abaixo:

- Resíduos Sólidos Urbanos: são os resíduos domiciliares provenientes das residências urbanas e os resíduos de limpeza urbana gerados a partir da varrição e limpeza da cidade;
- Resíduos de estabelecimentos comerciais: provenientes de atividades de comércio;
- Resíduos de serviços de saneamento básico: originários de atividades de saneamento básico;

- Resíduos industriais: gerados a partir dos processos produtivos e instalações em indústrias;
- Resíduos de serviços de saúde: originários dos serviços de saúde;
- Resíduos de construção civil: gerados a partir de obras de construção civil, incluindo construções reformas e até mesmo demolições;
- Resíduos agrossilvopastoris: originários de atividades de agropecuárias e silviculturas;
- Resíduos de serviços de transportes: provenientes de portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários;
- Resíduos de mineração: provenientes de atividades relacionadas ao minério.

A norma NBR10004 (ABNT, 2004) apresenta a classificação dos resíduos sólidos, dividindo-os em duas classes: Classe I (resíduos perigosos) e Classe II (resíduos não perigosos). A partir de formas determinadas na norma, investiga-se as questões de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, para constatar se o resíduo é perigoso (classe I). Para resíduos que não forem perigosos (classe II), a norma indica ainda maneiras de avaliar a biodegradabilidade, combustibilidade e solubilidade em água, buscando classificá-los em resíduos não inertes (classe IIA) ou resíduos inertes (classe IIB).

De acordo com Viana, Silveira e Martinho (2015), a caracterização pode ocorrer baseada em: características físicas, físico-químicas ou biológicas. A **Tabela 3** mostra informações sobre cada tipo de caracterização citada.

Tabela 3: Detalhamento dos tipos de análises para caracterização de resíduos.

Caracterização	Tipologia	Resultado obtido
Características Físicas	Composição gravimétrica	Peso medido em gramas ou quilos
	Densidade	Volume ocupado pelos resíduos em função do seu peso
	Compressividade	Medida de compactação ou redução de determinado resíduo
	Geração per capita	Quantidade de resíduos gerados por uma população em determinado período de tempo
Características Físico-Químicas	pH	
	Teor de umidade	Quantidade de água presente na constituição de determinado resíduo
	Relação de Carbono e Nitrogênio	Grau de Equilíbrio dos elementos carbono e Nitrogênio
	Poder Calorífico	Quantidade de calor liberada por um resíduo quando submetido à queima
	Sólidos Totais Voláteis	Teor de matéria orgânica presente em determinado resíduo
Características Biológicas	Degradabilidade	
	Análise de microorganismos	Quais microorganismos presentes nos resíduos

Fonte: Autoria Própria, 2019. Dados: Viana, Silveira e Martinho, 2015.

Existem ainda outros ensaios que podem ser realizados para caracterização de RSU:

- Abreu (2015), aponta que a gravimetria consiste em separar o material em grupos de substâncias semelhantes de forma manual e determinar a sua massa, enquanto a granulometria: realizar análise de peneiramento, traçando ainda uma curva de distribuição do tamanho dos grãos.
- O Instituto Brasileiro De Administração Municipal – IBAM (2001) também cita outras análises de características biológicas para determinar a população de seres microscópicos e dos agentes patogênicos presentes.
- Cabral (2010) cita ainda alguns ensaios químicos que permitem relacionar os teores dos elementos carbono, nitrogênio, oxigênio, enxofre e cloro, além de teor de cinzas remanescentes da queima do resíduo.

O conhecimento sobre os resíduos sólidos urbanos é particularmente complexo, visto que, conforme afirma Mondelli *et al.* (2016), suas características físicas, químicas e biológicas são distintas e variam de acordo com diversas questões relacionadas à origem, padrões de consumo e aspectos sociais, culturais e climáticos. Abreu (2015) afirma que ainda não existem procedimentos de ensaio específicos para obter este conhecimento.

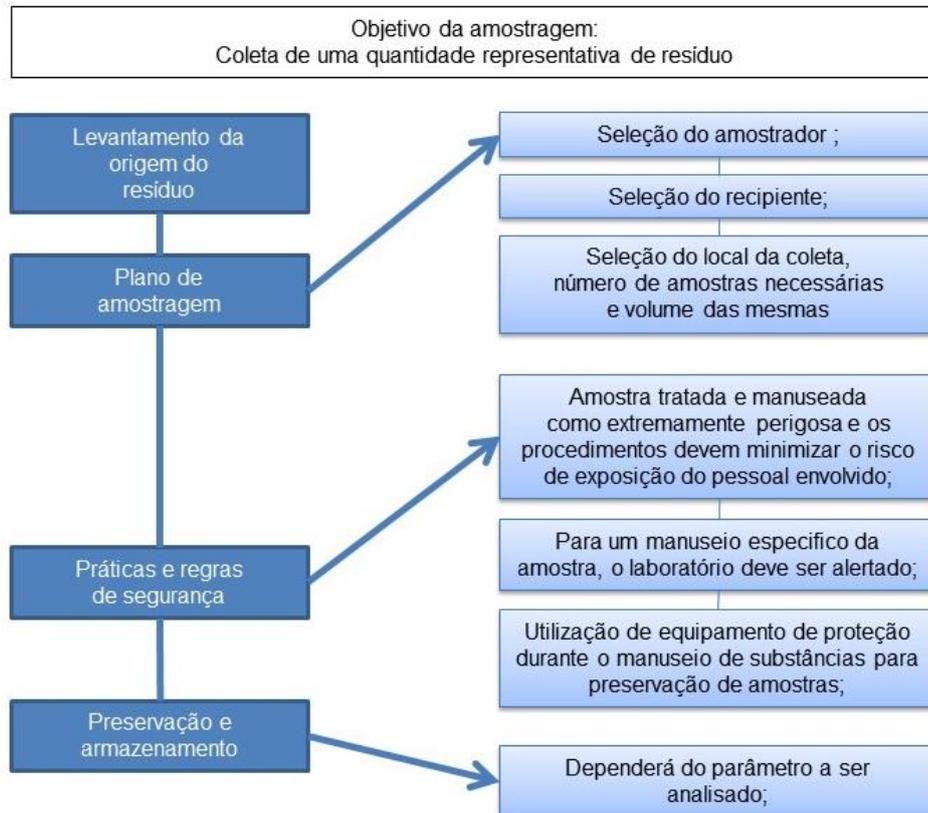
Atualmente, existem poucas normas e estudos relacionados a esta temática, porém a tendência é que as pesquisas nessa área ampliem cada dia mais. A caracterização dos resíduos sólidos ainda é pouco normatizada no Brasil, apesar de existirem normas relacionadas aos mesmos, além da ABNT NBR10004:2004, como as informadas abaixo:

- ABNT NBR 10005: Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos,
- ABNT NBR 10006: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos,
- ABNT NBR 10007: Amostragem de Resíduos Sólidos.

A Amostragem de Resíduos Sólidos indicada na norma ABNT NBR 10007 (2004) tem como objetivo fixar condições exigíveis para amostragem de resíduos, ou seja, apresenta apenas diversas exigências e procedimentos para o melhor acondicionamento de acordo com o tipo de resíduo amostrado, conforme indicado na

Figura 34.

Figura 34: Esquema de procedimentos indicados para coleta de resíduos na norma NBR 10007.



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Apesar de existir no país as normas indicadas referente aos resíduos sólidos, é possível compará-las com a normatização sobre o tema já existente em alguns países e verificar se há a real necessidade de implementação de novas normas e, caso seja indispensável, quais questões devem ser normatizadas. Um exemplo é a França, país que utiliza um conjunto de normas para a caracterização dos resíduos, incluindo sua amostragem e classificação.

Segundo apresenta CARADEME (2018), as normas aprovadas são: NF EM 14899: Caracterização de resíduos – Eliminação de resíduos – Procedimento-quadro para o desenvolvimento e implementação de um plano de amostragem; NF X30-413: Resíduos domésticos e assimilados – Criação de uma amostra de resíduos domésticos e similares contidos num lixo; NF X30-445: Resíduos domésticos e similares – Composto por uma amostra de resíduos domésticos e similares a granel; NF X30-437: Resíduos domésticos e similares – Constituição e caracterização, na entrada do centro de triagem, de uma amostra sobre um lote de lixo doméstico e resíduos similares coletados seletivamente; NF X30-408: Resíduos domésticos e

assimilados – Caracterização de uma amostra de resíduos domésticos e similares – Análise sobre produto bruto.

Na **Figura 35** é possível verificar um esquema indicando o tema principal de cada uma das normas francesas citadas.

Figura 35: Esquema de procedimentos com relação aos RSU com base em normas francesas ambientais.



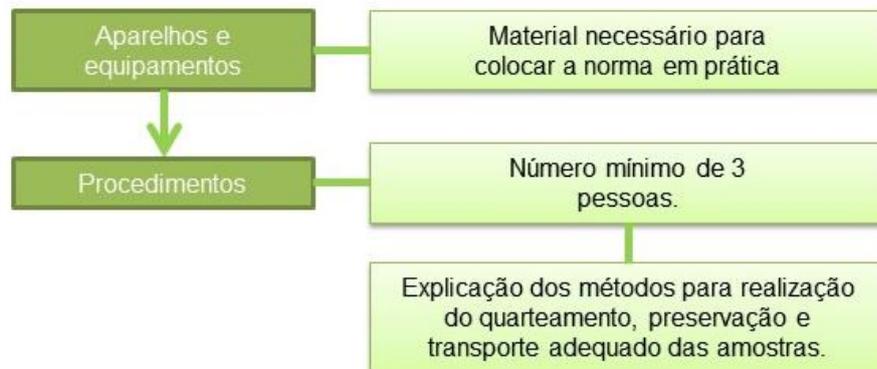
Fonte: Autoria Própria, 2019. Dados: Carademe, 2018.

O México é um outro exemplo de país que apresenta um conjunto de normas referente aos resíduos sólidos:

- NMX-AA-15-1985: Proteção ao ambiente – Contaminação do solo – Resíduos Sólidos Municipais - Amostragem - Método de Quarteamento Ambiental;
- NMX-AA-22-1985: Proteção ao ambiente – Contaminação do solo – Resíduos Sólidos Municipais – Seleção e quantificação de subprodutos;
- NMX-AA-61-1985: Proteção ao ambiente – Contaminação do solo – Resíduos Sólidos Municipais – Determinação da geração;
- NMX-AA-091-1987: Proteção ao ambiente – Contaminação do solo – Resíduos Sólidos – Terminologia.

A norma mexicana NMX-AA-091-1987 apresenta os termos mais utilizados no campo de prevenção e controle da poluição do solo, causado por resíduos sólidos. Já a norma NMXAA-15-1985 estabelece o método de quarteamento para resíduos sólidos municipais e obtenção de amostras para análise em laboratório, de acordo com o que está descrito na **Figura 36**.

Figura 36: Esquema de procedimentos para quarteamento de resíduos indicados na norma mexicana NMX-AA-15-1985.



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Ao analisar os exemplos citados de normas de resíduos sólidos existentes, notou-se que as normas francesas possuem uma análise muito mais detalhada e específica, comparado aos procedimentos de análise do Brasil, por exemplo, pois incluem também normatizações referentes à caracterização dos resíduos. Apesar disso, as normas brasileiras, mexicanas e francesas detalharam todos os equipamentos necessários para amostragem.

As normas brasileiras e francesas defendem a necessidade de criar-se um plano de amostragem antes de colocar em prática a coleta, preservação e transporte das amostras de resíduos para análise em laboratório. Em contrapartida, as normas mexicanas não citaram procedimentos relacionados ao planejamento da amostragem, apenas informaram como realizar a amostragem. Visto que a disposição de resíduos sólidos pode causar a contaminação do solo, o fato de as normas mexicanas citadas relacionarem solos e resíduos sólidos em conjunto mostra-se completamente de acordo com o propósito requerido.

Nota-se que tanto no Brasil quanto nos outros países existe a necessidade de criação de normas mais detalhadas para a análise de resíduos sólidos, em busca de dados mais precisos e avançados a respeito.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Visitas técnicas

Como o projeto visou coletar e caracterizar os RSU secos e rejeitos gerados pela região Sul do município de São Paulo, o contato com os responsáveis diretos deste setor foi de extrema importância para sua execução, com as devidas autorizações.

No dia 17 de março de 2017 ocorreu uma primeira visita à Central Mecanizada de Triagem gerenciada pela Ecourbis, possibilitando um melhor conhecimento do trabalho realizado no local onde aconteceriam as coletas de amostras. O local recebe resíduos secos de coleta seletiva realizada por caminhões na região Sul da cidade e na área acontece a separação dos seguintes componentes dos RSU coletados seletivamente: plásticos (Polietileno tereftalato - PET, Polietileno de Alta Densidade - PEAD e Polietileno de Baixa Densidade - PEBD), papelão, papel misto, embalagem cartão de alimento líquido (ECAL), metal ferroso e metal não ferroso.

No dia 24 de abril de 2017 foi realizada, para a equipe de Gestão de Serviços Gerais na AMLURB, uma apresentação sobre o Projeto Fapesp n. 2016/08978-9, intitulado *Caracterização de Rejeitos no Município de São Paulo - SP*, pela Prof.^a Dr.^a Giulliana Mondelli. A apresentação do projeto interessou aos responsáveis pelas demais áreas relacionadas ao gerenciamento de resíduos sólidos do município e permitiu uma parceria para troca de dados sobre a geração e caracterização de RSU de todo o município.

4.2 Local de Estudo

A Central Mecanizada de Triagem Carolina Maria de Jesus (**Figura 37**) é gerenciada pela Ecourbis Ambiental e será chamada de “CMT-Ecourbis” no presente trabalho. Inaugurada em 16 de julho de 2014, a Central está localizada na Avenida Miguel Yunes, nº 345, Vila Sabará e recebeu seu nome em homenagem à escritora negra Carolina Maria de Jesus, nascida em Minas Gerais, que se mudou para São Paulo e morou na favela do Canindé, onde viveu como catadora de papéis, guardando alguns livros que inspiraram sua paixão pela escrita (ECOURBIS, 2019).

O local possui uma área construída de 4.820,97 m² e apresenta equipamentos de tecnologia europeia, que permitem a separação de até 250 toneladas de materiais por dia (ECOURBIS, 2019).

Figura 37: Central Mecanizada de Triagem – Carolina Maria de Jesus (CMT-Ecourbis), localizada no agrupamento sudeste da cidade de São Paulo.

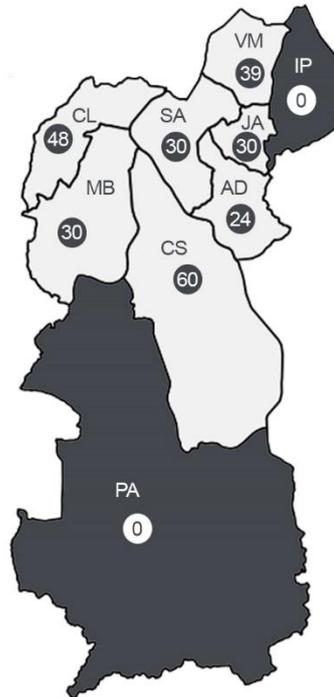


Fonte: Autoria Própria, 2018.

A central funciona de segunda a sexta-feira, das 07h às 17h, recebendo cerca de 80 a 90 toneladas de materiais originários da Coleta Seletiva por dia. No local trabalham cerca de 60 cooperados da cooperativa Coopercaps, escolhida pela Prefeitura de São Paulo para atuar na CMT-Ecourbis.

Das 19 subprefeituras existentes no agrupamento sudeste da cidade, a central atende 7 subprefeituras da região Sul de São Paulo, conforme indicado na **Figura 38**. Apesar de a Ecourbis ser responsável pela coleta do agrupamento sudeste da cidade, houve a justificativa de que, devido à localização da CMT, não é viável financeiramente transportar os resíduos gerados na região Leste, de forma que estes são encaminhados para as cooperativas (LEAL, 2018). As subprefeituras são divididas em setores de atendimento, que são áreas definidas pela Ecourbis para a coleta de uma equipe a partir do dimensionamento de uma jornada de trabalho, e sua extensão dependerá da densidade demográfica e da geração de resíduos.

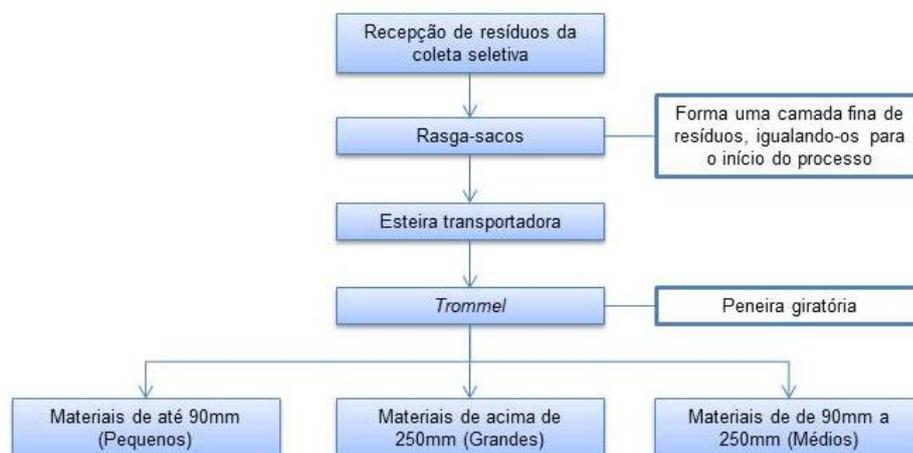
Figura 38: Subprefeituras da região Sul da cidade de São Paulo atendidas pela CMT-Ecourbis com quantidade de setores atendidos durante as análises realizadas.



Fonte: Autoria Própria, 2019. Dados: LEAL, 2018.

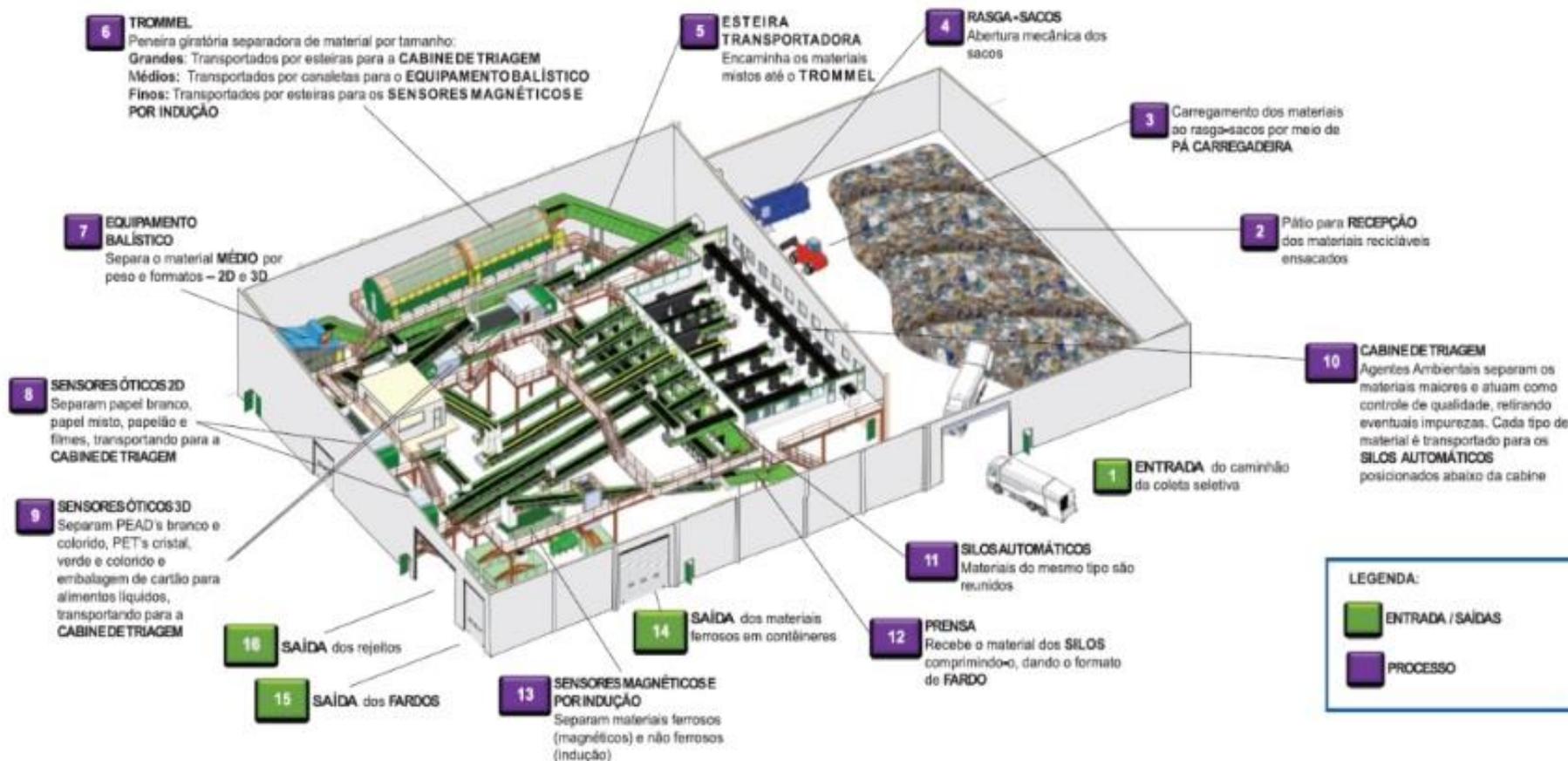
Nas **Figuras 39 e 40** é possível visualizar o caminho do material reciclável dentro da CMT-Ecourbis. Ao chegar à CMT-Ecourbis, os caminhões são pesados e direcionados à área de recepção, onde irão descarregar os resíduos coletados. Em seguida, os resíduos serão direcionados com um trator para a máquina rasga-sacos, que criará uma lâmina de resíduos, ou seja, uma camada fina de resíduos, igualando-os para o início do processo.

Figura 39: Etapas do processo de triagem de resíduos na CMT-Ecourbis desde sua entrada até o *Trommel*.



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Figura 40: O caminho do material reciclável dentro da Central Mecanizada de Triagem – Carolina Maria de Jesus (CMT-Ecourbis) localizada no agrupamento sudeste da cidade de São Paulo.



