

ESTUDO GRAVIMÉTRICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES, REJEITOS DE TRIAGEM DAS COOPERATIVAS E DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL ORIUNDOS DAS ESTAÇÕES DE COLETA E PONTOS DE DESCARTE IRREGULARES NO MUNICÍPIO DE SANTO ANDRÉ.

Carlos Fernando Rioli Duarte de Souza ⁽¹⁾

Engenheiro Civil com ênfase em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos. Diretor Técnico da Sistemas Urbanos Engenharia.

Giovanna Arroyo Jardim ⁽²⁾

Engenheira Civil pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Pós-Graduada em Gestão de Projetos pela Universidade de São Paulo. Engenheira de Projetos de Infraestrutura Urbana voltados à Saneamento Básico na Sistemas Urbanos Engenharia.

Giovana da Silva Darico ⁽³⁾

Bióloga pela Universidade Paulista, Graduanda em Hidráulica e Saneamento Ambiental pela Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo.

Endereço ⁽¹⁾: Rua Suíça, 660, ap. 1 – Parque da Nações – Santo André – São Paulo – CEP: 09210-000 – Brasil – Tel: +55 (11) 08309-9726 – e-mail: Fernando.duarte@sistemasurbanos.com.br

RESUMO

Este trabalho apresenta o estudo gravimétrico feito no município de Santo André, que é destacado como ferramenta essencial na gestão de resíduos sólidos, com ênfase em sua aplicação em diversos setores, como residencial, comercial e público. São abordados aspectos como a coleta seletiva, a separação e classificação adequada dos materiais recicláveis e a destinação correta dos resíduos, bem como a importância das políticas públicas e ações sustentáveis para a gestão adequada dos resíduos. São abordadas as vantagens da gravimetria, que possibilita a obtenção de dados sobre a composição e quantidade dos resíduos, fornecendo dados para a elaboração de estratégias eficazes de gerenciamento de resíduos sólidos em diferentes setores em Santo André, contribuindo para a promoção da sustentabilidade e preservação do meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE:

Gravimetria, Santo André, Resíduos.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um país com mais de 200 milhões de habitantes, sendo um dos que mais geram resíduos e deveriam receber destinação e tratamento conforme legislações ambientais e soluções economicamente viáveis existentes. No entanto, tais resíduos sólidos ainda acabam, em parte, sendo despejados a céu aberto.

Em panorama de 2022, a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe) informa que as cidades brasileiras geraram cerca de 81,8 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos, a coleta chegou a 93% desse total, equivalentes a pouco mais de 76,1 milhões de toneladas, e apenas 46,4 milhões de toneladas, 61% do coletado, foi encaminhado para aterros sanitários. O restante, cerca de 29,7 milhões de toneladas de resíduos, 39% do total coletado, foi despejado inadequadamente e cerca de 5,7 milhões de toneladas geradas anualmente continuam sem ao menos serem coletadas.

Já o Estado de São Paulo gera cerca de 13,8 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos por ano, e de acordo com o Tribunal de Contas do Estado de São Paulo, cerca de 99,7% da população é atendida pelo serviço de coleta.

Dentre os municípios do Estado de São Paulo, o município de Santo André tem obtido reconhecimento por práticas inovadoras e sustentáveis no que se diz respeito a coleta e tratamento de resíduos, como por exemplo, altas notas relacionadas ao Aterro Sanitário do município no Índice de Qualidade de Resíduos.

O município também realiza periodicamente o Estudo Gravimétrico para detectar a quantidade de cada tipo de resíduo encontrado no lixo da cidade. Essa prática tem como objetivo auxiliar no gerenciamento dos resíduos sólidos e na tomada de decisão pelos órgãos competentes.

OBJETIVOS

O Objetivo deste trabalho é apresentar o estudo gravimétrico dos resíduos sólidos domiciliares – úmidos e secos, rejeitos de triagem das cooperativas e dos resíduos da construção civil oriundos das estações de coletas e pontos de descartes irregulares no município Santo André.