Fonte: Ecourbis, 2019.

Após a passagem na máquina rasga-sacos (**Figura 39**), os resíduos são carregados por esteiras transportadoras até o *trommel* (**Figura 41**), uma peneira giratória com função de separar os resíduos em diferentes tamanhos: materiais de até 90 mm (pequenos), de 90 mm a 250 mm (médios) e acima de 250mm (grandes).

Figura 41: Fotografia do direcionamento do resíduo para o *Trommel* na CMT-Ecourbis.



Fonte: Autoria Própria, 2018.

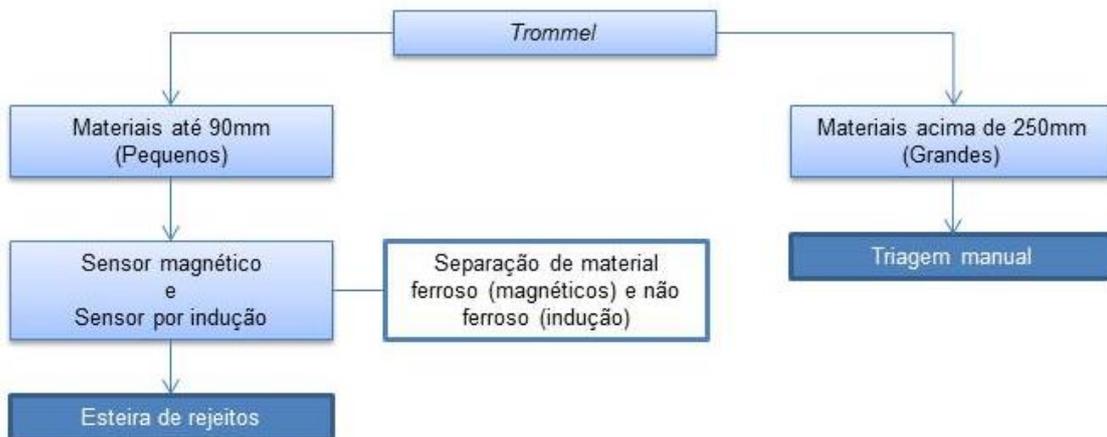
Os materiais pequenos, conforme indicado na Figura 33, serão direcionados por esteira transportadora até dois sensores: magnético e por indução. Estes sensores são responsáveis por separar o material ferroso por meio do uso de sensor magnético e o não ferroso a partir do sensor indutivo. Os materiais que não se enquadrarem nessas categorias, são encaminhados para a esteira de rejeitos.

Os materiais grandes são encaminhados para a esteira transportadora diretamente para a triagem, onde são separados positivamente por cooperados, ou seja, retira-se da esteira o material que deseja-se separar (**Figura 42**).

Aqueles materiais com tamanho de 90 mm a 250 mm (**Figura 43**) são direcionados ao equipamento balístico que, a partir de uma agitação em rampa, separa os materiais por peso e formato, ou seja, o material 2D (como papéis e sacolinhas de mercado, sacos de lixo e outros produtos feitos de Poliestileno de Baixa Densidade - PEBD) é separado do material 3D (como garrafas de refrigerantes e outros produtos feitos de Polietileno Tereftalato – PET -, e embalagens de produtos de limpeza entre outras feitas de Poliestileno de Alta Densidade – PEAD). O material que não se enquadrar em 2 ou 3 dimensões passa por uma peneira, para em seguida ser direcionado aos sensores magnéticos e por indução, conforme indicado na **Figura 42**.

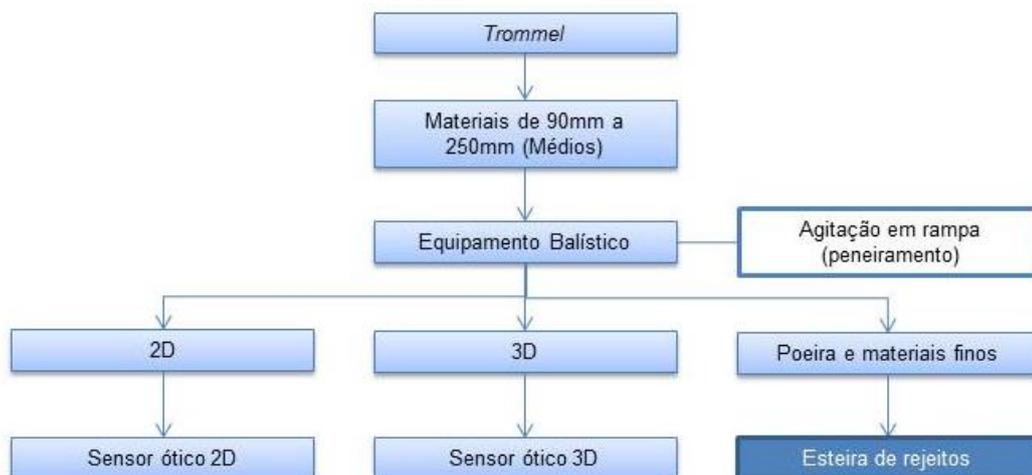
Os materiais que não se enquadrarem nessas categorias, são encaminhados para a esteira de rejeitos, conforme indicado na **Figura 43**.

Figura 42: Etapas do processo de triagem de materiais pequenos e grandes na CMT-Ecourbis após passagem pelo *Trommel*.



Fonte: Autoria Própria, 2019.

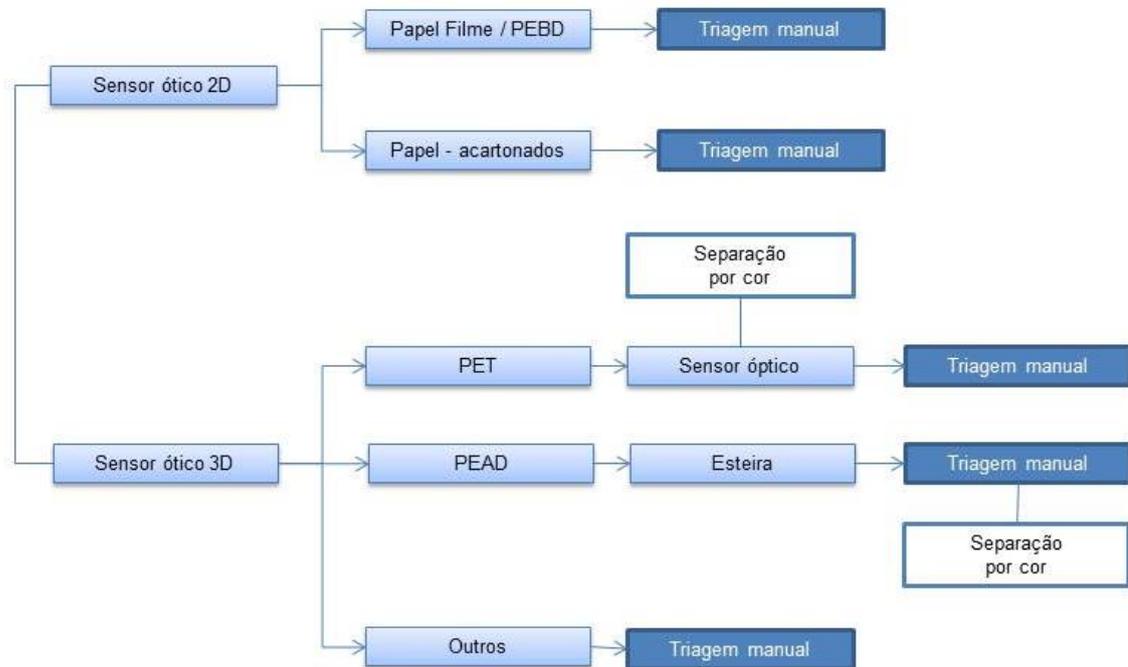
Figura 43: Etapas do processo de triagem de materiais médios na CMT-Ecourbis após passagem pelo *Tromell*.



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Conforme indicado nas **Figuras 43 e 44**, os materiais 2D (planos) são direcionados para uma determinada direção, onde passam por um sensor ótico 2D, e são separados como papel filme ou PEBD e papéis acartonados. Após a separação, cada material é encaminhado para a triagem manual visando a conferência de sua correta separação.

Figura 44: Etapas do processo de triagem de materiais de tamanho médios 2D e 3D na CMT-Ecourbis.



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Os materiais 3D (**Figura 44**) são encaminhados em outra direção para passar por um sensor ótico 3D para a sua separação em PET, PEAD e outros. Materiais plásticos do tipo PET são encaminhados para outro sensor ótico onde será realizada a sua separação por cor e posterior transporte para a triagem realizar a separação manual de forma negativa, ou seja, retirando-se da esteira o material que não se enquadra naquela separação. Plásticos do tipo PEAD, são encaminhados diretamente para a triagem manual também realizar sua separação por cor de forma negativa. Outros tipos de materiais são transportados diretamente para a triagem manual realizar sua separação de forma positiva, ou seja, cada cooperado irá retirar da esteira o material de sua responsabilidade para separá-lo.

Ao finalizar a triagem, os materiais são prensados e preparados para transporte (**Figura 45**).

Figura 45: Materiais prensados e prontos para transporte após processo de triagem na CMT-Ecourbis



Fonte: Autoria Própria, 2018.

4.3 Amostragem e Armazenamento

A primeira coleta foi realizada no início de Maio de 2017 e a mesma foi adotada como piloto, possibilitando verificar a necessidade de adequações ao plano de amostragem e análise definidos inicialmente. Após realização da coleta piloto, verificou-se que os métodos propostos funcionaram bem, atendendo aos requisitos do projeto e foi dada continuidade às coletas.

A coleta das amostras aconteceu uma vez a cada dois meses, definição baseada no Método Francês MODECOM (1993), que indica a importância de realizar a coleta um ou dois meses por estação do ano, buscando esquivar-se de períodos não típicos. A coleta de amostras também ocorreu baseada no Protocolo Argus da Alemanha, que recomenda o período de amostragem com inclusão de coleta nas estações da primavera e do outono de maneira obrigatória (CRUZ, 2005, apud VIANA, 2015).

A realização das coletas ocorreu em dias e horários diferentes da semana, durante um ano, considerando-se apenas caminhões da Coleta Seletiva que chegassem à Central Mecanizada de Triagem gerenciada pela empresa Ecourbis. A seleção das amostras ocorreu de maneira aleatória dos veículos de coleta, conforme indicado no Método ASTM do Estados Unidos (CRUZ, 2005, apud VIANA, 2015).

A realização da coleta no período de um ano, com início de Junho de 2017, levou em conta a afirmação de Cruz, 2003, de considerar a sazonalidade como parte importante do processo de amostragem, ou seja, as variações climáticas e também culturais da população (meses de férias, por exemplo) que alteram as características dos resíduos. Necessariamente, também foram usados diferentes dias da semana e horários, ao final de cada dois meses para que diferentes distritos fossem incluídos durante esse processo, ou seja, conforme indicado no Métodos SPU Americano (CRUZ, 2005, apud VIANA, 2015), desta distribuição aleatória permite um acréscimo da representatividade da amostra.

Tabela 4: Inventário Inicial de coletas realizadas na CMT-Ecourbis considerando datas, horários, estação do ano e evento de sazonalidade.

COLETA	DATA	HORÁRIO	ESTAÇÃO DO ANO	Evento relacionado a sazonalidade	Nº de setores atendidos por subprefeituras regionais nas coletas realizadas									
					AD	CL	CS	IP	JA	MB	PA	SA	VM	TOTAL
1	terça-feira, 30 de maio de 2017	14h	Outono	14/mai - Dia das Mães 20 e 21/mai - Virada Cultural	4	3	5	X	2	3	X	1	6	24
2	quinta-feira, 29 de junho de 2017	9h	Inverno	15/jun - Corpus Christi 24/jun - Dia de São João (Festas Juninas)	X	5	5	X	3	2	X	4	6	25
3	terça-feira, 29 de agosto de 2017	14h	Inverno	13/ago - Dia dos Pais	2	7	10	X	5	4	X	4	10	42
4	segunda-feira, 30 de outubro de 2017	14h	Primavera	12/out - Dia das Crianças 15/out - Dia do Professor	4	X	3	X	2	1	X	2	4	16
5	quarta-feira, 20 de dezembro de 2017	14h	Verão	Dez. - Festas de final de ano	4	9	9	X	6	1	X	5	9	43
6	segunda-feira, 5 de março de 2018	9h	Verão	13/fev - Carnaval	1	3	5	X	1	4	X	1	5	20
7	quarta-feira, 23 de maio de 2018	9h	Outono	01/mai - Dia do Trabalhador 13/mai - Dia das Mães 19 e 20/mai - Virada Cultural	4	8	10	X	6	4	X	5	11	49

Fonte: Autoria própria, 2019.

Nota-se, a partir da **Tabela 4**, que houve um padrão de horário para a coleta, sendo as 9h no período da manhã e as 14h no período da tarde, estabelecido de acordo com a agenda disponível. Percebe-se também que os dias da semana se repetem, de forma que houve duas coletas realizadas às segundas, terças e quartas,

porém houve a preocupação para que as coletas ocorressem em diferentes horários. A homogeneização dos resíduos foi realizada em laboratório.

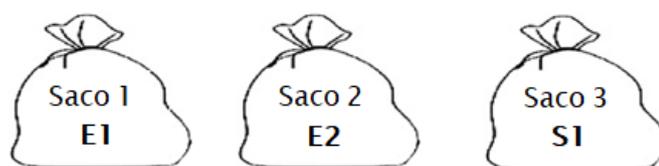
As datas das coletas indicadas na **Tabela 4** mostram que se fechou o ciclo de coletas no período de um ano, porém, o padrão de realização das coletas ao final de cada dois meses foi seguido parcialmente, visto que a Coleta 6 não seguiu o padrão de realização ao final do mês, uma vez que deveria ser feita em fevereiro de 2018; a mesma foi realizada o mais breve possível, na semana seguinte à prevista. Também devido a problemas relacionados à agenda da CMT, a última coleta, que era prevista para acontecer em abril – dois meses após a coleta de fevereiro, foi realizada ao final do mês de maio.

Ainda ao analisar a **Tabela 4**, verifica-se que as coletas 3, 5 e 7 apresentam destaque quanto ao número de setores atendidos. A maior quantidade de setores atendidos nessas coletas é justificada devido a coleta de amostras abranger caminhões que realizaram a coleta seletiva tanto no período noturno quanto no período diurno, enquanto as demais coletas abrangeram apenas caminhões que coletaram no período diurno.

Nota-se, a partir dos dados relacionados na Tabela 4, que a abrangência dos resíduos que chegam à CMT-Ecourbis está restrita apenas aos setores das prefeituras regionais pertencentes da região Sul da cidade de São Paulo.

Para a coleta das amostras levou-se em conta a quantidade necessária para triagem e análise de dados a partir da relação volume/peso dos materiais coletados. Adaptando o que foi realizado por Andrade (2017) para uma cooperativa de catadores no centro de São Paulo-SP, foram coletados sacos de 100 L da seguinte forma: 1 saco com resíduos coletados da pilha antes da entrada na esteira (E1); 1 saco de material recolhido na entrada da esteira após passagem pelo rasga-saco (E2); 1 saco com rejeitos da saída da esteira final (S1). Dessa forma, foram obtidos aproximadamente 300L de resíduos separados por sacos (**Figura 46**).

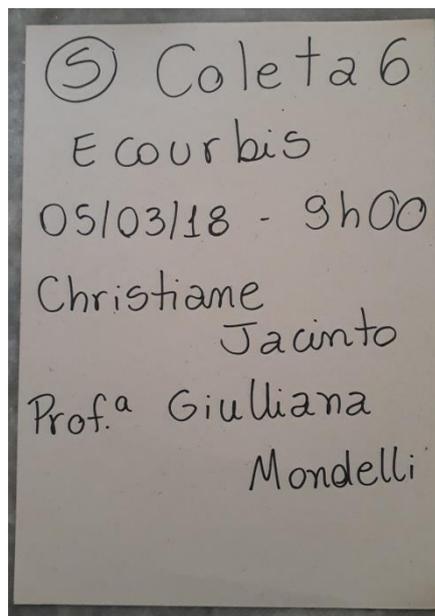
Figura 46: Apresentação da amostragem final da coleta dos resíduos realizada na CMT-Ecourbis.



Fonte: Autoria Própria, 2017.

Para a realização da coleta de amostras na CMT-Ecourbis foram utilizados os seguintes Equipamentos de Proteção Individual (EPIs): óculos, máscara, luvas e capacete. Os sacos para a armazenagem das amostras foram etiquetados e nomeados de acordo com os critérios indicados acima, incluindo-se ainda número, data e horário da coleta, e também seus respectivos responsáveis, como indicado na **Figura 47**.

Figura 47: Exemplificação de etiquetagem das amostras coletadas na CMT-Ecourbis.



Fonte: Aatoria Própria, 2019.

Para a coleta das amostras de entrada, foram considerados critérios para coleta em monte ou pilhas de resíduos, onde as amostras foram retiradas de pelo menos três seções (do topo, do meio e da base) e em pontos aleatórios da pilha de resíduos, sempre que possível, conforme indica a ABNT 10007 (2004). Devido à característica heterogênea dos resíduos amostrados, houve ainda a precaução de respeitar as proporcionalidades dos diferentes resíduos de forma a se obter uma única amostra composta representativa para o saco E2. Para a coleta das amostras de saída, não foi possível seguir estes critérios uma vez que a coleta acontecia diretamente onde os resíduos caíam da esteira de rejeito para os contêineres a serem armazenados de forma que a coleta desses materiais era realizada pelos colaboradores da central que auxiliavam nas coletas.

O acesso aos locais para a coleta dos resíduos dos sacos E2 e S eram de maior dificuldade, de modo que estas coletas precisaram ser realizadas pelos cooperados da CMT-Ecourbis sob orientação da pesquisadora.

Figura 48: Coleta de saco de entrada 1 (E1) sendo realizada na CMT-Ecourbis.



As amostras coletadas foram encaminhadas para o Laboratório de Processos Biológicos (LPB) do Bloco A - Campus Santo André da UFABC, onde foram armazenadas em temperatura ambiente. As amostras coletadas foram transportadas por um carrinho de mão até o Laboratório Integração de Sistemas Ambientais e Urbanos (ISAU - úmido) do Bloco L para a realização das análises granulométricas e gravimétricas.

4.4 Análises laboratoriais

Durante todo o manuseio dos resíduos e execução das análises laboratoriais, foram utilizados aventais e os seguintes Equipamentos de Proteção Individual (EPIs): óculos, máscara e luvas. Por se tratar de análise de resíduos, as bancadas também foram preparadas sendo forradas com lonas plásticas para a sua preservação.

Além da utilização de procedimentos descritos nas normas ABNT 10007 (2004), MODECOM (1993), houve a adaptação de procedimentos descritos para solos da norma ABNT NBR 7181 (2016) para a análise granulométrica dos resíduos. Os procedimentos utilizados destas normas serão explanados a seguir.

Figura 49: Análise laboratorial com uso de Equipamentos de Proteção Individual sendo realizada no Laboratório de Processos Biológicos (LPB) da UFABC.



A realização das análises laboratoriais de cada saco com as amostras coletadas seguiu uma ordem pré-estabelecida de trabalho, conforme indicado na **Figura 50** e descrito abaixo:

1. O saco de amostras coletadas a ser analisado, seja E1, E2 ou S, foi primeiramente pesado em balança eletrônica com indicador digital Micheletti e capacidade máxima de 300 kg, para verificar o seu peso bruto e, em seguida, obter o peso líquido da amostra ao descontar o peso do saco plástico que é de 95 g.

A realização deste item baseou-se no critério indicado pelo método suíço Dechets Urbains, o qual cita que uma mesma pessoa deve realizar a pesagem e o registro dos dados durante o período da análise (CRUZ, 2005, apud VIANA, 2015).

2. Os resíduos do saco a ser analisado foram dispostos de maneira aleatória na bancada forrada com lona plástica para facilitar o manuseio e permitir sua melhor visualização.

3. Para o peneiramento grosso, realizou-se a montagem das peneiras de maior para menor abertura - sendo estas peneiras de inox com aberturas de 100, 75, 50, 37.5, 25, 19 e 9.5 mm - sobre o agitador de peneira 8"x2" possibilitando a análise granulométrica da fração de resíduos que apresenta maiores dimensões. Como não existe uma norma sobre caracterização de resíduos, a maior parte das peneiras utilizadas para realizar o peneiramento grosso foi escolhida a partir da NBR7181 (2016) e adaptada para o peneiramento de resíduos.

4. A quantidade de resíduos retida em cada peneira foi separada e pesada para obtenção do seu peso líquido. A pesagem foi realizada na Balança Eletrônica Digital Modelo 9094 da Toledo, com capacidade máxima de 15 kg.

A realização deste item baseou-se no critério indicado pelo método suíço Dechets Urbains, o qual cita que uma mesma pessoa deve realizar a pesagem e o registro dos dados durante o período da análise (CRUZ, 2005, apud VIANA, 2015).

5. Para o peneiramento fino, realizou-se a montagem das peneiras de maior para menor abertura - sendo estas peneiras de inox com aberturas de 4,75; 2; 1,18; 0,6; 0,42; 0,25; 0,15 e 0,075 mm - sobre o agitador de peneira 8"x2" possibilitando a análise granulométrica da fração de resíduos que apresenta maiores dimensões. A maioria das peneiras utilizadas para realizar o peneiramento fino também foi escolhida a partir da NBR 7181 (2016) e adaptada para peneiramento de resíduos.

6. A quantidade de resíduos retida em cada peneira foi separada e pesada para obtenção do seu peso líquido. Neste caso, o material com peso superior a 20 g foi pesado na Balança Eletrônica Digital Modelo 9094 da Toledo, com capacidade de máxima de 15 kg e o material com peso inferior a isto foi pesado na Balança Analítica ATY224, devido a sua precisão de 0,0001 g.

A realização deste item baseou-se no critério indicado pelo método suíço Dechets Urbains, o qual cita que uma mesma pessoa deve realizar a pesagem e o registro dos dados durante o período da análise (CRUZ, 2005, apud VIANA, 2015). Todos os valores de pesagem foram registrados nos formulários modelo apresentados no Anexo 1.

7. Após a realização da análise granulométrica, os materiais foram novamente dispostos de maneira aleatória nas bancadas sobre a lona plástica para realização da análise gravimétrica.

8. A análise gravimétrica foi realizada a partir da triagem dos resíduos, para analisar as características físicas dos resíduos a serem dispostos nos aterros sanitários, de forma que foi realizada a separação por diferentes tipos de materiais, de acordo com os indicados na **Tabela 5**. Para a separação dos tipos de materiais levou-se em consideração a norma francesa MODECOM, que indica a triagem da amostra em ao menos 13 categorias. Além disso, a tipologia foi baseada também na separação realizada por Andrade (2017) e simplificada para este modelo de acordo com a triagem para venda dos materiais pela CMT-Ecourbis.

9. Para obtenção do peso líquido de cada tipo de material triado, o mesmo foi posteriormente pesado nas mesmas balanças utilizadas para a granulometria, seguindo-se o mesmo critério.

Tabela 5: Tipos de materiais triados durante a análise gravimétrica dos RSU secos.

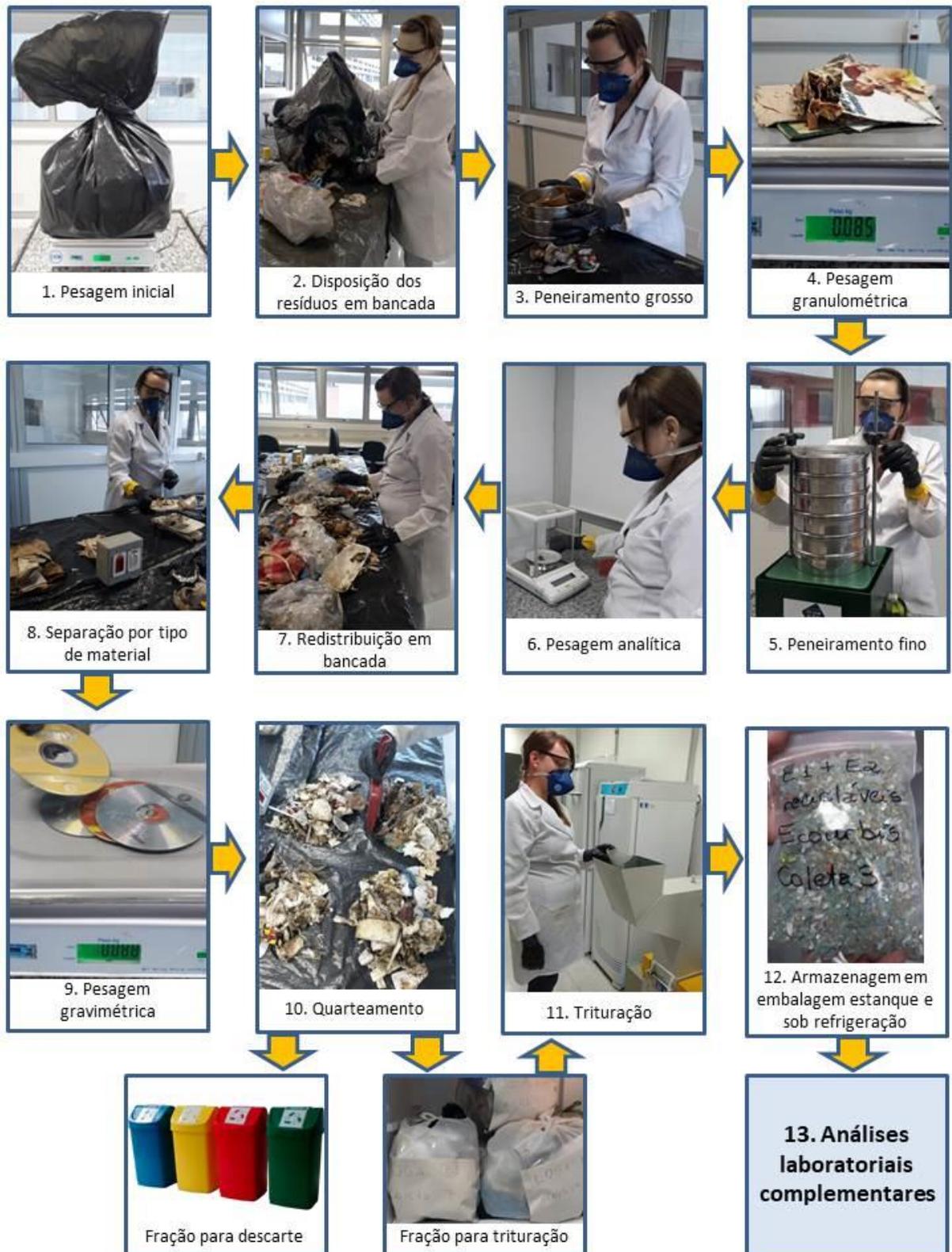
Classificação de materiais	
Papel	1- PET
Papelão	2- PEAD
Não Ferroso (latinha de alumínio)	3- PVC
Ferroso (Lata de aço)	4- PEBD
Tetrapak	5- PP
Vidro	6- OS
Tecido	7- Outros
Couro	Plástico não identificado
Borracha	Isopor
Madeira	Material eletrônico
Resíduo perigoso	Rejeito

Fonte: Adaptado de Andrade, 2017.

10. Para o quarteamento, seguiu-se o processo descrito na norma NBR 10007 (2004), realizando divisão em quatro partes iguais da amostra pré-homogeneizada, escolhendo-se duas partes opostas entre si que irão compor uma nova amostra e as outras duas partes restantes serão descartadas. As partes que geraram uma nova amostra passaram novamente pelo processo de quarteamento, até que o volume desejado, de 150g para cada amostra analisada (E1, E2 e S), fosse obtido. Após o quarteamento, os resíduos foram divididos em dois grupos: fração para trituração (10.1) e fração para descarte (10.2).

11. A fração separada para trituração de acordo com os critérios indicados foi processada em moinho de facas modelo N200 da marca Rone. Para a trituração, houve a separação dos materiais de cada coleta seguindo-se os critérios: E1 + E2, considerando a similaridades dos resíduos presentes nos mesmos; S recicláveis (Srec) e S rejeitos (Srej), uma vez que, mesmo sendo uma amostra de resíduos com finalidade de serem dispostos em aterros, apresenta não apenas rejeitos, mas também uma parcela de materiais recicláveis.

Figura 50: metodologia laboratorial realizada para caracterização dos RSU secos.



Fonte: Autoria Própria, 2019.

12. Após a trituração, as amostras trituradas foram acondicionadas em embalagens estanque e armazenadas, de acordo com o descrito na NBR10007, sob refrigeração a 4 graus para se conservar possível material orgânico existente e evitar a degradação.

13. Posteriormente, as amostras trituradas foram submetidas a outros tipos de análises complementares, tais como: teor de umidade, teor de matéria orgânica, teor sólidos totais voláteis, pH e condutividade elétrica.

As análises foram realizadas com a finalidade de fornecer dados para projetos de futuros aterros sanitários quando existe um efetivo Programa de Coleta Seletiva abrangendo todos os bairros do município, permitindo estudos mais detalhados referentes à vida útil desses aterros e às alterações dos parâmetros geotécnicos futuros para o cálculo de estabilidade dos taludes dos mesmos.

4.5 Análise dos Resultados

Para analisar os dados obtidos a partir das análises de granulometria e gravimetria, foram realizados cálculos estatísticos, como porcentagem e média e, em seguida, houve a construção de gráficos referentes a estes dados separadamente.

Também houve a realização de gráficos utilizando-se em conjunto os dados de granulometria e gravimetria, em busca de um melhor entendimento da relação entre o tamanho e tipo de resíduo triado.

Em seguida, houve a análise de possíveis relações entre os parâmetros sociais referente a região Sul do município de São Paulo e os valores de granulometria obtidos, a partir de sua comparação.

Um programa de Coleta Seletiva necessita basicamente de dois objetivos para ser eficiente: ser universalizado, garantindo o atendimento de toda a população do município; e garantir a eficiência no processo de triagem dos materiais coletados por meio da baixa geração de rejeitos, já a partir da fonte

De acordo com Besen (2011), a taxa de rejeito (TR) é um índice de referência que pode ser utilizado para monitorar a sustentabilidade dos Programas de Coleta Seletiva. O monitoramento da TR possibilita avaliar a eficiência de segregação dos materiais reciclados na fonte e nos locais de triagem. Com a utilização deste índice, torna-se viável a análise da fração de material que é encaminhado para a reciclagem após a triagem por meio da fonte geradora. Este permite verificar ainda se o material

pode de fato ser reciclado, de acordo com as características do material e, também, se sua reciclagem é economicamente praticável. O cálculo da TR deve ser feito através da **Equação 1** e, quanto menor o resultado da TR, conclui-se que melhor está sendo implementado o Programa de Coleta Seletiva.

$$TR (\%) = \frac{\text{Quantidade coleta seletiva} - \text{quantidade materiais comercializados}}{\text{Quantidade da coleta seletiva}} \times 100 \quad (1)$$

Os termos “quantidade da coleta regular” e “quantidade de coleta seletiva” foram obtidos diretamente na AMLURB; e “quantidade de materiais comercializados” com a AMLURB e a Ecourbis / cooperativa que trabalha na Central Mecanizada de Triagem.

O índice indicado acima também será utilizado para análise dos resultados obtidos, permitindo verificar a possibilidade de melhorias quanto ao gerenciamento de resíduos sólidos urbanos do agrupamento sudeste do município de São Paulo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Buscando um direcionamento para a análise dos resultados, realizou-se um inventário com todas as informações coletadas e destacando os resíduos que surgiram em específico, conforme é possível verificar na **Tabela 6**.

5.1 Granulometria

A granulometria consiste em uma análise de peneiramento, traçando ainda uma curva de distribuição do tamanho dos grãos (ABREU, 2015). No Brasil, a norma ABNT 7181 indica os métodos para análise granulométrica de solo, porém ainda não temos normas com esta metodologia para resíduos, de forma que a granulometria realizada para os resíduos foi uma adaptação da norma para solos. A análise granulométrica permite dimensionar o efeito do uso dos equipamentos utilizados para a triagem mecanizada de resíduos.

A **Figura 51** mostra a curva granulométrica das amostras analisadas sendo indicados os dados de entrada (E1+E2) e saída (S) de cada coleta realizada. A **Tabela 7** indica os percentuais de materiais passantes em cada peneira por coleta e ainda a média de todas as coletas.

Ao analisar a **Figura 51**, nota-se que as amostras de entrada (E1+E2) apresentam um padrão de comportamento semelhante entre si, da mesma forma que as amostras de saída (S) também apresentam essa similaridade. Também é possível visualizar que a granulometria das amostras de entrada (E) é mais grossa, comparada a granulometria das amostras de saída (S), que é mais fina. Visto que as amostras de saída passaram pelo processo de triagem da central, essa diferença de granulometria é explicada devido à separação realizada na triagem para direcionar os materiais à reciclagem, tornando aqueles materiais que irão para os aterros em tamanhos menores.

Tabela 6: Inventário Final das coletas realizadas na CMT-Ecourbis, considerando datas, horários, estação do ano, evento de sazonalidade, incluindo problemáticas e observações verificadas.

COLETA	DATA	HORÁRIO	ESTACÃO DO ANO	Evento relacionado a sazonalidade	Nº de setores atendidos por subprefeituras regionais nas coletas realizadas										Problemática	Observações
					AD	CL	CS	IP	JA	MB	PA	SA	VM	TOTAL		
1	terça-feira, 30 de maio de 2017	14h	Outono	14/mai - Dia das Mães 20 e 21/mai - Virada Cultural	4	3	5	X	2	3	X	1	6	24	<p>↑ Rejeitos em amostras S</p> <p>↑ Borracha em amostras E</p>	<p>Maior coleta nas subprefeituras: Vila Mariana e Capela do Socorro</p> <p>Encontrado fraldas descartáveis em S</p>
2	quinta-feira, 29 de junho de 2017	9h	Inverno	15/jun - Corpus Christi 24/jun - Dia de São João (Festas Juninas)	X	5	5	X	3	2	X	4	6	25	<p>↑ Rejeitos em amostras E</p> <p>↑ Tecidos em amostras S</p>	<p>Maior coleta nas subprefeituras: Vila Mariana, Capela do Socorro e Campo Limpo</p>
3	terça-feira, 29 de agosto de 2017	14h	Inverno	13/ago - Dia dos Pais	2	7	10	X	5	4	X	4	10	42		<p>Contemplou caminhões de coleta de 2 períodos</p> <p>Maior coleta em: Vila Mariana, Capela do Socorro e Campo Limpo</p>
4	segunda-feira, 30 de outubro de 2017	14h	Primavera	12/out - Dia das Crianças 15/out - Dia do Professor	4	X	3	X	2	1	X	2	4	16	<p>↑ Plásticos em amostras S</p> <p>↓ Plásticos em amostras E</p> <p>↑ Rejeitos em amostras E</p> <p>↑ Material eletrônico em amostras S</p> <p>↑ Tecidos em amostras E</p> <p>↑ Resíduo perigoso em amostras E</p>	<p>Maior coleta nas subprefeituras: Vila Mariana e <u>Cidade Ademar</u></p> <p>Em S: - 20% de toda a coleta e 60% apenas dos plásticos da coleta = plásticos não identificados - Encontrado grande quantidade de fios</p>
5	quarta-feira, 20 de dezembro de 2017	14h	Verão	Dez. - Festas de final de ano	4	9	9	X	6	1	X	5	9	43	<p>↑ Rejeitos em amostras E</p> <p>↑ Tecidos em amostras E</p>	<p>Contemplou caminhões de coleta de 2 períodos</p> <p>Maior coleta em: Vila Mariana, Capela do Socorro, Campo Limpo e <u>Jabaquara</u></p> <p>Grande quantidade de tecido: Final de ano</p>
6	segunda-feira, 5 de março de 2018	9h	Verão	13/fev - Carnaval	1	3	5	X	1	4	X	1	5	20	<p>↑ Material eletrônico em amostras E</p>	<p>Maior coleta em: Capela do Socorro, Vila Mariana, M'Boi Mirim e Campo Limpo</p> <p>Encontrado um ventilador = estação do ano (verão = calor)</p>
7	quarta-feira, 23 de maio de 2018	9h	Outono	01/mai - Dia do Trabalhador 13/mai - Dia das Mães 19 e 20/mai - Virada Cultural	4	8	10	X	6	4	X	5	11	49	<p>↑ Borracha em amostras E</p>	<p>Contemplou caminhões de coleta de 2 períodos</p> <p>Maior coleta nas subprefeituras: Vila Mariana e Capela do Socorro</p>

Legenda:



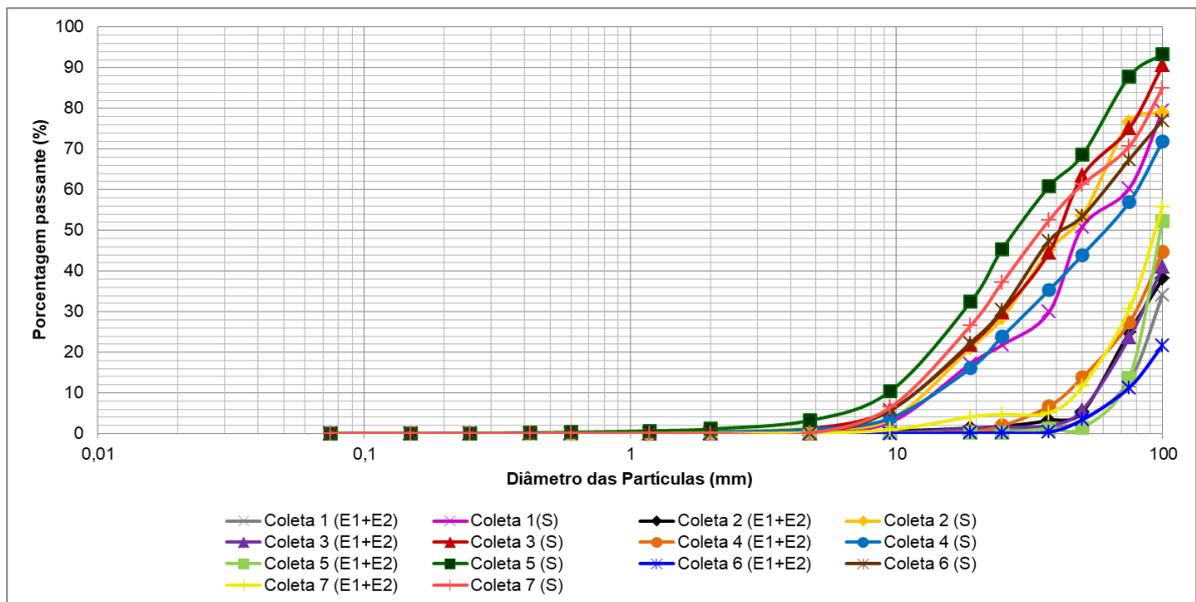
Alta quantidade



Baixa quantidade

Fonte: Autoria Própria, 2019.

Figura 51: Curva granulométrica das amostras de RSU analisadas na CMT-Ecourbis.



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Conforme indicado nas médias apresentadas na **Tabela 7**, a média de materiais passantes das amostras de entrada (E) na peneira com abertura de 50 mm é de cerca 6%, ou seja, a maior parte dos materiais ficou retida nas duas primeiras peneiras de malhas mais grossas (100 e 75 mm), indicando que os materiais de entrada são maiores do que 50 mm. Também é possível notar que a maioria dos materiais da amostra de saída é menor que os materiais de entrada e tem entre 19 e 9,5 mm, visto que cerca de 5,5% dos materiais passam na peneira com abertura de 9,5 mm. Desta forma, percebe-se que os materiais que iniciam o processo de triagem da central apresentam tamanhos maiores do que os materiais da saída, que já passaram por toda a triagem e serão encaminhados para o aterro.

Foi realizada a granulometria dos resíduos triados por outra central mecanizada existente na cidade de São Paulo, a Central Mecanizada Ponte Pequena e a análise dos dados obtidos por Oliveira (2019) permite visualizar que as duas centrais mecanizadas apresentam resultados semelhantes, ou seja, os resíduos das amostras de entrada são maiores que os das amostras de saída em ambas as centrais. Nota-se ainda semelhanças ao verificar que a maior parte das amostras de entrada coletadas por Oliveira (2019) foram retidas entre as peneiras com malha de 100 e 75mm. Portanto, os dados indicados mostram que as centrais apresentam questões relacionadas a granulometria com notáveis semelhanças entre si.

Tabela 7: Valores percentuais de materiais passantes em cada peneira obtidos em todas as coletas realizadas na CMT-Ecourbis.

	Diâmetro de Abertura das Peneiras (mm)	COLETA 1		COLETA 2		COLETA 3		COLETA 4		COLETA 5		COLETA 6		COLETA 7		MÉDIA	
		Coleta 1 (E1+E2)	Coleta 1(S)	Coleta 2 (E1+E2)	Coleta 2 (S)	Coleta 3 (E1+E2)	Coleta 3 (S)	Coleta 4 (E1+E2)	Coleta 4 (S)	Coleta 5 (E1+E2)	Coleta 5 (S)	Coleta 6 (E1+E2)	Coleta 6 (S)	Coleta 7 (E1+E2)	Coleta 7 (S)	Média (E1+E2)	Média (S)
PENEIRAMENTO GROSSO	100	34,15	79,36	38,12	79,00	40,97	90,61	44,71	71,99	52,34	93,33	21,73	77,11	55,87	85,03	41,13	82,35
	75	12,89	60,34	24,97	76,63	23,61	75,10	27,30	56,98	13,71	87,89	11,32	67,45	30,61	70,70	20,63	70,73
	50	3,33	50,88	5,31	53,46	5,80	63,46	13,82	43,97	1,41	68,57	3,45	53,48	11,70	61,27	6,40	56,44
	37,5	1,59	29,94	3,25	45,17	2,08	44,63	6,75	35,35	1,24	60,85	0,41	47,45	5,13	52,52	2,92	45,13
	25	0,59	21,84	1,80	28,42	1,60	29,90	1,96	23,89	0,23	45,40	0,13	30,47	4,73	37,18	1,58	31,01
	19	0,46	17,22	1,37	21,12	1,28	21,85	0,54	16,11	0,18	32,41	0,12	22,34	4,13	26,58	1,15	22,52
PENEIRAMENTO FINO	9,5	0,32	2,81	0,60	3,50	0,27	5,92	0,16	3,80	0,17	10,46	0,09	5,72	0,95	6,49	0,37	5,53
	4,75	0,17	0,79	0,25	1,33	0,08	1,23	0,06	1,11	0,16	3,26	0,06	0,05	0,20	0,15	0,14	1,13
	2	0,08	0,08	0,11	0,46	0,03	0,12	0,03	0,41	0,15	1,16	0,03	0,03	0,08	0,02	0,07	0,33
	1,18	0,01	0,03	0,05	0,28	0,02	0,04	0,03	0,32	0,14	0,69	0,02	0,01	0,05	0,01	0,05	0,20
	0,6	0,00	0,01	0,02	0,18	0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,33	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	0,08
	0,42	0,00	0,01	0,01	0,12	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,22	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05
	0,25	0,00	0,00	0,01	0,05	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
	0,15	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
	0,075	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fundo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Autoria Própria, 2019

Ao analisar os dados de granulometria apresentado separadamente por coleta na **Tabela 7**, nota-se que a maioria das amostras de entrada apresenta um comportamento semelhante, em que a maior parte dos materiais ficou retida até a peneira com abertura de 50 mm, com cerca de 1 a 5% dos materiais tendo passado para a peneira de 50 mm, porém, nas Coletas 4 e 7 a quantidade de materiais passantes foi de 14% e 12%, respectivamente.

Observa-se também uma pequena diferença quanto a amostra de saída da Coleta 5, da qual 10% do material passou pela peneira com abertura de 9,5 mm, enquanto nas outras amostras apenas cerca de 3 a 6% dos materiais passaram nesta peneira.

Em virtude da diferença entre as amostras de entrada e de saída, conclui-se que a triagem mecanizada apresenta um efeito significativamente positivo, ou seja, a triagem altera a granulometria dos resíduos sólidos urbanos, uma vez que o material considerado rejeito que foi analisado nas coletas de saída tende a possuir menores dimensões do que o material que chega na CMT-Ecourbis, analisado nas amostras de entrada. Esse fato aumenta a compacidade dos RSU no aterro sanitário e, conseqüentemente, sua vida útil. Conforme mostrado na **Figura 40**, ocorre a separação de materiais inicialmente em 250 mm e 90 mm (maior quantidade de fato apresentada nas análises granulométricas de entrada).