METODOLOGIA UTILIZADA

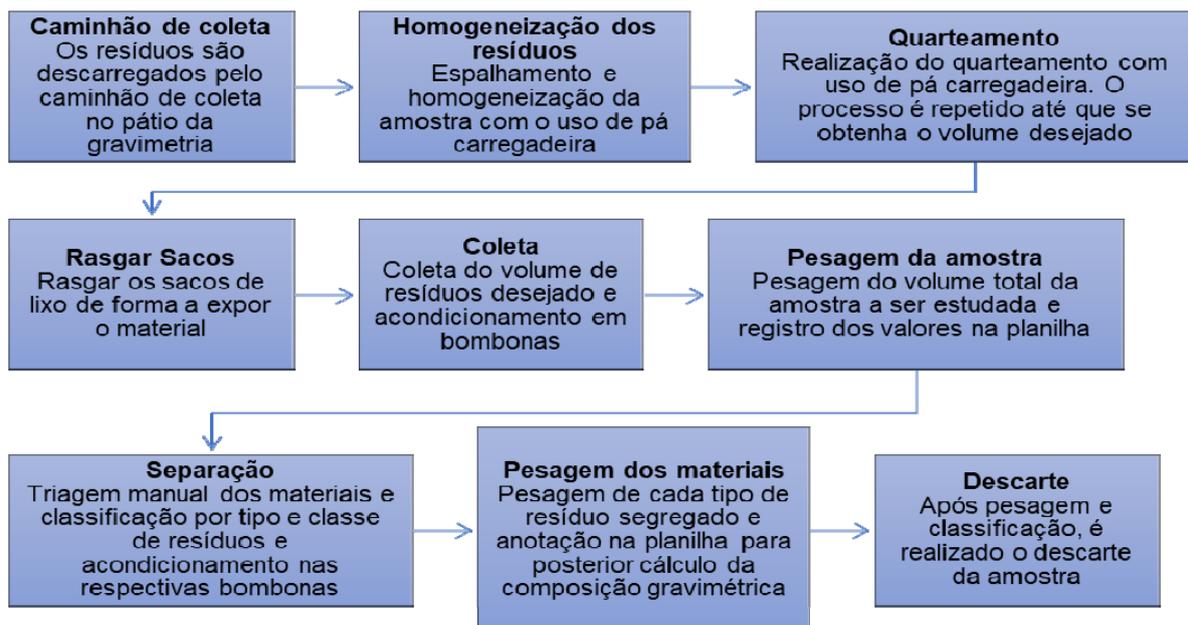
Para a realização inicial do trabalho, foi primordial seguir com as seguintes etapas: A definição dos profissionais para coordenação, sendo o Coordenador Geral e Coordenador de Campo, Gestora de Equipe e Engenheira Ambiental; a contratação da equipe de campo, sendo um total de sete pessoas; aquisição de material de trabalho como mesas, tambores, entre outros e por último a aquisição de material EPI e uniformes para a segurança.

As aquisições de materiais foram realizadas pesquisas de mercado, priorizando compras no município de Santo André, como os equipamentos de EPIS e uniformes. Estes materiais seguiram as orientações e definições dos relatórios e laudos referentes à Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional - PCMSO e Laudo Técnico de Condições Ambientais do Trabalho – LTCAT.

A contratação da equipe foi realizada através da divulgação de vagas de trabalho no bairro próximo ao terreno e pessoas relacionadas ao aterro Santo André, com intuito de buscar candidatos com residência próxima ao local. As efetivações dos colaboradores foram feitas por meio de empresa de terceirização de mão de obra para agilizar e facilitar os processos de contratação.

A realização feita no processo de gravimetria ocorreu de acordo com a metodologia do Quarteamento para cada amostra analisada foi aplicada a seguinte sequência de trabalho, como pode ser observado na figura abaixo.

Figura 1 – Sequência de trabalho



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

A metodologia aplicada seguiu o que apresenta a NBR 10.007/2004 e o princípio de quarteamento, que é definido pela Norma como sendo: “processo de divisão em quatro partes iguais de amostra pré-homogeneizada, sendo tomadas duas partes opostas entre si para constituir nova amostra e descartadas as partes restantes. As partes não descartadas são misturadas totalmente novamente, e o processo de quarteamento é repetido até que se obtenha o volume desejado”, como podemos observar na figura 2.

O quarteamento das amostras, foi realizado por profissional tratorista da empresa concessionária do aterro municipal, funcionário com experiência nesta atividade por ter realizado a mesma função em estudos anteriores, conforme é mostrado na figura 3.

O local de descarga e quarteamento ocorreu em espaço pavimentado, assim, sem necessidade de proteção contra contaminação dos materiais com solo, e após a retirada total do material, a área era lavada com caminhão pipa.

Figura 2 – Processo do Quarteamento



Fonte: Soares, 2011.

Figura 3 – Técnica de quarteamento em execução



Fonte: Soares, 2011

A seguir podemos observar na tabela 1, a classificação dos materiais separados no processo de gravimetria, além desses materiais, os vidros foram segregados por cores e alguns itens foram adicionados como máscaras faciais, devido a pandemia do Covid-19, cabos, fios e fios elétricos e discriminados os materiais de Resíduos da Construção Civil - RCC, que nos estudos anteriores não foram verificados, mesmo os advindos das Estações de Coleta. Dentre os materiais coletados e separados, estão fragmentos de concretos, piso, tijolo vermelho, telhas, granito, ardósia, gesso, madeira, cerâmica, metais, vidros, manta asfáltica, papelão, cabos e fios, louça, borracha, têxteis, plásticos e outros tipos de resíduos que eventualmente eram descartados nas caçambas.