5.2 Gravimetria

A gravimetria é o processo de análise em que o material é separado de forma manual em grupos de substâncias semelhantes e para posterior determinação da massa do mesmo (ABREU, 2015). A análise gravimétrica dos resíduos permite melhorias com relação ao seu gerenciamento, possibilitando a diminuição de resíduos dispostos em aterros e o aumento das taxas relacionadas a reciclagem (ANDRADE, 2017). Portanto, essa análise é de extrema importância em todas as etapas de gerenciamento e elaboração dos planos de resíduos e projetos de aterros sanitários.

A média de valores obtidos na análise gravimétrica realizada em cada uma das coletas é apresentada na **Figura 52**, sendo separada em amostra de entrada (E1+E2) e amostra de saída (S).

Os dados obtidos na análise gravimétrica encontram-se na **Tabela 8** e, a partir de sua observação, percebe-se que nas amostras de entrada, os materiais recicláveis em destaque são: plástico (27,6%), papel e papelão (26,3%), vidro (10,1%), tecido (6,7%) e tetrapak (4,3%). Juntos, plástico, papel e papelão representam 53,9% de todas as coletas, um valor significativo visto que é mais da metade de todas as coletas. A porcentagem de rejeito (6%) é maior do que a quantidade de outros materiais recicláveis, como por exemplo, borracha (4%) e metal (4%).

A comparação dos dados obtidos nas amostras de entrada neste trabalho com os apresentados por Andrade (2017) após coleta em uma cooperativa localizada na Subprefeitura da Sé e com os exibidos por Oliveira (2019) após coleta na Central Mecanizada Ponte Pequena indica uma semelhança, visto que em ambas os materiais recicláveis com maior porcentagem foram plásticos, papel e vidro. Verifica-se, portanto, que a separação realizada pelos municípios prioriza estes tipos de resíduos.

Porém, a comparação da quantidade de rejeitos nas amostras de entrada apontam que os dados obtidos nas centrais mecanizadas de triagem são semelhantes, sendo 6% na Carolina Maria de Jesus e 11% na Ponte Pequena (OLIVEIRA, 2019), enquanto os dados exibidos pela cooperativa apresentam maior quantidade de rejeito nas amostras de entrada, representando 12 e 16% (ANDRADE, 2017).

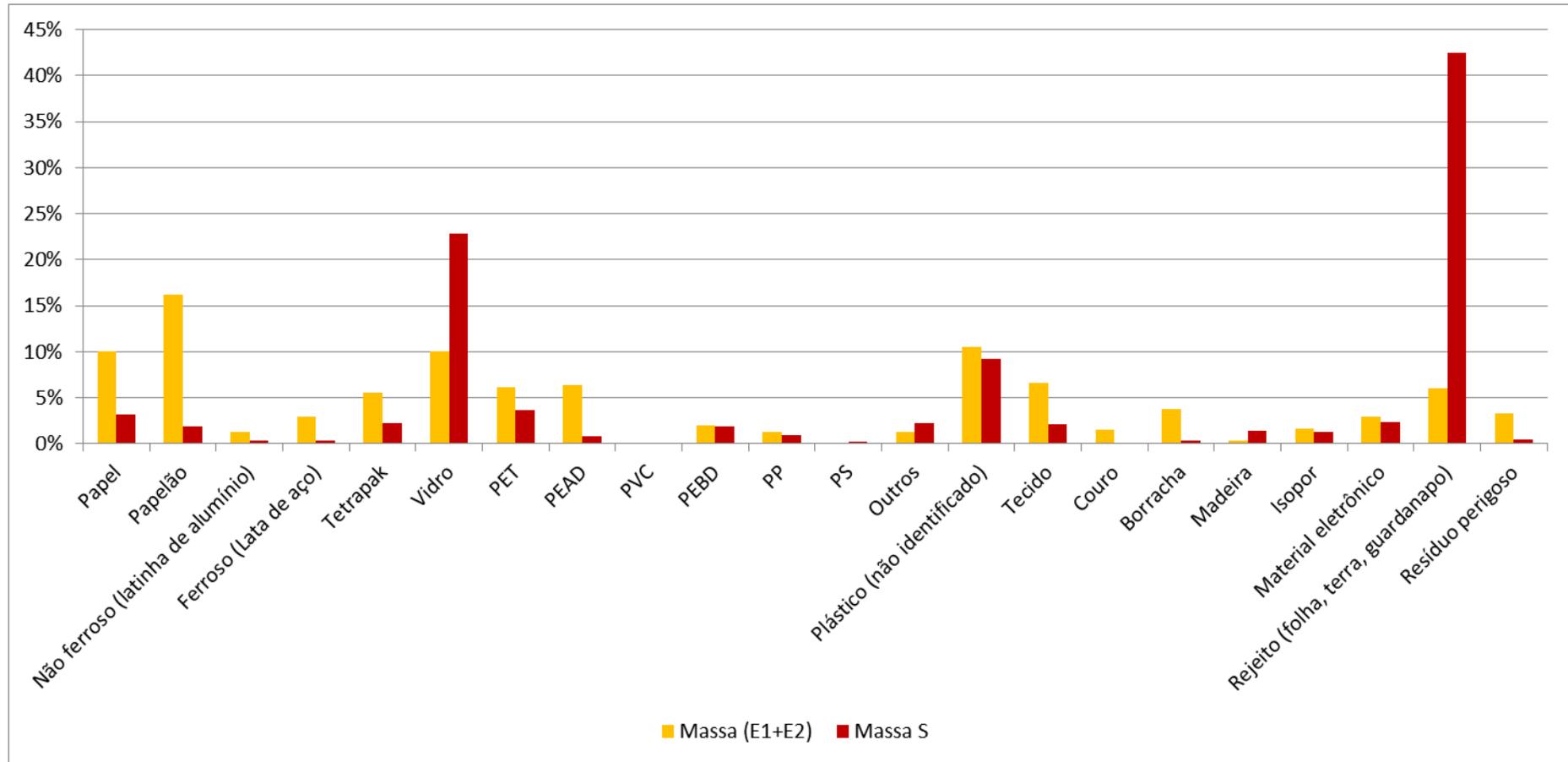
Ao analisar os dados das amostras de saída apresentados na **Tabela 8**, percebe-se que o rejeito está em destaque, representando 42,5% de todo o material analisado. Quanto aos materiais recicláveis, estão em destaque: vidro (22,9%), plásticos (18,8%) e papel e papelão (5%). A predominância de rejeitos efetivos, uma vez que a triagem visa encaminhar materiais com maior valor agregado de venda para reciclar e considerar os demais como rejeito, é esperada na amostra de saída, porém, ao analisar os dados, verifica-se que o valor de rejeito ainda representa menos da metade de todas as coletas, ou seja, ocorre um maior índice de separação na fonte e um valor médio de eficiência na triagem dos recicláveis.

Tabela 8: Percentuais da gravimetria obtida em cada saco (E1, E2 e S) por coleta na CMT-Ecoubis e média dos valores da gravimetria obtida em cada saco.

RESÍDUO ANALISADO	COLETA 1			COLETA 2			COLETA 3			COLETA 4			COLETA 5			COLETA 6			COLETA 7			MÉDIA			
	Massa E1 (%)	Massa E2 (%)	Massa S (%)	Massa E1 (%)	Massa E2 (%)	Massa S (%)	Massa E1 (%)	Massa E2 (%)	Massa S (%)	Massa E1 (%)	Massa E2 (%)	Massa S (%)	Massa E1 (%)	Massa E2 (%)	Massa S (%)	Massa E1 (%)	Massa E2 (%)	Massa S (%)	Massa E1 (%)	Massa E2 (%)	Massa S (%)	Massa E1 (%)	Massa E2 (%)	Massa S (%)	
Papel	6,269	5,142	9,868	7,654	8,672	0,000	1,751	22,188	1,596	5,167	0,774	2,435	16,696	13,350	5,399	2,501	22,575	0,000	4,915	23,420	2,604	6,422	13,732	3,129	
Papelão	23,535	9,752	7,146	23,459	18,726	0,000	13,697	6,788	0,000	23,861	20,815	2,509	15,901	1,352	2,618	18,200	30,451	0,177	12,500	7,957	0,310	18,736	13,692	1,823	
Não ferroso (latinha de alumínio)	0,000	0,414	0,151	0,398	0,844	0,000	1,030	4,255	0,000	0,000	0,029	0,000	0,516	6,084	1,800	0,000	0,267	0,000	2,350	2,351	0,226	0,613	2,035	0,311	
Ferroso (Lata de aço)	3,494	2,719	0,756	1,590	2,840	1,105	1,751	5,674	0,093	0,000	3,235	0,318	2,981	5,577	0,000	2,362	5,565	0,000	3,526	0,000	0,000	2,243	3,658	0,325	
Tetrapak	9,455	4,965	2,079	11,531	2,686	5,525	12,358	0,608	0,709	10,897	0,422	1,550	4,770	1,014	1,825	9,447	2,415	3,372	5,449	1,176	0,930	9,130	1,898	2,284	
Vidro	8,530	13,416	45,429	0,000	18,649	22,150	12,873	16,008	19,642	0,180	3,657	12,841	32,001	13,350	23,561	0,073	0,000	11,742	0,000	22,516	24,679	7,665	12,514	22,863	
1 - PET	10,175	2,719	3,214	14,115	2,379	2,260	7,621	5,066	4,345	7,384	1,477	5,535	8,944	6,084	2,781	4,446	2,835	2,770	3,846	8,500	4,651	8,076	4,151	3,651	
2- PEAD	7,708	3,842	1,588	6,461	3,070	0,352	14,933	14,691	0,000	1,973	0,000	2,288	3,180	13,688	0,082	0,556	3,675	0,723	5,556	9,856	0,434	5,767	6,975	0,781	
3 - PVC	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,191	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,241	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,062	
4 - PEBD	0,206	0,177	0,529	3,181	4,144	1,306	0,309	0,912	2,572	1,503	0,352	3,616	4,373	2,366	1,800	3,195	1,575	0,723	4,701	0,452	2,418	2,495	1,425	1,852	
5 - PP	2,467	0,118	0,870	2,783	0,844	1,005	4,016	0,507	0,931	0,752	0,102	0,959	2,186	0,710	0,982	2,362	0,931	0,420	1,216	1,068	0,351	0,259	2,233	0,436	0,889
6 - PS	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,904	0,103	0,709	0,399	0,053	0,000	0,110	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,022	0,101	0,202	
7 - Outros	2,878	8,274	8,544	1,352	0,153	5,023	0,103	0,203	0,161	0,752	0,000	0,254	0,994	0,076	1,145	1,528	0,180	0,157	1,282	0,000	0,084	1,270	1,269	2,195	
Plástico (não identificado)	11,922	0,000	0,000	12,266	17,959	7,484	12,770	4,965	13,657	3,852	10,548	20,073	3,776	14,364	6,872	22,645	4,200	6,322	23,184	4,883	9,735	12,917	8,131	9,163	
Tecido	2,261	10,106	2,117	0,000	2,686	8,438	3,502	0,000	0,222	0,139	36,777	1,181	0,000	21,631	0,118	4,585	0,116	0,000	9,509	1,809	2,480	2,856	10,446	2,079	
Couro	1,953	0,000	0,000	3,579	0,000	0,000	7,518	8,207	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,864	1,172	0,000	
Borracha	0,000	23,345	0,000	4,970	0,000	0,000	0,000	2,432	0,040	0,000	3,094	2,435	0,000	0,000	0,000	3,890	0,000	0,000	0,641	13,926	0,000	1,357	6,114	0,354	
Madeira	0,000	0,768	0,756	1,889	0,000	0,000	0,000	2,128	2,882	0,000	0,000	0,260	0,000	0,000	6,054	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,270	0,414	1,422	
Isopor	0,822	7,092	0,529	1,093	0,307	2,813	0,206	0,709	1,729	0,000	0,366	1,181	1,988	0,356	1,636	5,279	0,735	0,361	1,923	1,718	0,496	1,616	1,612	1,249	
Material eletrônico	1,028	0,000	0,113	0,000	0,307	0,552	5,458	3,546	2,971	0,275	2,039	8,044	0,000	0,000	0,000	21,945	3,974	6,624	0,000	0,806	1,912	3,977	2,352		
Rejeito (folha, terra, guardanapo)	7,297	7,151	14,117	2,982	15,733	41,085	0,000	0,405	47,710	0,752	16,314	34,243	0,994	0,000	43,031	18,477	3,045	67,500	10,363	1,085	49,731	5,838	6,248	42,488	
Resíduo perigoso	0,000	0,000	2,193	0,696	0,000	0,000	0,000	0,000	0,150	42,462	0,000	0,167	0,699	0,000	0,000	0,000	0,000	0,482	2,564	0,000	0,000	6,632	0,000	0,427	
TOTAL	100	100	100																						

Fonte: Autoria Própria, 2019.

Figura 52: Média da análise gravimétrica das coletas realizadas na CMT-Ecourbis separada em amostras de entrada (E1+E2) e amostras de saída (S).



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Nota-se uma quantidade considerável de vidro apresentadas nas amostras de entrada e de saída. O estudo indicado pela ABRELPE (2018) indica que 64% da população brasileira tem conhecimento de que o vidro é reciclável, porém, este resíduo apresenta maior distribuição nas amostras de entrada e de saída, ou seja, apesar de mais da metade da população ter ciência da reciclagem do vidro, como o mesmo não é separado e nem comercializado pela CMT-Ecourbis, também aparece na amostra de saída, representando cerca de $\frac{1}{4}$ do material dessas amostras.

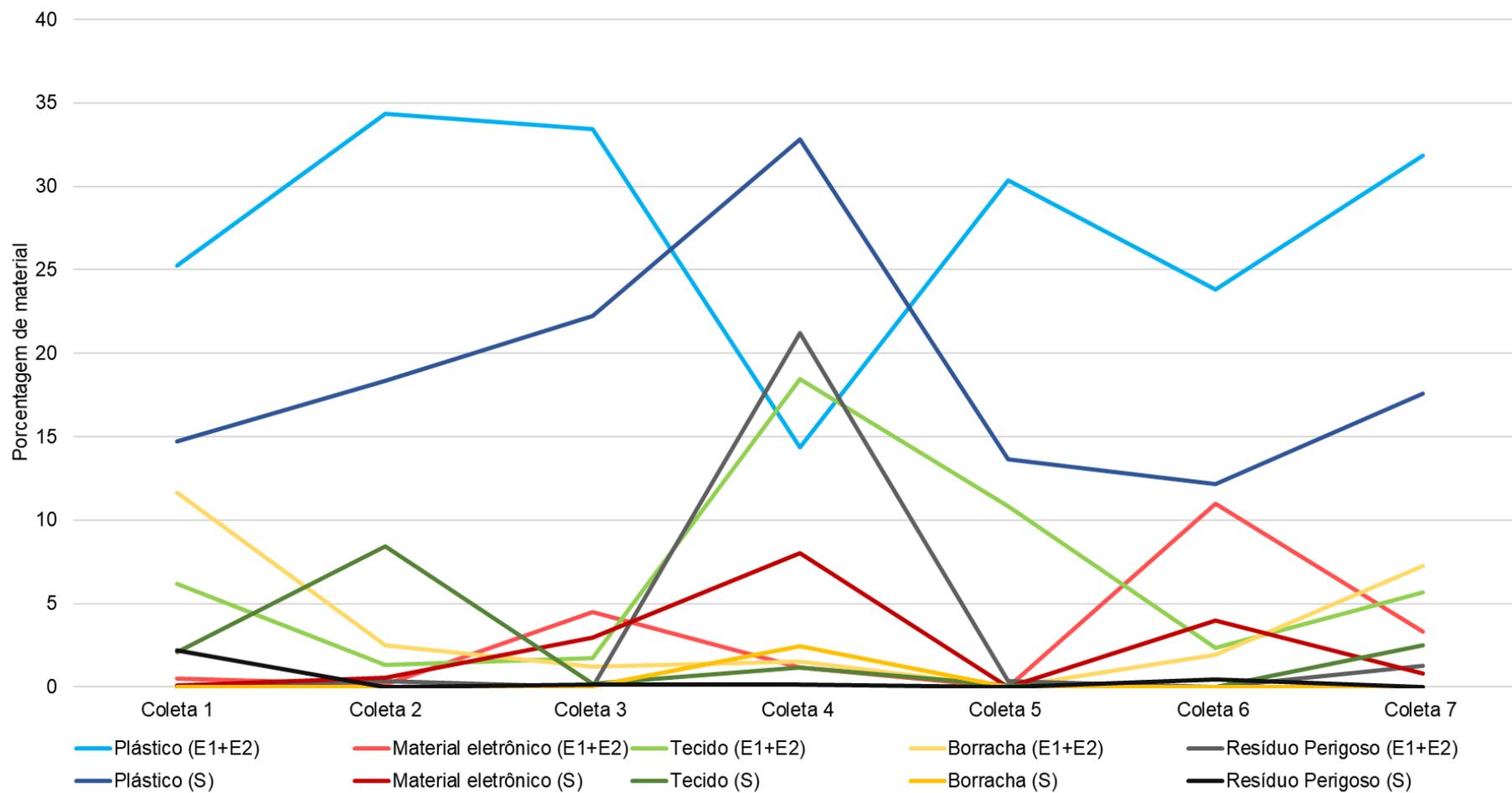
O papelão aparece em grande quantidade nas amostras de entrada, enquanto nas amostras de saída existiu uma porcentagem pequena deste material. É possível concluir que a maior parte deste material é separada na triagem mecanizada e reciclada.

Os dados apresentados por Andrade (2017) após coleta em uma cooperativa localizada na Subprefeitura da Sé mostram que 61 e 65% de rejeito compõem suas amostras de saída. Comparado aos dados obtidos nas amostras de saída coletadas na Central Mecanizada Carolina Maria de Jesus, nota-se que a triagem realizada na cooperativa é mais efetiva, visto que mais da metade das amostras de saída são compostas por rejeito.

Ao comparar os dados indicados com os dados exibidos por Oliveira (2019) que, após coleta na Central Mecanizada Ponte Pequena, apontou 37% de rejeito nas amostras de saída, percebe-se que ambas as centrais mecanizadas da cidade necessitam de melhorias quanto a sua triagem, principalmente a Central Mecanizada Ponte Pequena, visando um aumento significativo da porcentagem de rejeito apresentada nas amostras de saída, ou seja, tendo como objetivo a disposição em aterro apenas de material que seja realmente considerado rejeito.

A **Figura 53** indica a porcentagem de materiais eletrônicos por coleta e, a partir de sua análise, percebe-se que nas amostras de entrada a quantidade de material eletrônico apresentada na coleta 6 foi elevada, sendo de 11%. A coleta 6 foi realizada na estação do verão e, durante a sua análise gravimétrica, houve a triagem de um ventilador com peso significativo para representar a diferença citada.

Figura 53: Resultados da análise gravimétrica de materiais em cada coleta realizada na CMT-Ecourbis, separada em amostras de entrada (E1+E2) e amostras de saída (S).



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Ainda analisando a **Figura 53**, as amostras de saída apresentam valor elevado de materiais eletrônicos na coleta 4 (8%). Durante a análise gravimétrica desta coleta, realizou-se a triagem de uma quantidade significativa de fios, representando a diferença citada.

A porcentagem de tecido triada por coleta também é representada na **Figura 53**. Nota-se que nas amostras de entrada a porcentagem de tecido destaca-se nas coletas 4 e 5, representando, respectivamente, 18% e 11% de toda a coleta. As coletas foram realizadas respectivamente em outubro e dezembro de 2017, de forma que se tem como hipótese a troca de roupas antigas por novas, sendo as mesmas descartadas, devido à grande parte da população receber as parcelas do 13º salário nestes meses.

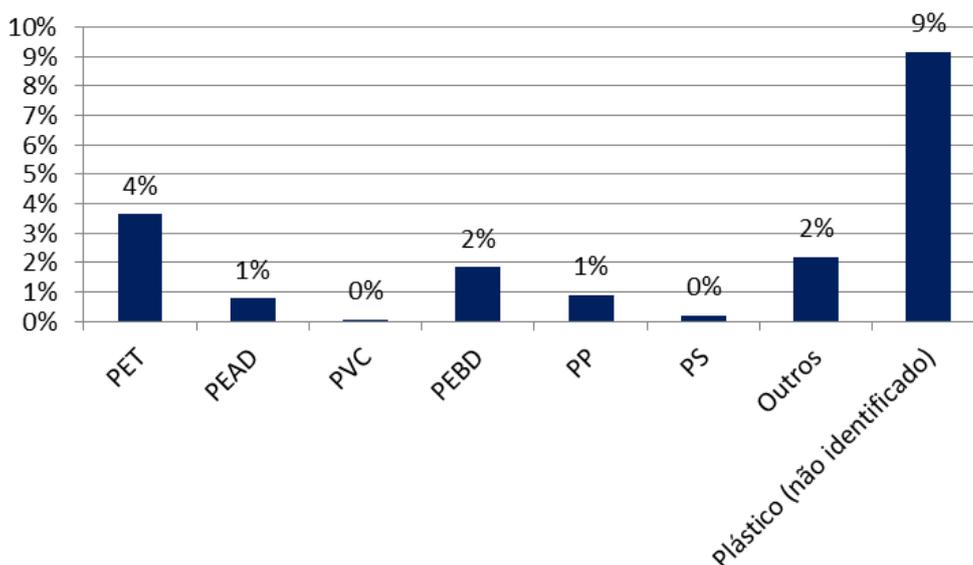
Nas amostras de saída, percebe-se que a porcentagem de tecido é elevada na coleta 2, representando 8% de toda a coleta. Essa coleta foi realizada no mês de junho, logo após o início do inverno, ou seja, existe a possibilidade de ocorrer descarte de peças de roupa devido a mudança de estação.

Percebe-se que a borracha representou grandes porcentagens nas coletas 1 e 7 das amostras de entrada, respectivamente 12% e 7%. Ambas as coletas aconteceram no mês de maio, porém em anos diferentes (2017 e 2018), de forma que estas porcentagens estão relacionadas à sazonalidade.

A quantidade de resíduo perigoso na coleta 4 das amostras de entrada foi diferente do padrão apresentado nas demais. Nas análises laboratoriais, a maior parte triada desse tipo de resíduo eram pilhas e embalagens de óleo lubrificante, materiais que devem ser dispostos como perigosos. Desta forma, a presença desses materiais em uma análise vinda na Coleta Seletiva, indica novamente a necessidade relacionada a uma melhor apropriação da população quanto aos resíduos que fazem parte deste tipo de coleta.

A porcentagem de plásticos é elevada tanto nas amostras de entrada quanto nas amostras de saída, 27,6 e 18,8%, respectivamente. A **Figura 54** mostra a porcentagem de cada tipo de plástico que compõem 19% das amostras de saída. Os tipos de plástico em destaque são: plástico não identificado (9%), PET (4%), PP (2%) e PS (2%).

Figura 54: Composição média dos tipos de plásticos indicados amostras de saída das coletas realizadas na CMT-Ecourbis.



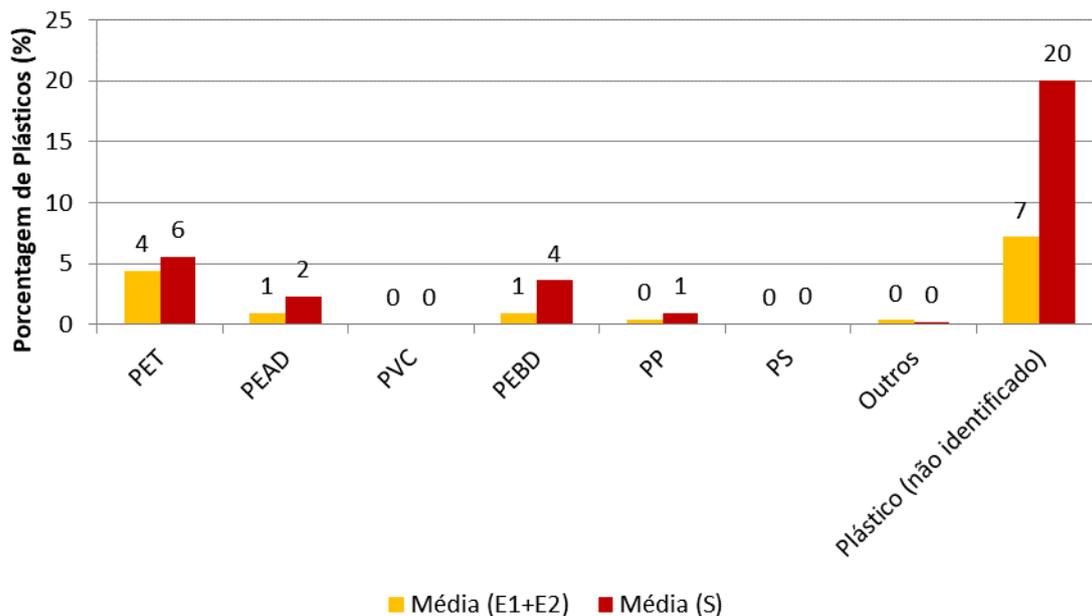
Fonte: Aatoria Própria, 2019.

O plástico não identificado aparece em destaque nas amostras de saída, não participando da reciclagem e sendo considerado rejeito, visto à dificuldade de definir alguns plásticos por conta de as embalagens não apresentarem a especificação dos mesmos. Andrade (2017) afirma que a não identificação nos rótulos dificulta a separação dos resíduos pelos cooperados e, conseqüentemente, o material segue para o rejeito.

Ao analisar sua distribuição em cada coleta, conforme indicado na **Figura 53**, percebe-se que na maioria das coletas o plástico aparece em maior quantidade nas amostras de entrada e menor quantidade nas amostras de saída, exceto na coleta 4, em que esta tendência inverte-se, tornando-se maior o número de plástico na amostra de saída do que na amostra de entrada.

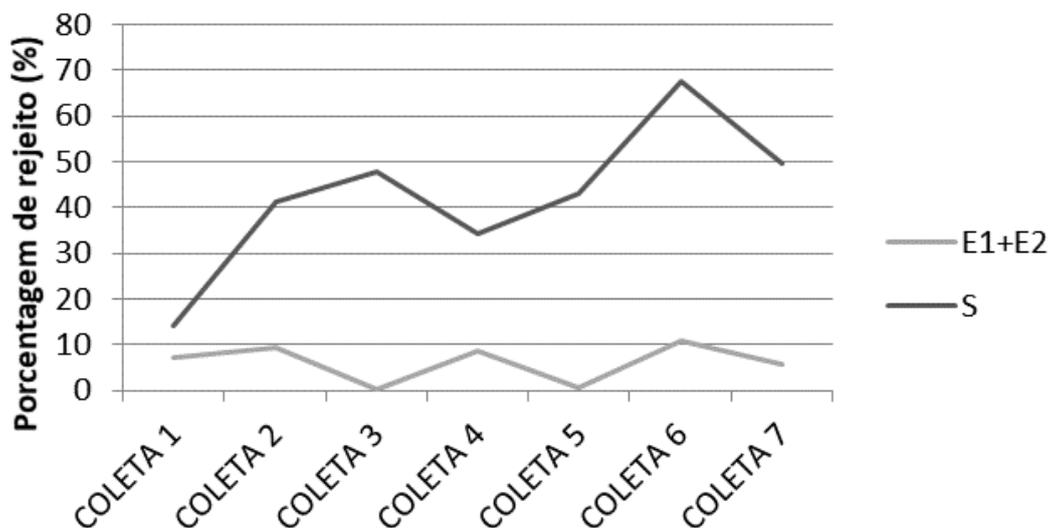
Visto a questão da coleta 4, em que o plástico aparece em maior quantidade na amostra de saída, ao analisar a **Figura 55**, que apresenta a amostra detalhada dos plásticos na coleta 4, nota-se que o plástico não identificado representa 20% de toda a coleta, indicando que, uma vez que não é possível identificar o tipo de plástico, sua reciclagem é dificultada.

Figura 55: Porcentagem dos tipos de plásticos apresentados na coleta 4 da CMT-Ecourbis.



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Figura 56: Média da análise gravimétrica de rejeitos em cada coleta realizada na CMT-Ecourbis, separada em amostras de entrada (E1+E2) e amostras de saída (S).



Fonte: Autoria Própria, 2019.

A análise por distribuição de coleta indicada na **Figura 56** mostra que os picos de rejeitos nas amostras de entrada são apresentados nas coletas 1, 2, 4 e 5. Apesar de apresentarem no máximo 11% de toda coleta, o número de rejeitos aumentou principalmente quando foram encontrados materiais como fraldas descartáveis, papéis higiênicos usados ou até mesmo o cadáver de um pássaro. A presença desses resíduos em uma análise vinda na Coleta Seletiva

aponta que a população necessita apropriar-se melhor sobre os resíduos que fazem parte deste tipo de coleta.

5.3 Relação de Granulometria e Gravimetria

Ao relacionar os dados gerados de granulometria e gravimetria é possível verificar quais os tipos de materiais que interferem diretamente no tamanho médio dos resíduos. Para a seleção de dados dessa análise, verificou-se que, a partir dos dados de granulometria obtidos, o peneiramento grosso apresentou maior variação de valores se comparado ao peneiramento fino, portanto, a análise da relação de granulometria e gravimetria será discorrida apenas referente aos dados de peneiramento grosso da granulometria.

A **Tabela 9** apresenta valores mínimos e máximos na variação de porcentagem passante em cada peneira.

Tabela 9: Variação de Porcentagem Passante em cada peneira e valores mínimo e máximo indicados na granulometria das amostras coletadas na CMT-Ecourbis.

		E1+E2			S		
		Varição de	Valor mínimo	Valor máximo	Varição de	Valor mínimo	Valor máximo
% passante	100mm	34	21,7	55,9	21	72,0	93,3
	75mm	19	11,3	30,6	31	57,0	87,9
	50mm	12	1,4	13,8	25	44,0	68,6
	37,5mm	6	0,4	6,7	31	29,9	60,8
	25mm	5	0,1	4,7	24	21,8	45,4
	19mm	4	0,1	4,1	16	16,1	32,4
	9,5mm	1	0,1	1,0	8	2,8	10,5

Fonte: Autoria Própria, 2019.

Ao comparar os dados indicados na **Tabela 9** verifica-se um padrão em maior parte do peneiramento grosso, de maneira que a porcentagem de resíduos passantes em cada peneira é maior nas amostras de saída do que nas amostras de entrada. Esses dados apontam que os resíduos analisados nas amostras de entrada são maiores do que os resíduos nas amostras de saída, uma vez que estes já passaram por toda a triagem.

As **Tabelas 10 e 11** apresentam a variação da porcentagem de cada resíduo triado nas análises gravimétricas, juntamente com o valor mínimo e valor máximo encontrados.

Tabela 10: Variação de Porcentagem de resíduos nas amostras de entrada coletadas na CMT-Ecourbis e seus valores mínimos e máximos indicados na gravimetria.

		E1+E2		
		Varição de	Valor mínimo	Valor máximo
Resíduos (%)	Papel	12	3,0	15,0
	Papelão	16	8,6	24,3
	Não ferroso (alumínio)	3	0,0	3,3
	Ferroso (aço)	3	1,6	4,3
	Tetrapak	4	2,9	7,2
	Vidro	23	0,0	22,7
	1 – PET	5	3,6	8,2
	2- PEAD	14	1,0	14,8
	3 – PVC	0	0,0	0,0
	4 – PEBD	3	0,2	3,7
	5 – PP	2	0,4	2,3
	6 – OS	0	0,0	0,4
	7 – Outros	5	0,2	5,6
	Plástico (não identificado)	9	6,0	15,1
	Tecido	17	1,3	18,5
	Couro	8	0,0	7,9
	Borracha	12	0,0	11,7
	Madeira	1	0,0	1,1
	Isopor	4	0,2	4,0
	Material eletrônico	11	0,0	11,0
Rejeito	11	0,2	10,8	
Resíduo perigoso	21	0,0	21,2	

Fonte: Autoria Própria, 2019.

Tabela 11: Variação de Porcentagem de resíduos nas amostras de saída coletadas na CMT-Ecourbis e valores mínimos e máximos indicados na gravimetria.

		S		
		Varição de	Valor mínimo	Valor máximo
Resíduos (%)	Papel	10	0,0	9,9
	Papelão	7	0,0	7,1
	Não ferroso (alumínio)	0	0,0	0,2
	Ferroso (aço)	1	0,0	1,1
	Tetrapak	5	0,7	5,5
	Vidro	34	11,7	45,4
	1 - PET	3	2,3	5,5
	2- PEAD	2	0,0	2,3
	3 - PVC	0	0,0	0,2
	4 - PEBD	3	0,5	3,6
	5 - PP	1	0,3	1,2
	6 - PS	1	0,0	0,9
	7 - Outros	8	0,1	8,5
	Plástico (não identificado)	20	0,0	20,1
	Tecido	8	0,0	8,4
	Couro	0	0,0	0,0
	Borracha	2	0,0	2,4
	Madeira	6	0,0	6,1
	Isopor	2	0,4	2,8
	Material eletrônico	8	0,0	8,0
Rejeito	53	14,1	67,5	
Resíduo perigoso	2	0,0	2,2	

Fonte: Autoria Própria, 2019.

Percebe-se, a partir da análise das **Tabela 10 e 11**, que os resíduos com maior porcentagem de variação entre mínimos e máximos nas amostras de entrada foram, em ordem decrescente: vidro, resíduo perigoso, tecido e papelão; enquanto nas amostras de saída, os resíduos em maior porcentagem foram, em ordem decrescente: rejeito, vidro, plástico sem identificação e papel.

A análise relacionada ao vidro permite verificar uma variação de cerca de 23% na porcentagem de vidro nas amostras de entrada, incluindo-se valores entre 0,03% até 22,6%; enquanto nas amostras de saída a variação é de aproximadamente 34%, abrangendo valores entre 11% e 45%. Nota-se que entre as amostras de entrada e saída as porcentagens de variação são

aproximadas, uma hipótese para esse resultado é a inexistência de encaminhamento deste resíduo para a reciclagem, pois o mesmo não é separado na CMT-Ecourbis. Verifica-se ainda que a variação deste resíduo nas amostras de saída é relativamente alta, apontando a necessidade de novas alternativas relacionadas a triagem do vidro.

O rejeito apresentou cerca de 11% de variação nas amostras de entrada, compreendendo valores entre 0,2% e 10%; e aproximadamente 53% de variação nas amostras de saída, incluindo valores entre 14% e 67%. Visto que houve a triagem dos resíduos coletados nessas amostras, ou seja, os resíduos recicláveis foram separados e encaminhados para venda, espera-se que haja uma menor dispersão de rejeito nas amostras de saída, portanto, nota-se que a CMT-Ecourbis necessita de melhorias em sua triagem em busca do aumento da porcentagem de rejeitos nas amostras de saída com o objetivo de diminuir a variação apresentada.

O plástico não identificado também apresenta destaque nos dados gerais de gravimetria, estando presente entre um dos maiores valores máximos tanto nas amostras de entrada (15%) quanto nas amostras de saída (20%). Esse resíduo apresenta 20% de variação nas amostras de saída, uma das maiores variações observadas, apontando que embalagens com sua composição não identificada dificultam para que a triagem do plástico seja realizada de forma realmente efetiva na CMT-Ecourbis e, conseqüentemente, esses resíduos são encaminhados para aterros ao invés de serem reciclados.

Comparando-se as análises granulométricas e gravimétricas apresentadas nas **Tabelas 9, 10 e 11**, nota-se que o papelão apresenta os maiores valores mínimos e máximos obtidos nas amostras de entrada, sendo respectivamente 8 e 24%, e, uma vez que na granulometria dessas amostras apresenta materiais de tamanhos maiores, percebe-se que o papelão é um resíduo que interfere no tamanho médio dos materiais das amostras de entrada.

Visto que o rejeito apresenta maior variação gravimétrica nas amostras de saída (53%) e que essas amostras apresentam resíduos de tamanhos menores de acordo com os dados obtidos na análise granulométrica, percebe-se que o rejeito apresenta menores tamanhos, de forma que interfere no tamanho médio das amostras de saída.

A triagem realizada na CMT-Ecourbis, conforme indicado na **Figura 39**, separa os resíduos por tamanho ao passar pelo *Trommel*, equipamento que divide o material em pequeno (de até 90 mm), médio (de 90mm a 250mm) e grande (acima de 250mm). Os materiais médios e grandes apresentam a triagem manual em comum, visto que os materiais grandes são encaminhados diretamente para a triagem manual e os materiais médios são dirigidos para o equipamento balístico, sensores óticos 2D e 3D e posteriormente a triagem manual; enquanto o material de até 90 mm é encaminhado aos sensores magnético e por indução e, em seguida, diretamente para a esteira de rejeitos, ou seja, não participa da triagem manual preliminar. Portanto, levanta-se a hipótese de que os resíduos encontrados nas amostras de saída apresentam tamanhos menores devido a triagem indicada.

Considerando-se uma condição ideal em que os resíduos orgânicos também seriam separados, percebe-se que, para aterros sanitários futuros com disposição apenas de rejeitos, essa granulometria irá influenciar na compactação e na degradação biológica, de modo que haverá uma diminuição do gás emitido e aumento da vida útil.

5.4 Parâmetros Sociais

Existem índices que permitem analisar os parâmetros sociais de uma população, portanto, para esta análise houve a comparação dos dados obtidos com: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), Índice de Desemprego e Índice de Vulnerabilidade Social (IVS). A **Tabela 12** apresenta os valores desses índices em cada subprefeitura contemplada pela coleta da CMT-Ecourbis e a **Tabela 13** indica a porcentagem de setores atendidos em cada subprefeitura.

Tabela 12: Valores de parâmetros sociais apresentados em cada subprefeitura contemplada pela coleta da CMT-Ecourbis.

		Região Sul 1			Região Sul 2			
Subprefeituras		Jabaquara	Santo Amaro	Vila Mariana	Campo Limpo	Capela do Socorro	Cidade Ademar	M'Boi Mirim
IDHM 2010	Geral	0,816	0,909	0,938	0,783	0,75	0,758	0,716
	Renda	0,845	0,986	1	0,81	0,745	0,771	0,7
	Longevidade	0,892	0,926	0,939	0,883	0,837	0,86	0,813
	Educação	0,72	0,822	0,878	0,67	0,677	0,658	0,646
Índice de Desemprego		13,2			17,5			
IVS 2010	Geral	0.291						
	Infraestrutura Urbana	0.405						
	Capital Urbano	0.257						
	Renda e Trabalho	0.212						

Fonte: Autoria Própria, 2019. Dados: PNUD, 2013; IPEA, 2019; RNSP, 2017.

Tabela 13: Porcentagem de setores atendidos em cada subprefeitura contemplada pela coleta da CMT-Ecourbis.

		Região Sul 1			Região Sul 2			
		Jabaquara	Santo Amaro	Vila Mariana	Campo Limpo	Capela do Socorro	Cidade Ademar	M'Boi Mirim
Coleta 1		8%	4%	25%	13%	21%	17%	13%
Coleta 2		12%	16%	24%	20%	20%	0%	8%
Coleta 3		12%	10%	24%	17%	24%	5%	10%
Coleta 4		13%	13%	25%	0%	19%	25%	6%
Coleta 5		14%	12%	21%	21%	21%	9%	2%
Coleta 6		5%	5%	25%	15%	25%	5%	20%
Coleta 7		13%	10%	23%	17%	21%	8%	8%
Total		11%	10%	23%	16%	22%	9%	9%
		45%			55%			

Fonte: Autoria Própria, 2019.

Campos (2012) afirma que o desenvolvimento econômico, o capital e o consumo estão diretamente relacionados com a geração e caracterização de resíduos sólidos. Desta forma, uma vez que as subprefeituras de Santo Amaro e Vila Mariana apresentam maior IDHM renda, estas prefeituras são responsáveis por um maior consumo e, conseqüentemente, uma maior geração de resíduos sólidos comparado às outras subprefeituras contempladas. De acordo com o PGIRS (2014), das subprefeituras da região Sul, Santo Amaro e Vila Mariana apresentam os maiores índices per capita de geração de resíduos,

respectivamente 1,5 e 1,3 kg/hab/dia, justificando a maior abrangência de setores atendidos durante o período das análises.

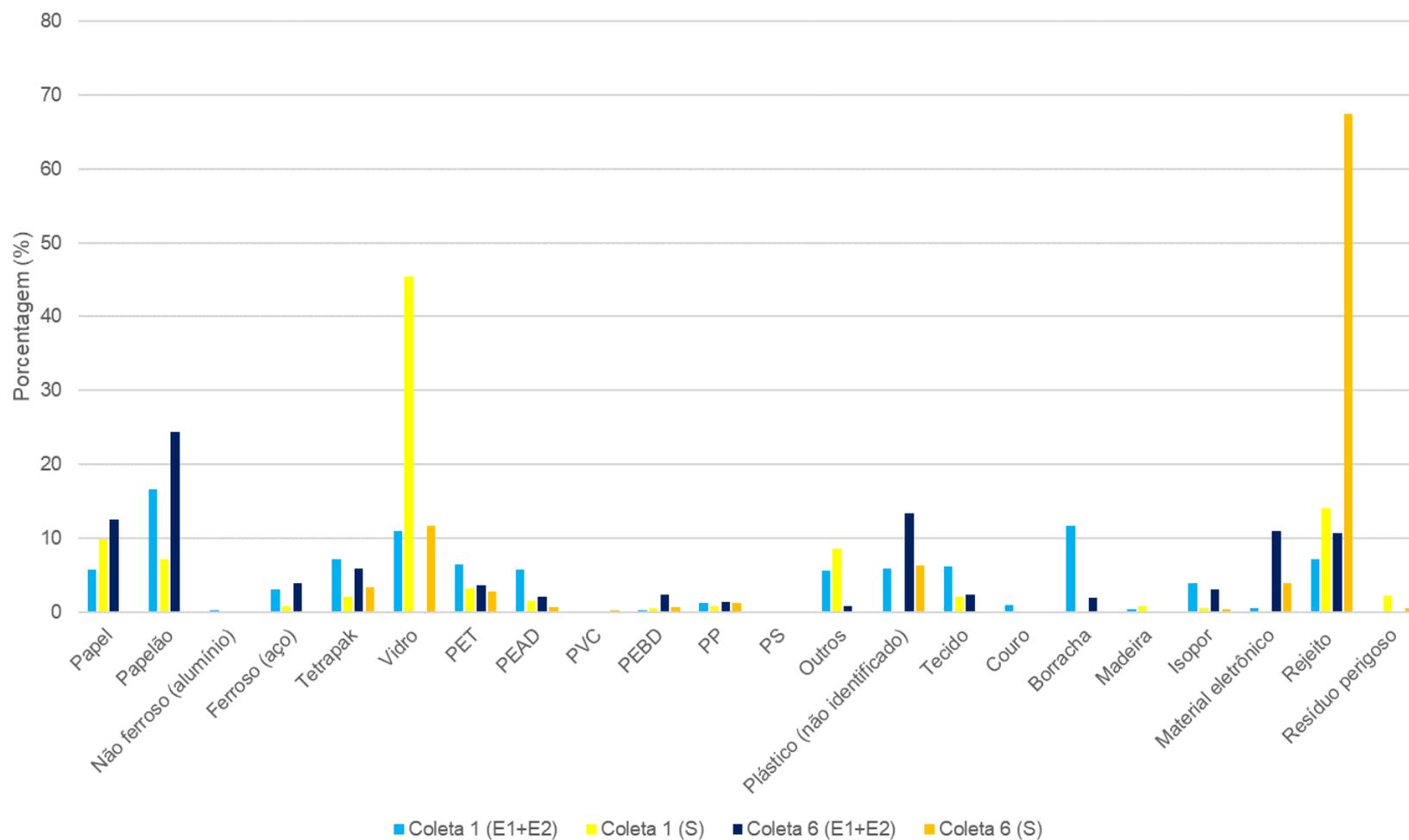
Das coletas realizadas na Central Mecanizada de Triagem, nota-se, a partir da **Tabela 13**, que a maior porcentagem de setores atendidos foi da subprefeitura Vila Mariana enquanto a menor porcentagem de setores atendidos foi da subprefeitura M'Boi Mirim. Portanto, ao verificar a **Tabela 12**, percebe-se que a subprefeitura Vila Mariana apresentou melhor IDHM comparado às outras subprefeituras da região enquanto a subprefeitura M'Boi Mirim apresentou o pior IDHM comparado às outras subprefeituras. Optou-se por selecionar as coletas em que houve maior quantidade de setores atendidos de cada uma dessas subprefeituras buscando uma análise mais detalhada. Desta forma, visto que 25% dos setores atendidos na coleta 1 eram da Vila Mariana e 20% dos setores atendidos na coleta 6 eram de M'Boi Mirim, ambas as coletas foram escolhidas para análise comparativa mais detalhada de sua gravimetria apresentada na **Figura 57**.

Nota-se que o papelão, papel e plástico não identificado representam destaque nas amostras de entrada de ambas as coletas indicadas na **Figura 57**. A comparação dos dados indica que a coleta com grande porcentagem de setores da subprefeitura M'Boi Mirim apresenta uma porcentagem maior destes resíduos do que a representada na coleta com maior porcentagem de setores atendidos da subprefeitura Vila Mariana.

A análise detalhada dos plásticos aponta que os tipos de plástico com maior porcentagem nas amostras de entrada são PET, PEAD, Outros e Plástico não identificado. Os três primeiros tipos indicados são representados em maior quantidade na coleta 1, que apresenta maior porcentagem de setores atendidos da subprefeitura Vila Mariana.

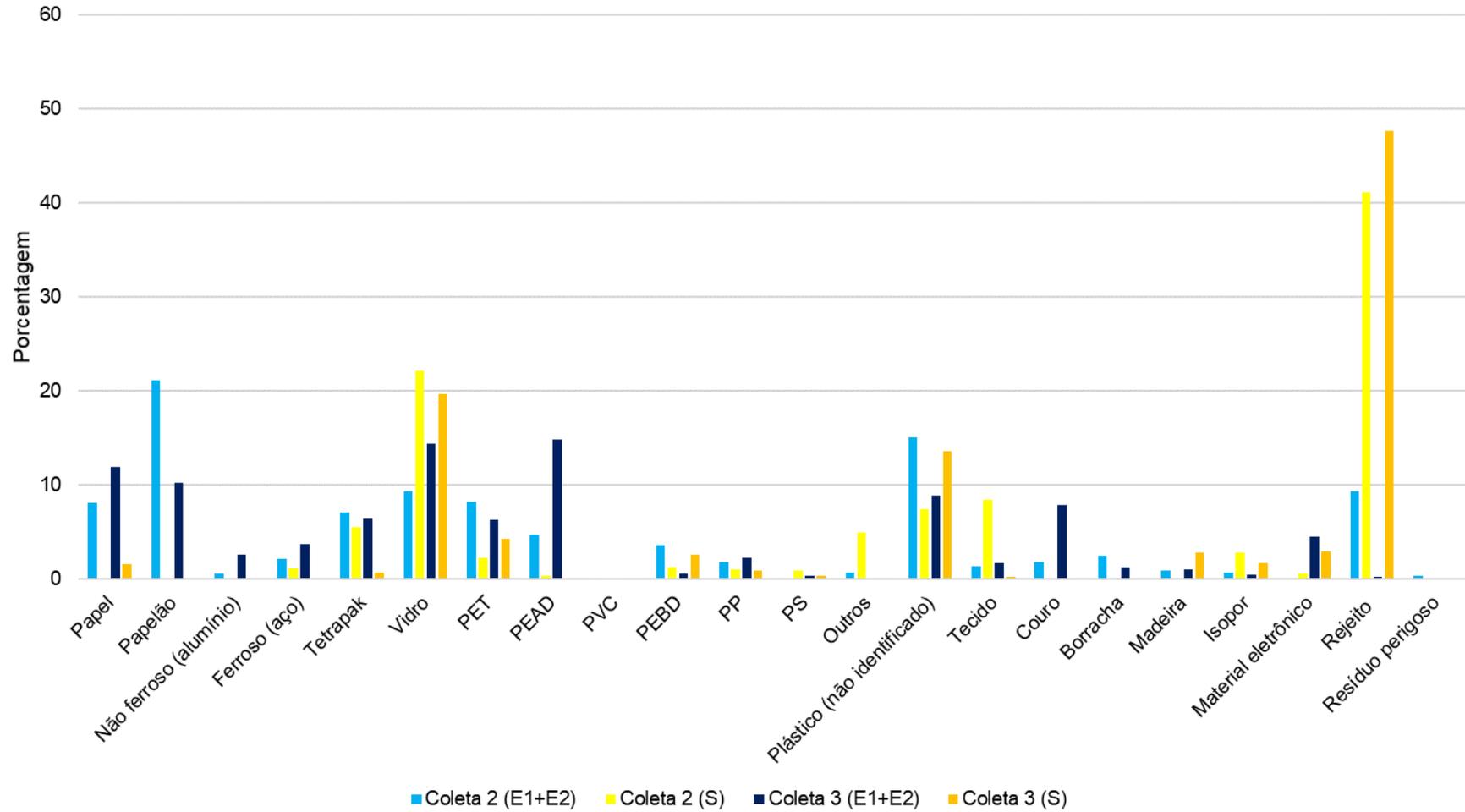
Para a distinção da diferença de IDHM apresentada em cada uma dessas subprefeituras levanta-se a hipótese que, como o IDHM representa um conjunto de indicadores socioeconômicos, a subprefeitura com maior número de IDHM possui estimativas maiores desses indicadores, ou seja, apresentam melhor renda e conseqüentemente um maior consumo de plásticos, por exemplo.

Figura 57: Porcentagem de resíduos coletados nas amostras de entrada e saída das coletas 1 e 6 realizadas na CMT-Ecourbis, representando, respectivamente, as subprefeituras Vila Mariana e M'Boi Mirim.



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Figura 58: Porcentagem de resíduos coletados nas amostras de entrada e saída das coletas 2 e 3 realizadas na CMT-Ecourbis, representando, respectivamente, as subprefeituras Santo Amaro e Capela do Socorro.



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Ao analisar as amostras de saída também indicadas na **Figura 57**, nota-se que neste caso existem semelhanças, em que o vidro e o rejeito aparecem em maior porcentagem comparado aos outros resíduos. A porcentagem de rejeitos elevada é esperada, visto que essas amostras são coletadas após a triagem na central mecanizada, enquanto a alta porcentagem de vidros é justificada por sua triagem não ocorrer no local.

Nota-se ainda que os plásticos, papel e papelão são encaminhados para reciclagem, visto que, ao comparar as amostras de entrada e saída, estes resíduos estão em maiores porcentagens apenas nas amostras de entrada.

Para uma análise ainda mais apurada, optou-se também pela realização de uma comparação entre os dados coletados da subprefeitura de Santo Amaro, que apresentou 2º melhor IDHM, e da subprefeitura Capela do Socorro, a qual apresentou o 2º pior IDHM. Houve a seleção das coletas em que maior quantidade de setores de cada uma dessas subprefeituras foram atendidos a partir da análise da **Tabela 12**, de forma que as coletas 2 e 3 foram selecionadas para uma análise mais detalhada de sua gravimetria.

Ao verificar a **Figura 58**, nota-se que o papel, papelão e plástico não identificado estão em destaque nas amostras de entrada da coleta 2, enquanto nas mesmas amostras da coleta 3 o destaque acontece com os resíduos: vidro, PEAD, papel e papelão.

A análise detalhada dos plásticos aponta que os tipos de plástico com maior porcentagem nas amostras de entrada são PET, PEAD, PEBD e Plástico não identificado. Nota-se que ambas as coletas apresentam uma diferença pouco significativa de plástico, visto que a porcentagem total amostrada na coleta 2 representa cerca de 34% de toda a coleta e a porcentagem do mesmo material na coleta 3 representa aproximadamente 35% de toda a coleta. Desta forma, aponta-se a necessidade de pesquisas mais detalhadas para verificar se a geração de resíduos está ligada à baixos índices de IDHM.

As amostras de saída indicadas na **Figura 58** permitem verificar que vidro e rejeito representam maior porcentagem em ambas as coletas comparado aos outros resíduos. É esperada uma maior porcentagem de rejeitos, visto que essas amostras são coletadas após a triagem na central mecanizada, e uma maior porcentagem de vidros é justificada devido a não triagem do mesmo no local. Porém, nota-se ainda um destaque quanto a quantidade de plástico não

identificado representada na coleta 3, resultado que aponta novamente a dificuldade de definição referente a composição de embalagens de plástico que não apresentam especificação.

Visto que a dimensão IDHM Educação é a que apresenta o menor valor de todas as dimensões de IDHM para todas as subprefeituras atendidas pela CMT-Ecourbis, considera-se importante uma análise relacionada.

A análise das coletas 1 e 6, indicada na **Figura 57**, também apontou os dados de gravimetria relacionados a subprefeitura com maior índice de IDHM Educação (Vila Mariana) e a subprefeitura com menor índice de IDHM Educação (M'Boi Mirim); e nota-se que essas coletas apresentaram porcentagens de resíduo perigoso e resíduo eletrônico, os quais não fazem parte da Coleta Seletiva e devem ser encaminhados de forma diferenciada.

Foi realizada ainda a análise detalhada da gravimetria da subprefeitura com 2º menor valor indicado para essa dimensão, sendo esta Cidade Ademar; e da subprefeitura com 2º maior valor indicado para essa dimensão, sendo esta Santo Amaro. Novamente realizou-se a seleção das coletas com maior quantidade de setores atendidos de cada uma dessas subprefeituras, definindo-se as coletas 1 e 2.

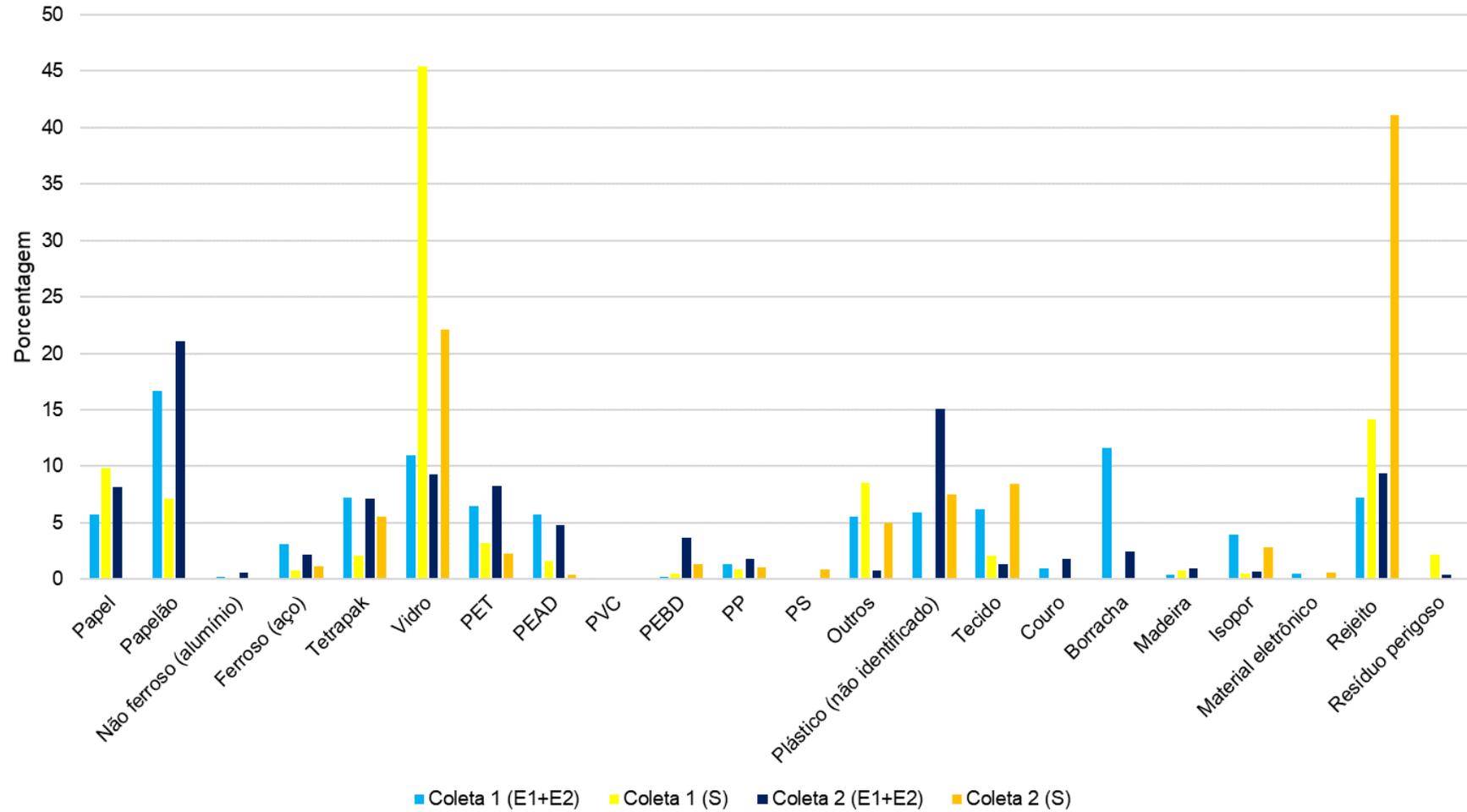
Ao analisar a **Figura 59**, percebe-se que resíduos não participantes da Coleta Seletiva foram triados, como o material eletrônico e o resíduo perigoso, resíduos estes que devem ser encaminhados de forma diferenciada.

Desta forma, percebe-se a necessidade de uma melhor instrução da população (tanto de baixo como de alto índice de IDHM Educação) quanto aos resíduos que realmente fazem parte da Coleta Seletiva, visando melhorias na triagem realizada na fonte.

As coletas realizadas na CMT-Ecourbis incluem subprefeituras da região Sul 1: Vila Mariana, Jabaquara e Santo Amaro; e subprefeituras da região Sul 2: Campo Limpo, M'Boi Mirim, Cidade Ademar e Capela do Socorro.

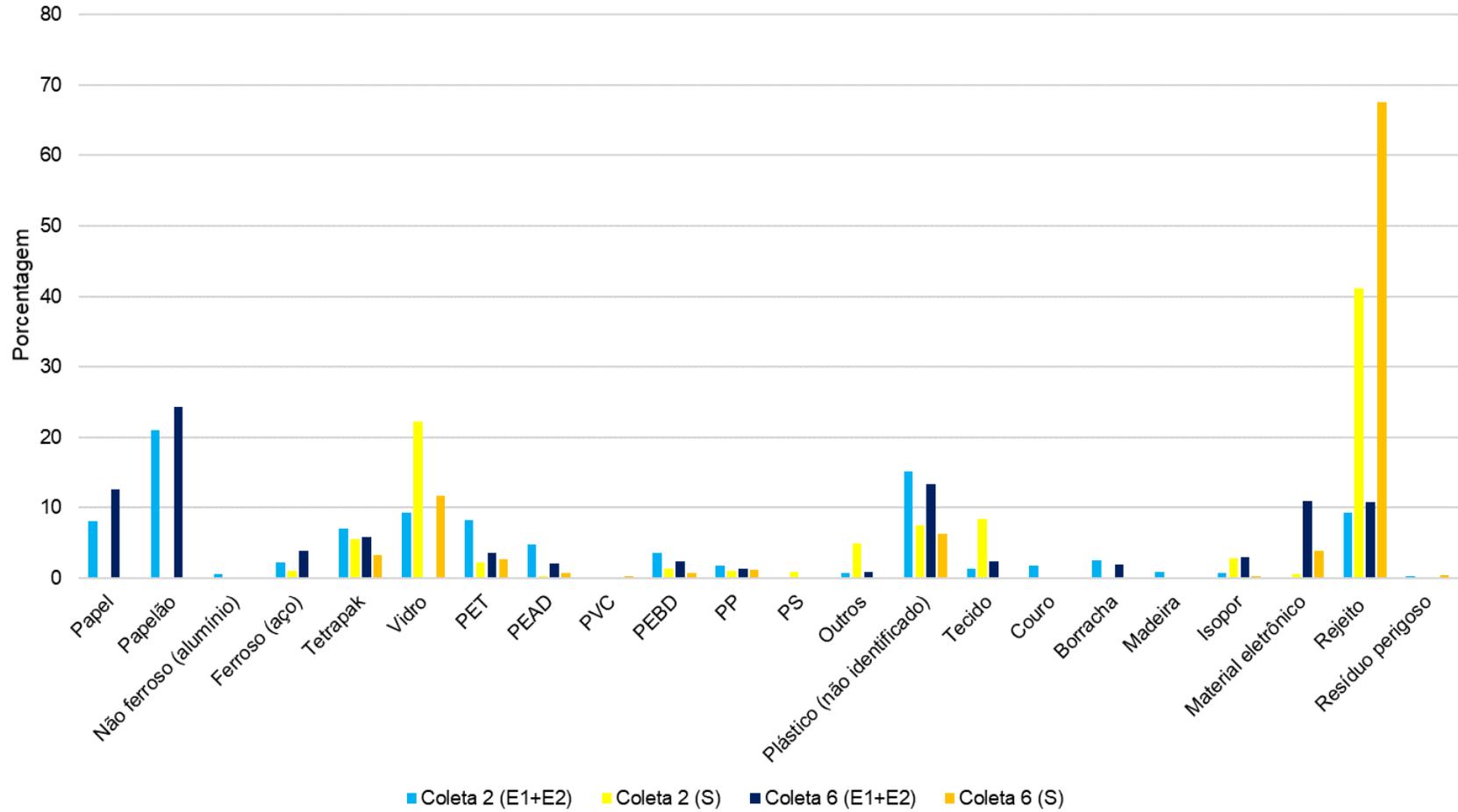
Foi realizada a divisão em porcentagem de setores atendidos em cada uma dessas duas regiões, conforme indicado na **Tabela 13**, com o objetivo de seleção de duas coletas em que cada região predominasse. Após verificação dos dados, houve a escolha das coletas 2 e 6 para posterior análise comparativa entre as amostras coletadas conforme indicado na **Figura 60**.

Figura 59: Porcentagem de resíduos coletados nas amostras de entrada e saída das coletas 1 e 2 realizadas na CMT-Ecourbis, representando, respectivamente, as subprefeituras Santo Amaro e Cidade Ademar.



Fonte: Autoria Própria, 2019.

Figura 60: Porcentagem de resíduos coletados nas amostras de entrada e saída das coletas 2 e 6 realizadas na CMT-Ecourbis, representando, respectivamente, região Sul 1 e Sul 2.



Fonte: Autoria Própria, 2019.

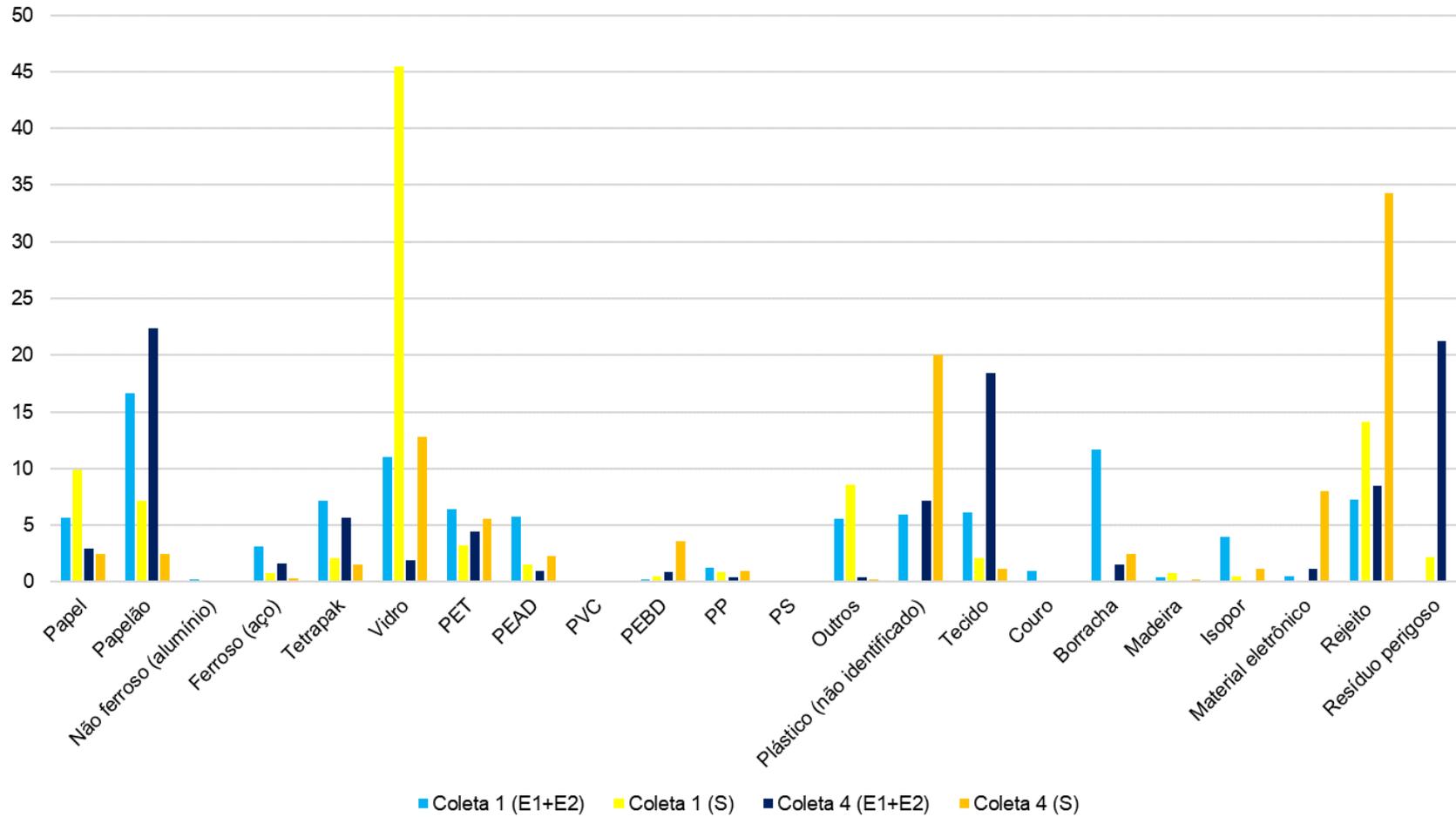
A utilização de materiais descartáveis de forma desenfreada é uma hipótese de aumento da geração de resíduos (CAMPOS, 2012). Percebe-se, a partir da análise da **Figura 60**, que existe uma maior porcentagem dos tipos de plástico nas amostras de entrada da coleta 2 comparado a essa porcentagem na coleta 6. Uma vez que na coleta 2 houve uma predominância de setores atendidos da Região Sul 1 e que esta região apresenta o menor índice de desemprego, percebe-se que regiões com maior renda tendem a consumir mais materiais descartáveis feitos de plástico e, conseqüentemente, gerar mais resíduos.

Campos (2012) afirma que o aumento de emprego e do salário pode causar a elevação da geração de resíduos. A Região Sul 1 apresenta a menor taxa de desemprego e, ao analisar a **Figura 60**, verifica-se que a porcentagem de rejeito apresentada nas amostras de saída é menor na coleta em que a Região Sul 1 possui predominância de atendimento dos setores, ou seja, houve uma menor geração de rejeitos e maior geração de resíduos recicláveis na região que apresenta melhor renda salarial, sendo esses passíveis ou não de serem comercializados e reciclados.

Em busca de examinar mais detalhadamente sobre o tema optou-se pela análise da gravimetria na coleta 1, representando a Região Sul 2, e na coleta 4, representando a Região Sul 1

Ao analisar a **Figura 61**, percebe-se que existe uma maior porcentagem dos tipos de plástico nas amostras de entrada da coleta 1 comparado a essa porcentagem na coleta 4, ou seja, a Região Sul 2 gerou maior porcentagem de plástico e apresenta maior índice de desemprego. Verifica-se ainda que a porcentagem de rejeito apresentada nas amostras de saída é maior na coleta em que a Região Sul 1 apresenta maior porcentagem de atendimento dos setores (Coleta 4), ou seja, houve uma maior geração de rejeitos na região que apresenta melhor renda salarial.

Figura 61: Porcentagem de resíduos coletados nas amostras de entrada e saída das coletas 1 e 4 realizadas na CMT-Ecourbis, representando, respectivamente, regiões Sul 2 e Sul 1.

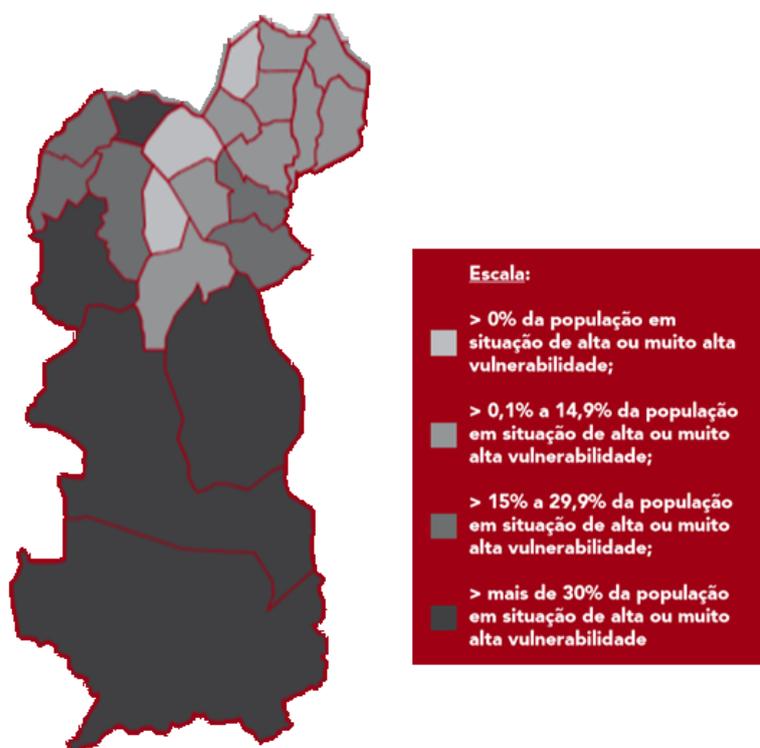


Fonte: Autoria Própria, 2019.

Os resultados indicados nas **Figuras 60 e 61** mostram que em duas coletas em que a Região Sul 1 apresentou maior número de setores atendidos, houve diferença no comportamento referente a geração de resíduos desta região. A mesma diferença ocorre nas coletas em que a Região Sul 2 apresenta maior número de setores atendidos. Desta forma, nota-se que a análise realizada a partir da separação das subprefeituras atendidas em duas regiões dificulta a obtenção de resultados mais precisos, visto que a porcentagem de setores atendidos em cada região torna-se muito próximo.

Ao buscar apenas a porcentagem de população da região Sul, percebe-se que no ano de 2010, conforme indicado na **Figura 62**, as subprefeituras com maiores porcentagens de população em situação de alta ou muito alta vulnerabilidade eram: Parelheiros, M'Boi Mirim, Campo Limpo e Capela do Socorro; ou seja, a maior parte das subprefeituras da Região Sul 2 encontra-se em situação de vulnerabilidade alta ou muito alta.

Figura 62: Distribuição do Índice de Vulnerabilidade Social na Região Sul da cidade de São Paulo em 2010.



Fonte: RNSP, 2017.

Desta forma, para a análise referente a vulnerabilidade social também se utiliza as **Figuras 60 e 61**, já analisadas referente ao índice de desemprego, visto que as coletas indicadas em cada figura representam a maior porcentagem setores atendidos de cada região citada. Podendo-se também concluir que a separação das subprefeituras atendidas em duas regiões dificulta a obtenção de resultados mais precisos, visto que a porcentagem de setores atendidos em cada região torna-se muito próximo. Portanto, sugere-se que, para uma análise mais precisa, é necessária a divisão em subprefeituras.

5.5 Indústrias de reciclagem e a CMT-Ecourbis

Ao final da triagem na CMT-Ecourbis, os materiais são prensados e preparados para reciclagem. No local é realizada a triagem dos itens indicados na **Tabela 14** e os principais materiais reciclados na CMT-Ecourbis estão elencados na **Tabela 15**.

Tabela 14: Materiais triados e separados pela CMT-Ecourbis.

MATERIAIS TRIADOS
PAPEL
PAPELÃO
EMBALAGENS DE CARTÃO PARA ALIMENTOS LÍQUIDOS (ECAL) OU TETRA PAK
METAL FERROSO
METAL NÃO-FERROSO
PET cristal / colorido
PEAD branco / colorido
PEBD

Fonte: Autoria Própria, 2019.

Os materiais são comercializados para as diversas indústrias de reciclagem existentes na cidade, nota-se que as aparas de papel e o papelão ondulado são os materiais mais vendidos. Após comercialização, o valor arrecadado é dividido entre os agentes operadores, tanto das cooperativas de catadores quanto nas CMTs.

Tabela 15: Principais materiais reciclados na CMT-Ecourbis.

Material comercializado a partir da Central de Triagem Mecanizada Carolina Maria de Jesus – Maio/ 2016	
Apara de papel	585,0 t
Papelão ondulado	229,0 t
Sucata	56,0 t
Sacolas plásticas	45,8 t
Emb. Tetra-Pak	27,6 t
Alumínio	28,6 t
PEAD*	31,9 t
PEAD colorido	56,0 t

*polietileno de alta densidade

Fonte: PMSP, 2016.

A distribuição do recurso financeiro ocorre de acordo com o indicado no atual Decreto Municipal nº 48.799, de 9 de dezembro de 2007, o “Programa Socioambiental de Coleta Seletiva de Resíduos Recicláveis”. De acordo com seu artigo 2º, os objetivos deste decreto são:

I - estimular a geração de emprego e renda, por intermédio das atividades de coleta, triagem e comercialização de materiais recicláveis; II - fomentar a formação de cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis, com vistas ao resgate da cidadania por esse segmento da população, por meio do reconhecimento do direito básico ao trabalho, como política de inclusão social; III - incentivar ações de educação ambiental; IV - propiciar a defesa do meio ambiente, por intermédio da coleta seletiva e da comercialização adequada dos resíduos recicláveis; V - promover ações de apoio às cooperativas e associações de produção, ambas do segmento de coleta seletiva de materiais recicláveis, visando ao aprimoramento de suas atividades

Na **Tabela 16** é possível verificar as indústrias de reciclagem situadas próximas à CMT-Ecourbis. Percebe-se que os principais materiais atendidos para reciclagem nas indústrias listadas são papeis, metais e plásticos.

A partir das informações contidas na **Figura 52**, nota-se que o papel e papelão representam 26,3% das amostras de entrada, ou seja, cerca de ¼ do material recebido na CMT-Ecourbis; e representam 5% das amostras de saída analisadas. Portanto, cerca de 81% de todo papel e papelão que participam da triagem na central são encaminhados para as indústrias de reciclagem e, como as aparas de papel e papelão ondulado foram os materiais mais comercializados

pela CMT-Ecourbis (**Tabela 15**), percebe-se que a quantidade de indústrias de reciclagem para esse resíduo em destaque nas proximidades da central permite maior facilidade para sua reciclagem.

Tabela 16: Indústrias de reciclagem localizadas na proximidade da CMT-Ecourbis.

Distância da CMT-Ecourbis	Instituição
6km	Junk
8 km	ADERE – Associação para Desenvolvimento, Educação
8,6 km	Aparas de Papel Tupinás
9 km	Arte Pet Materiais Recicláveis
9 km	Comércio de Cacos de Vidro Mazzetto
19 km	Comércio de Aparas de Papel Liberdade
19 km	Associação de Catadores de Materiais Recicláveis
20 km	Recifran - Serviço Franciscano de Apoio a Recicla
20 km	Cooperplast
20 km	Dom Bosco Comercial de Metais Ltda
20 km	Navarro Comércio de Ferro e Metais Ltda
22 km	Só Sucata
22 km	Leme Comércio de Aparas de Papel e Sucata

Fonte: Aatoria Própria, 2019. Dados: Recicloteca, 2019.

A partir das informações contidas na **Figura 52**, nota-se que o papel e papelão representam 26,3% das amostras de entrada, ou seja, cerca de $\frac{1}{4}$ do material recebido na CMT-Ecourbis; e representam 5% das amostras de saída analisadas. Portanto, cerca de 81% de todo papel e papelão que participam da triagem na central são encaminhados para as indústrias de reciclagem e, como as aparas de papel e papelão ondulado foram os materiais mais comercializados pela CMT-Ecourbis (**Tabela 15**), percebe-se que a quantidade de indústrias de reciclagem para esse resíduo em destaque nas proximidades da central permite maior facilidade para sua reciclagem.

O plástico apresenta dados semelhantes ao papel quanto as amostras de entrada, pois representa 27,6% dessas amostras. Porém, nas amostras de saída o plástico representa 18,8%, ou seja, cerca de 68% do plástico que chega a central é encaminhado para as indústrias. Portanto, apesar do grande potencial de reciclagem, cerca de 32% do plástico ainda é disposto em aterro sanitário.

Ao verificar os dados da **Tabela 15**, nota-se que são citados apenas sacolas plásticas e PEAD como principais tipos de plásticos encaminhados para comercialização; apesar de os dados obtidos nas amostras de entrada apresentarem cerca de 40% dos plásticos analisados sem identificação, fato que dificulta a sua triagem, aproximadamente 45% dos plásticos são representados por PET e PEAD e, quando analisadas as amostras de saída, o número de plásticos sem identificação se mantém enquanto PET e PEAD representam cerca de 21% dos plásticos das amostras. Desta forma, cerca de 24% de PET e PEAD dão recuperados pela CMT-Ecourbis.

A análise da **Tabela 16** indica que existem poucas indústrias recicladoras de plástico próximas a CMT-Ecourbis. Gutierrez e Gitahy (2016) afirmam que 27% das empresas de reciclagem comercializam apenas um tipo de material. Ao reciclar apenas um tipo de plástico, conclui-se que a indústria não coletará outros tipos de plástico. Desta forma, além da necessidade de implantação de mais indústrias recicladoras de plásticos próximo a CMT-Ecourbis, nota-se que é necessário que as indústrias sejam menos seletivas e ampliem os materiais que recebem para reciclagem e posterior comercialização.

O alumínio e o aço fazem parte da classificação de metais e um dos tipos de indústria que também teve destaque foi a recicladora desse material. No Brasil existe uma grande procura de alumínio reciclado para fabricação de latas de alumínio nas indústrias alimentícias (PMSP, 2016). Esta alta procura é o principal fator que, primeiramente, justifica a baixa quantidade desse material coletado nas amostras de entrada, representando 4,3% do total, visto que muitos catadores independentes coletam e vendem esse tipo de material por conta própria; e demonstra ainda a eficiência da triagem e separação deste resíduo, visto que a quantidade de metal nas amostras de saída representam menos de 1%, ou seja, os aterros sanitários praticamente não recebem este tipo de material.

Uma vez realizada a sua separação, após o encaminhamento para a reciclagem, o tetrapak é separado em suas três camadas (alumínio, papel e PEBD), apresentando reciclagem e reaproveitamento ilimitados (PMSP, 2016). Desta forma, apesar de não haver indicação de indústrias de reciclagem na **Tabela 15**, representa porcentagem de comercialização semelhante ao alumínio

e também apresenta valores baixos nas amostras de entrada e saída, apontando que são triados e comercializados com eficiência.

De acordo com Dias, Morais e Sales (2016), o vidro é um material que não perde suas características durante a reciclagem, ou seja, é 100% reciclável. A partir da **Tabela 15**, nota-se que na CMT-Ecourbis o vidro não é comercializado e, de acordo com as informações obtidas em visita técnica, sabe-se que na central não ocorre a separação deste resíduo devido ao fator indicado, ou seja, todo vidro coletado pela CMT-Ecourbis é disposto no aterro sanitário.

Bussons *et al.* (2012) afirmam que para ser reciclado, o vidro não pode estar contaminado com outros materiais (como pedras, madeira, etc) e precisa estar separado por tipo e coloração. Nota-se que as exigências para a reciclagem do material são questões que devem ser estudadas em busca de soluções para maior estímulo de separação do mesmo. Bussons *et al.* (2012) indica ainda que valores elevados são uma desvantagem para a reciclagem do vidro. Desta forma, é necessária a criação de incentivos econômicos para que a reciclagem do vidro seja valorizada e efetiva.

Uma vez que não acontece sua reciclagem, o vidro torna-se um desafio ambiental, visto que apresenta um tempo extenso de decomposição e não é biodegradável (DIAS, MORAIS E SALES, 2016). O vidro representa cerca de 10% das amostras de entrada analisadas e nas amostras de saída esse número é ainda maior, representando 22,9%. Percebe-se que cerca de $\frac{1}{4}$ das amostras de saída são representadas por vidro e este material não é separado, mesmo com a existência de uma indústria recicladora de vidro próxima a CMT-Ecourbis, conforme indicado na **Tabela 16**. Sugere-se que sejam realizados estudos que investiguem soluções para que o vidro seja triado na CMT-Ecourbis e encaminhado para reciclagem.

Dado o exposto, entende-se que as indústrias recicladoras de papel e metal localizadas próximo a CMT-Ecourbis tem ganhado maior espaço, de modo que a triagem desses materiais na central é significativa. Nota-se a necessidade de alternativas para ampliação da reciclagem dos plásticos, como por exemplo novas indústrias recicladoras desse material localizadas em proximidade a CMT-Ecourbis, de forma a aumentar a eficiência da triagem no local. Conclui-se ainda que é de extrema prioridade a busca por soluções para que a triagem do vidro

seja realizada na CMT-Ecourbis com objetivo de diminuir a quantidade deste resíduo disposta em aterro sanitário.

5.6 Indicador de Coleta Seletiva

A cidade de São Paulo coletou seletivamente 90.985 toneladas de resíduos entre maio de 2017 e maio de 2018 (PMSP, 2019). Portanto, mensalmente foram coletadas cerca de 7000 toneladas de resíduo provenientes da Coleta Seletiva porta-a-porta. Na Central Mecanizada de Triagem Carolina Maria de Jesus são destinadas cerca de 2400 toneladas de resíduos por mês a partir da coleta seletiva.

Para calcular a Taxa de Rejeito (TR) da CMT-Ecourbis, além da quantidade de coleta seletiva citada, também é necessária quantidade de materiais comercializados. Na central ocorre a separação para posterior comércio de: papel, papelão, embalagens de cartão para alimentos líquidos (ECAL ou Tetrapak), metal ferroso, metal não ferroso e plásticos, sendo eles PET, PEAD e PEBD.

Após obter o percentual nas amostras de saída de cada um dos materiais citados, ao realizar a subtração da porcentagem do mesmo material obtida nas amostras de entrada, é possível verificar se o material foi destinado à comercialização caso apresente resultados negativos. Desta forma, a partir do cálculo indicado houve a análise dos materiais triados pela CMT-Ecourbis para posterior comercialização, conforme indicado na **Tabela 17**.

Tabela 17: Análise da eficiência de comercialização dos materiais triados na CMT-Ecourbis.

Resíduos Comercializáveis	Coletas						
	1	2	3	4	5	6	7
Papel	4,16	-8,16	-10,37	-0,53	-9,62	-12,54	-11,56
Papelão	-9,50	-21,09	-10,24	-19,83	-6,01	-24,15	-9,92
Metal Não ferroso	-0,06	-0,62	-2,64	-0,01	-1,50	-0,13	-2,12
Metal Ferroso	-2,35	-1,11	-3,62	-1,30	-4,28	-3,96	-1,76
Tetrapak	-5,13	-1,58	-5,77	-4,11	-1,07	-2,56	-2,38
PET	-3,23	-5,99	-2,00	1,10	-4,73	-0,87	-1,52
PEAD	-4,19	-4,41	-14,81	1,30	-8,35	-1,39	-7,27
PEBD	0,34	-2,36	1,96	2,69	-1,57	-1,66	-0,16
SOMA	-19,95	-45,33	-47,50	-20,69	-37,13	-47,27	-36,70

Fonte: Autoria Própria, 2019.

A análise da **Tabela 17** permite visualizar, a partir da obtenção de números negativos, que em grande parte das coletas realizadas os materiais triados foram devidamente comercializados. Porém, nota-se que as coletas 1, 3 e 4 apresentaram alteração relacionada a determinados materiais, visto que apresentam números positivos.

Como as coletas 1 e 4 apresentam mais de um material com valores positivos, ambas foram selecionadas para uma análise mais detalhada a respeito. Visto que a triagem realizada na CMT-Ecourbis é um processo contínuo, existe a possibilidade de o material coletado nas amostras de saída ter sido agregado com outras fontes, como por exemplo resíduos originados de outro setor em relação ao material coletado nas amostras de entrada, de forma que a porcentagem de cada tipo de material coletado pode ter interferência e ocasionar o resultado obtido. Desta forma, devido às observações indicadas, optou-se por excluir os dados de materiais comercializados contidos nas amostras das coletas 1 e 4 para o cálculo da Taxa de Rejeito, visando maior confiabilidade dos resultados.

A partir dos dados analisados, foi realizada a soma dos materiais comercializáveis em cada coleta e posteriormente calculou-se a média de todas as coletas excluindo-se as coletas 1 e 4. Após a soma, obteve-se como resultado 1026,9 toneladas de materiais comercializados pela CMT-Ecourbis por mês.

Ao calcular a Taxa de Rejeito (TR) conforme indicado na **Equação 1**, obteve-se o valor de 57,2 de TR para CMT-Ecourbis. De acordo com Besen (2011), quanto menor o resultado da TR, conclui-se que melhor está sendo implementado o Programa de Coleta Seletiva; desta forma, percebe-se a necessidade de um processo de triagem com maior eficiência na CMT-Ecourbis, principalmente se houver a comercialização do vidro.

6. CONCLUSÃO

O município de São Paulo oferece desafios específicos em face de sua grande extensão territorial e a alta geração de RSU. Partindo das diretrizes apontadas na PNRS, houve o estabelecimento de objetos relacionados, principalmente, ao tratamento e reciclagem de RSU orgânicos e secos, e à diminuição de geração de rejeitos a serem dispostos em aterros sanitários. Porém, o levantamento de dados realizado aponta que os resíduos sólidos são tratados como rejeitos na prática do município, de forma que, mesmo com as políticas criadas, os avanços relacionados ao tema foram pequenos.

A Central Mecanizada de Triagem Carolina Maria de Jesus apresenta capacidade de processar 250 toneladas de resíduos por dia, porém, verifica-se que menos da metade dessa capacidade é utilizada para a triagem dos recicláveis. Desta forma, nota-se que a coleta seletiva porta a porta ainda é insuficiente.

Durante a realização das análises laboratoriais, as principais dificuldades encontradas foram: necessidade de armazenagem dos sacos coletados em laboratório com área aberta, devido ao odor; muitas embalagens não apresentarem a indicação do tipo de plástico para a realização adequada da gravimetria; presença de grande quantidade de cacos de vidro, principalmente nas análises de saída do processo de triagem, devido à não comercialização do vidro na CMT-Ecourbis; materiais perigosos e infecciosos (como por exemplo lâmpadas, pilhas e cadáver de um animal) encontrados durante as análises devido a uma separação realizada de forma incorreta pela população.

A análise granulométrica apresentou uma diferença entre as amostras de entrada e de saída, de modo que o material considerado rejeito analisado nas coletas de saída tende a possuir menores dimensões do que o material que chega na CMT-Ecourbis, analisado nas amostras de entrada, permitindo a conclusão de que a triagem mecanizada apresenta um efeito significativamente positivo, ou seja, a triagem altera a granulometria dos resíduos sólidos urbanos.

Após realização da análise gravimétrica, os materiais encontrados em destaque nas amostras de entrada são: plástico (27,6%), papel e papelão (26,3%), vidro (10,1%), tecido (6,7%) e tetrapak (4,3%), já a porcentagem de

rejeito (6%) é maior do que a quantidade de outros materiais recicláveis, como por exemplo, borracha (4%) e metal (4%). Nas amostras de saída, o rejeito representa 42,5% de todo o material analisado e os materiais recicláveis em destaque são: vidro (22,9%), plásticos (18,8%) e papel e papelão (5%).

Comparando-se as análises granulométricas e gravimétricas percebe-se que o papelão é um resíduo que interfere no tamanho médio dos materiais das amostras de entrada pois apresenta os maiores valores mínimos e máximos obtidos e o rejeito interfere no tamanho médio das amostras de saída, visto que apresenta maior variação gravimétrica nas amostras de saída (53%) e, conseqüentemente, tamanhos menores. Considerando-se uma condição ideal em que os resíduos orgânicos também seriam separados, percebe-se que, para aterros sanitários futuros com disposição apenas de rejeitos, essa granulometria irá influenciar na compactação e na degradação biológica, de modo que haverá uma diminuição do gás emitido e aumento da vida útil.

Devido a quantidade considerável de vidro apresentada nas análises gravimétricas, tanto nas amostras de entrada como nas amostras de saída, nota-se que, como esse material não é separado e nem comercializado pela CMT-Ecourbis, também aparece na amostra de saída, representando cerca de $\frac{1}{4}$ do material dessas amostras. Portanto, aponta-se a necessidade de novas alternativas relacionadas a triagem do vidro.

O papel e papelão representam 26,3% das amostras de entrada e 5% das amostras de saída analisadas. Portanto, devido à grande quantidade de indústrias de reciclagem desse resíduo localizadas próximas à central, cerca de 81% de todo papel e papelão que participam da triagem na central são encaminhados para reciclagem. Outro resíduo que apresenta eficiência na triagem é o metal, representando 4,3% das amostras de entrada e 1% das amostras de saída coletadas. Portanto, entende-se que as indústrias recicladoras de papel e metal localizadas próximo a CMT-Ecourbis tem ganhado maior espaço, de modo que a triagem desses materiais na central é significativa.

Porém, visto que cerca de 32% do plástico ainda é disposto em aterro sanitário, nota-se a necessidade de alternativas para ampliação da reciclagem dos plásticos, como por exemplo novas indústrias recicladoras desse material localizadas em proximidade a CMT-Ecourbis, de forma a aumentar a eficiência da triagem deste material no local.

Percebe-se a necessidade de uma melhor instrução da população, incluindo as que apresentam índice de IDHM Educação baixo e alto, quanto aos resíduos que realmente fazem parte da Coleta Seletiva, visando melhorias na triagem realizada na fonte afim de evitar o encaminhamento de resíduos perigosos e eletrônicos para esse tipo de coleta.

A análise dos dados coletados em comparação com os parâmetros sociais da região aponta que, para certificar se existe ligação entre a geração de resíduos e os parâmetros sociais, existe a necessidade de pesquisas mais detalhadas referente à baixos índices de IDHM e, devido à dificuldade para obtenção de dados precisos ao dividir a Região Sul em duas parte, também é importante uma análise relacionada aos IVS e Índice de Desemprego com divisão da região em subprefeituras.

Verifica-se que o valor de rejeito ainda representa menos da metade de todas as coletas, ou seja, ocorre um maior índice de separação na fonte e um valor médio de eficiência na triagem dos recicláveis. A Taxa de Rejeito (TR) calculada para a CMT-Ecourbis apresentou valor de 57,2, indicando a necessidade de um processo de triagem com maior eficiência na central mecanizada.

A disposição de resíduos com potenciais recicláveis em aterros causa danos como a perda de geração de renda, redução da vida útil dos aterros, além de custos ambientais e de serviços. É necessária uma mudança na prática simples de destinação final, visando uma real oportunidade de desenvolvimento sustentável.

6.1 Propostas para Trabalhos futuros

Devido a deficiência de normativas referentes a caracterização de resíduos sólidos encontrada, faz-se necessária a realização de mais pesquisas referente aos métodos de caracterização de resíduos sólidos e posterior criação de normas técnicas que especifiquem esses métodos. Propõe-se também que as normas brasileiras referentes à mecânica dos solos, resíduos sólidos e gerenciamento de áreas contaminadas se conversem a fim de propor procedimentos unificados.

Acredita-se que é de extrema importância uma futura análise de melhoria da triagem já realizada no local, buscando diminuir a quantidade de material reciclado que está ocupando espaço nos aterros, como por exemplo plásticos (principalmente aqueles que não possuem identificação) e vidro, e também a inserção de educação ambiental direto na fonte para evitar a contaminação de materiais recicláveis.

Nota-se ainda a necessidade de pesquisas que identifiquem o real motivo do despejo incorreto de alguns materiais recicláveis que, mesmo sendo triados, são dispostos em aterros sanitários; e ainda projetos que desenvolvam melhores formas de descarte.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. E. D. de. **Investigação Geofísica E Resistência Ao Cisalhamento De Resíduos Sólidos Urbanos De Diferentes Idades.** 2015. 230f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

ANDRADE, S. A. **Caracterização Gravimétrica De Resíduos Da Coleta Seletiva: Estudo de Caso em Cooperativa Da Região Central Do Município De São Paulo.** 2017. 76f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Federal do ABC, Santo André, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil.** 2017. São Paulo, 2018. 74p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7181: Solo** - Análise granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

_____. **NBR 8419:** Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

_____. **NBR 10004:** Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

_____. **NBR 10005:** Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

_____. **NBR 10006:** Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

_____. **NBR 10007:** Amostragem de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

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 (Doutorado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

BESEN, G. R. **Coleta Seletiva Com Inclusão De Catadores: Construção Participativa De Indicadores E Índices De Sustentabilidade.** 2011. 275f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

BRASIL. Decreto nº 7404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm>. Acesso em: 01 julho 2019.

_____. Lei Federal 6.938, de 31 de agosto de 1981. Estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em: 13 agosto 2019.

_____. Lei Federal 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lex: Diário Oficial da União, s. 1, p. 3-7, ago., 2010.

BUSSONS, M. I. V.; et al. Cacos De Vidro: Uma Visão Abrangente No Mercado Da Reciclagem E Da Sustentabilidade. **Cadernos Unisuam**: Rio de Janeiro, v.2, n.1, p. 98-109, jun. 2012.

CABRAL, E. **Considerações Sobre Resíduos Sólidos**. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Gestão Ambiental da Universidade Federal do Ceará. Ceará, 2010. 41p.

CAODAGLIO, A.; CYTRYNOWICZ, M. M. **Limpeza Urbana Na Cidade De São Paulo: Uma História Para Contar**. São Paulo: Via Imprensa, 2012. 237 p.

CAMPOS, H. K. T. Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro , v. 17, n. 2, p. 171-180, jun. 2012.

CARADEME. Normes relatives à la caractérisation de déchets (échantillonnage et tri). Disponível em: < https://www.sinoe.org/contrib/ademe/carademe/pages/ressources_normes.php> Acesso em: 28 abril 2018.

CASTRO, R. A. Estudo de Fragmento. A Chácara Klabin e seu entorno: Da chácara desocupada até o bairro de luxo. 2018. 64f. Trabalho de Graduação Individual (Bacharel em Geografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

Centro de Calidad Ambiental. **NMX-AA-15-1985**. Protección Al Ambiente - Contaminación Del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Muestreo - Método De Cuarteo. México, 1985. 3p.

_____. **NMX-AA-22-1985**. Protección Al Ambiente-Contaminación Del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Selección Y Cuantificación De Subproductos. México, 1985. 7p.

_____. **NMX-AA-61-1985**. Protección Al Ambiente -Contaminación Del Suelo – Residuos Sólidos Municipales – Determinación de La Generación. México, 1985. 13p.

_____. **NMX-AA-19-1985**. Protección Al Ambiente -Contaminación Del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Peso Volumétrico “in Situ”. México, 1985. 3p.

_____. **NMX-AA-091-1987**: Terminología utilizada en la prevención y control de la contaminación del suelo. México, 1987. 6p.

CIDADE DE SÃO PAULO. Conheça a Linha do Tempo da Cidade. Disponível em: <<http://cidadedesaopaulo.com/v2/pqsp/linha-do-tempo-landing-page/?lang=pt>>. Acesso em: 13 abril 2018.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CNE). Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. Resolução n.2, de 15 de julho de 2012. Disponível em: < http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=9864-rceb002-12&Itemid=30192 >. Acesso em: 30 junho 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Resolução n.307, de 17 de julho de 2002. Disponível em: < <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307> >. Acesso em: 30 junho 2019.

CRUZ, M. L. F. R. **A Caracterização De Resíduos Sólidos No Âmbito Da Sua Gestão Integrada**. 2003. 223f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Ambiente) – Escola de Ciências, Universidade do Minho, Braga, 2003.

DIAS, V. S.; MORAIS, C. R. S.; SALES, J. L. **Capacitação Das Catadoras Do Cavi No Desenvolvimento Da Tecnologia De Reciclagem De Vidros**. Rio de Janeiro: IPEA, 2016. p. 407-438.

ECOURBIS AMBIENTAL. **Central Mecanizada de Triagem**. Disponível em: <<http://www.ecourbis.com.br/central-mecanizada-de-triagem.aspx?content=apresentacao>>. Acesso em: 04 março 2019.

_____. **Conheça Carolina Maria de Jesus**. Disponível em: <<http://www.ecourbis.com.br/noticias.aspx?content=conheca-carolina-maria-de-jesus>>. Acesso em: 04 março 2019.

_____. **Estação de Transbordo**. Disponível em: <<http://www.ecourbis.com.br/estacao-de-transbordo.aspx?content=apresentacao>>. Acesso em: 05 março 2019.

ELK, A. G. H. P.; BOSCOV, M. E. G. Desafios Geotécnicos da Política Nacional de Resíduos Sólidos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DE SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA, XVIII. **Anais...** Belo Horizonte: 2016.

FUNDAÇÃO SEADE. **Pesquisa de Emprego e Desemprego**. Região Metropolitana de São Paulo, Maio de 2019. Disponível em: < <https://www.seade.gov.br/produtos/ped-rmsp/> >. Acesso em: 26 junho 2019.

_____. **PIB dos municípios paulistas**. Sistema Estadual de Análise de Dados, 2016. Disponível em: < <https://www.seade.gov.br/produtos/pib-municipal/>>. Acesso em: 26 junho 2019.

GARCIA, L; GONZAGA, L. L. Pesquisa de Emprego e Desemprego: trinta anos de acompanhamento do mercado de trabalho na Região Metropolitana de São Paulo. **Estudos Avançados**, v.28, n.81, p. 127-140, 2014.

GUTIERREZ, R. F.; GITAHY, L. **A Comercialização Dos Resíduos Sólidos Urbanos De Plásticos No Estado De São Paulo**. Rio de Janeiro: IPEA, 2016. p. 537-557.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL (IBAM). **Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Estimativas 2018 Municípios. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/22374-ibge-divulga-as-estimativas-de-populacao-dos-municipios-para-2018>>. Acesso em: 26 maio 2019.

_____. Panorama Da Cidade De São Paulo. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/panorama>>. Acesso em: 26 maio 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Atlas da vulnerabilidade social nas regiões metropolitanas brasileiras. Brasília: IPEA, 2015. 240 p.

_____. **Planilha de Índice de Vulnerabilidade Social**. Brasília: IPEA, 2019. Disponível em: <<http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/planilha>>. Acesso em: 20 maio 2019.

JUNIOR, R. F. B.; SANTOS, M. J. dos. A Urbanização Das Cidades. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO, III. **Anais...**Taubaté: 2014.

LEAL, E. Comunicação pessoal. São Paulo: Ecurbis Ambiental, 2018.

LOGISTICA AMBIENTAL (LOGA). **LOGA moderniza Estação de Transbordo Ponte Pequena**. Disponível em: <<http://www.loga.com.br/content.asp?CP=LOGA&cod=1040>>. Acesso em: 22 maio 2018.

_____. **Unidade Ponte Pequena**. Disponível em: <https://www.loga.com.br/content.asp?CP=LOGA&PG=LG_L02>. Acesso em: 05 março 2019.

_____. **Unidade Bandeirantes**. Disponível em: <http://www.loga.com.br/content.asp?CP=LG&PG=LG_L03>. Acesso em 20 maio 2018.

MODECOM. **Méthode de Caractérisation des Ordures Ménagères**. 2ª Edição, Editora ADEME, Paris, 1993, 64 páginas.

MONDELLI, G.; et al. **Reflexões Sobre A Concepção Futura De Aterros Sanitários No Brasil**. Santo André: Editora UFABC, 2016. 305-320 p.

OGATA, M.G. **Os Resíduos Sólidos Na Organização Do Espaço E Na Qualidade Do Ambiente Urbano: uma contribuição geográfica ao estudo do problema na cidade de São Paulo**. Rio de Janeiro: IBGE, 1983. 188 p.

OLIVEIRA, M. A. **Proposta de Amostragem e Caracterização dos RSU Secos da Central Mecanizada de Triagem Ponte Pequena, São Paulo-SP**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Federal do ABC, Santo André, 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Declaração de Estocolmo sobre o Meio Ambiente Urbano. In: Anais Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano. Estocolmo, 6p., 1972.

POLZER, V. O Desafio Das Cidades: Aterro Sanitário X Incinerador Com Geração De Energia (Wte). **GEOTemas**, Pau dos Ferros, v.3, n.2(3), p. 3-19, jul./dez. 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO (PMSP). **Aterros Sanitários e Transbordos**. São Paulo: AMLURB, 2019. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/amlurb/aterros_e_transbordos/index.php?p=4633>. Acesso em: 29 junho 2019.

_____. **Coleta de Lixo em São Paulo**. São Paulo: AMLURB, 2019. Disponível em: < https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/amlurb/coleta_seletiva/index.php?p=229723 >. Acesso em: 29 junho 2019.

_____. **Coleta seletiva em São Paulo**. São Paulo: Serviços para o Cidadão, 2019. Disponível em: < https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/amlurb/coleta_seletiva/index.php?p=4623 >. Acesso em 30 junho 2019.

_____. **Com novos contratos de varrição, município ganha em economia e eficiência no serviço**. São Paulo: Notícias, 2019. Disponível em: < https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/comunicacao/cuide_da_cidade/noticias/?p=276242 >. Acesso em: 29 junho 2019.

_____. **Concessão – Serviços Divisíveis**. São Paulo: AMLURB, 2019. Disponível em: < <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/amlurb/concessao/index.php?p=4630>>. Acesso em: 05 março 2019.

_____. **Cooperativas**. São Paulo: Serviços para o Cidadão, 2019. Disponível em: < <http://www.capital.sp.gov.br/cidadao/rua-e-bairro/lixo/cooperativas> >. Acesso em 30 junho 2019.

_____. Decreto Nº 48.799, de 9 de outubro de 2007. Confere nova normatização ao Programa Socioambiental Cooperativa De Catadores De Material Reciclável, altera a sua denominação para Programa Socioambiental De Coleta Seletiva De Resíduos Recicláveis e revoga o decreto nº 42.290, de 15 de agosto de 2002. Disponível em: < <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/decreto-48799-de-09-de-outubro-de-2007>>. Acesso em: 20 junho 2019

_____. Ecoponto – Estação de Entrega Voluntária de Inservíveis. São Paulo: AMLURB, 2019. Disponível em: < <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/regionais/amlurb/ecopontos/index.php?p=4626> >. Acesso em: 30 junho 2019.

_____. Ecopontos recolhem entulho sem impacto ambiental. São Paulo: Notícias, 2006. Disponível em: < <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/comunicacao/noticias/?p=137140> >. Acesso em: 30 junho 2019.

_____. **Empresas Contratadas – Serviços Indivisíveis.** São Paulo: AMLURB, 2016. Disponível em: < <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/amlurb/index.php?p=214515> > . Acesso em: 29 junho 2019.

_____. **Mapa da Cidade.** São Paulo: Subprefeituras, 2019. Disponível em: < <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/subprefeituras/mapa/index.php?p=250449> > . Acesso em: 10 abril 2019.

_____. **Olhar São Paulo: Contrastes Urbanos.** São Paulo: SEMPLA, 2007. 64p.

_____. PGIRS – Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Cidade de São Paulo. Prefeitura do Município de São Paulo: Secretaria Municipal de Serviços – Comitê Intersecretarial para a Política Municipal de Resíduos Sólidos, 2014.

_____. **São Paulo, Cidade Limpa: Gestão de resíduos sólidos e limpeza urbana para 12 milhões de pessoas.** São Paulo, 2016. Disponível em: < http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/livro_sp_gestao_de_residuos_1467743861.pdf >. Acesso em: 20 junho 2019.

_____. **Expansão da Área Urbanizada.** São Paulo: Infocidade, 2018. Disponível em: < https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/urbanismo/dados_estatisticos/info_cidade/territorio/index.php?p=260358>. Acesso em: 08 maio 2019.

_____. **Taxa de Analfabetismo da População de 15 Anos e Mais.** São Paulo: Infocidade, 2010. Disponível em: < https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/urbanismo/dados_estatisticos/info_cidade/educacao/index.php?p=260273>. Acesso em: 08 maio 2019.

_____. **Taxa de Desemprego por Tipo**. São Paulo: Infocidade, 2016. Disponível em: < https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/urbanismo/dados_estatisticos/info_cidade/trabalho/>. Acesso em: 08 maio 2019.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. Brasília: PNUD, Ipea, FJP, 2013. 96 p.

_____. **Ranking IDHM Municípios 2010**. Disponível em: < <http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idhm-municipios-2010.html>>. Acesso em: 26 junho 2019.

RECICLOTECA. **Pontos de Reciclagem**. Disponível em: < <http://www.recicloteca.org.br/pontos-de-reciclagem/>>. Acesso em: 30 junho 2019.

REDE NOSSA SÃO PAULO (RNSP). **Mapa da Desigualdade**. São Paulo, 2017. Disponível em: < <https://www.nossasaopaulo.org.br/campanhas/#13> >. Acesso em: 20 maio 2019.

RIBEIRO, L. C. de S.; et al. Aspectos econômicos e ambientais da reciclagem: um estudo exploratório nas cooperativas de catadores de material reciclável do Estado do Rio de Janeiro. **Nova Economia**, Belo Horizonte, n.24, p.191-214, jan./abr. 2014.

RUBERG, C; SERRA, G. G. Gerenciamento dos Resíduos Sólidos de São Paulo: em Busca da Sustentabilidade Urbana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Anais...** Florianópolis: 2004.

SÃO PAULO. Lei Estadual 12.300, de 16 de março de 2006: Política Estadual dos Resíduos Sólidos (PERS). São Paulo, SP, 2006. Disponível em: < <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2006/lei-12300-16.03.2006.html>>. Acesso em: 05 maio 2018.

_____. **Lei Municipal 13.478, de 30 de dezembro de 2002**. Dispõe sobre a organização do sistema de limpeza urbana no município de São Paulo. Disponível em: <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/arquivos/secretarias/financas/legislacao/Lei-13478-2002.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2018.

SEBASTIANY, G. D. Meio ambiente e saúde: indicadores de qualidade de vida e desenvolvimento humano. **Revista Capital Científico Eletrônica (RCCe)**, v. 10, n. 2, 2012. Disponível em: < <https://revistas.unicentro.br/index.php/capitalcientifico/article/view/2031>>. Acesso em: 20 junho 2019.

SISINNO, C. L. S.; MOREIRA, J. C. Ecoeficiência: um instrumento para a redução da geração de resíduos e desperdícios em estabelecimentos de saúde. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, n.6, v.21, p.1893-1900, nov./dez. 2005.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos**. 2017. Brasília, 2019. 199p.

VIANA, E.; SILVEIRA, A. I.; MARTINHO, G. **Caracterização dos Resíduos Sólidos: Uma Abordagem Metodológica e propositiva**. São Paulo: Biblioteca 24 horas, 2015. 202p.

WISSENBACH, T. **Desigualdade, Estrutura Produtiva E Políticas Territoriais Na Cidade De São Paulo**. Brasília: IPEA, 2017. p.153-170.

ANEXO 1 - FORMULÁRIOS

Modelo de Planilha usada para as análises granulométricas em laboratório.

	CONTROLE DE PENEIRAMENTO DE RESÍDUOS		Coleta nº	
	Agrupamento	() Noroeste (LOGA)	Data da coleta	
		() Sudeste (ECOURBIS)	Horário da coleta	

PESAGEM INICIAL

	Massa E1 (kg)	Massa E2 (kg)	Massa S (kg)
Saco			

	Tara (kg)
Saco	0,095

PENEIRAMENTO GROSSO

	Massa E1 (kg)	Massa E2 (kg)	Massa S (kg)
Peneira 1			
Peneira 2			
Peneira 3			
Peneira 4			
Peneira 5			
Peneira 6			
Peneira 7			

	Malha ASTM	Abertura (mm)	Tara (kg)
Peneira 1	4"	100	0,440
Peneira 2	3"	75	0,470
Peneira 3	2"	50	0,500
Peneira 4	1.1/2	37,5	0,470
Peneira 5	1"	25	0,425
Peneira 6	3/4"	19	0,435
Peneira 7	3/8"	9,5	0,445

PENEIRAMENTO FINO

	Massa E1 (kg)	Massa E2 (kg)	Massa S (kg)
Peneira 1			
Peneira 2			
Peneira 3			
Peneira 4			
Peneira 5			
Peneira 6			
Peneira 7			
Peneira 8			

	Malha ASTM	Abertura (mm)	Tara (kg)
Peneira 1	4	4,75	0,390
Peneira 2	10	2	0,390
Peneira 3	16	1,18	0,390
Peneira 4	30	0,6	0,380
Peneira 5	40	0,42	0,360
Peneira 6	60	0,25	0,345
Peneira 7	100	0,15	0,340
Peneira 8	200	0,075	0,325

Observações:

--

Modelo de Planilha usada para as análises gravimétricas em laboratório.

	CONTROLE GRAVIMÉTRICO DE RESÍDUOS		Coleta nº	
	Agrupamento	() Noroeste (LOGA)	Data da coleta	
		() Sudeste (ECOURBIS)	Horário da coleta	

RESÍDUO ANALISADO	Massa E1 (g)	Massa E2 (g)	Massa S (g)	Gráfico
Papel				
Papelão				
Jornal				
Revista				
Não ferroso (latinha de alumínio)				
Ferroso (Lata de aço)				
Tetrapak				
Vidro				
1 - PET				
2- PEAD				
3 - PVC				
4 - PEBD				
5 - PP fino				
5 - PP grosso				
6 - PS				
7 - Outros				
Plástico (não identificado)				
Tecido				
Couro				
Borracha				
Madeira				
Isopor				
Material eletrônico				
Embalagem composta				
Rejeito (folha, terra, guardanapo)				
Resíduo perigoso				
TOTAL				