Tabela 1 – Materiais de Referência

MATERIAL	CLASSIFICAÇÃO
Material orgânico (alimentos)	Úmido
Material orgânico (sanitário)	Úmido
Alumínio	Seco
Borracha	Seco
Isopor	Seco
Madeira natural	Seco
Madeira processada	Seco
Metal (ferroso)	Seco
Papel branco	Seco
Papelão	Seco
[1] - PET - politereftalato de etileno	Seco
[2] - PEAD - polietileno de alta densidade	Seco
[3] - V – PVC	Seco
[4] - PEBD- polietileno de baixa densidade	Seco
[5] - PP – polipropileno	Seco
[6] - PS- poliestireno	Seco
Outros plásticos	Seco
Sacos plásticos (sacos de lixo)	Seco
Sacos plásticos (supermercado)	Seco
Têxteis (tecido, pano, outros)	Seco
Fraldas	Úmido
Tetra Pack	Seco
Vidro	Seco
Resíduos tecnológicos-pilhas	Seco
Resíduos tecnológicos-lâmpadas	Seco
Resíduos tecnológicos-informática	Seco
Resíduos tecnológicos-outros	Seco
Embalagens aluminizadas	Seco
Entulho	Seco
Jornais e revistas	Seco
Metais não ferrosos	Seco

Fonte: Termo de Referência do Contrato

O município de Santo André é dividido em 15 setores de coleta, e seus respectivos subsetores de resíduos que determinam os roteiros de incursões por parte dos veículos coletores. A tabela 2 a seguir ilustra todos os bairros do município dispostos dentro do respectivo setor. Vale ressaltar que os setores de coleta de resíduos secos têm por objetivo a coleta de resíduos que podem ser limpos e tratados para passarem por processos de reciclagem ou reutilização. Já os setores de coleta de resíduos úmidos têm por objetivo a coleta daqueles resíduos que não recicláveis.



Em relação às Estações de Coleta, a tabela abaixo apresenta a numeração das estações e seus respectivos bairros.

Para os resíduos úmidos foram analisados 56 subsetores e para os resíduos secos 30 subsetores. Especificamente o setor 6, representado pelos bairros Centro e Casa Branca, pelas especificidades do uso e ocupação do solo, optou-se por realizar 5 amostras. O número de subsetores referente aos resíduos secos é menor, por conta da forma adotada de aglutinação ante ao volume total de resíduos do setor.

A atividade de estudo de gravimetria iniciou-se efetivamente em 05/06/2022, inicialmente previsto para início em 29/05/2022, foi adiada em função da liberação dos exames admissionais da equipe.

Tabela 2 – Divisão dos bairros por subsetores

Setor	Bairro	Setor	Bairro	Setor	Bairro	Setor	Bairro
1	Bairro Santa Terezinha	8	Vila Guiomar	12	Jardim Alvorada	14	Parque Miami
	Bangu		Vila Palmares		Jardim Cristiane		Parque Pedroso
	Jardim Utinga		Vila Príncipe de Gales		Jardim do Estádio		Parque Represa Billings II
	Vila Camilópolis		Vila Sacadura Cabral		Jardim Jamaica		Parque Represa Billings III
2	Vila Metalúrgica	9	Bairro Pinheirinho	12	Jardim Las Vegas	14	Recreio da Borda do Campo
	Jardim das Maravilhas		Jardim Bela Vista		Jardim Milena		Três Divisas
	Jardim Santo Antonio		Jardim Bom Pastor		Jardim Oriental		Waisberg I
	Parque Oratório		Vila Alice		Jardim Stella		Waisberg II
3	Vila Lucinda	9	Vila Bastos	12	Vila Junqueira	14	Fazenda dos Tecos
	Parque das Nações		Vila Floresta		Vila Linda		Sítio Taquaral
	Parque Jaçatuba		Vila Gilda		Vila Marina		Acampamento Anchieta
	Vila Curuçá		Vila Scarpelli		Vila Vitória		Bairro Rio Grande
4	Vila Francisco Matarazzo	10	Vila Valparaíso	13	Bairro Cata Preta	15	Cabeceiras do Araçuaia
	Jardim Ana Maria		Bairro Paraíso		Condomínio Maracanã		Cabeceiras do Rio Grande
	Jardim Itapoan		Vila Alzira		Jardim Guarará		Cabeceiras do Rio Mogi
	Jardim Santo Alberto		Vila Assunção		Jardim Ipanema		Cabeceiras do Rio Pequeno
5	Parque Capuava	11	Bairro Silveira	13	Jardim Irene	15	Campo Grande
	Parque Novo Oratório		Centreville		Jardim Santa Cristina		Estância do Rio Grande
	Várzea do Tamanduati		Cidade São Jorge		Jardim Santo André		Jardim Guaripocaba
	Jardim Alzira Franco		Jardim Marek		Jardim Telles de Menezes		Jardim Joaquim Eugênio de Lima
6	Jardim Rina	11	Parque Gerassi	13	Jardim Vila Rica	15	Parque América
	Parque Erasmo Assunção		Parque Marajoara		Sítio dos Vianas		Parque das Garças
	Parque João Ramalho		Vila América		Vila Guaraciaba		Parque Estadual da Serra do Mar
	Bairro Casa Branca		Vila Guarani		Vila João Ramalho		Parque Rio Grande
7	Centro	11	Vila Helena	13	Vila Lutécia	15	Reserva Biológica do Alto da Serra
	Bairro Campestre		Vila Homero Thon		Vila Luzita		Várzea do Rio Grande
	Bairro Jardim		Vila Humaitá		Vila Suíça		Vila de Parapiacaba
	Bairro Santa Maria		Vila Pires		Vila Tibiriçá		
8	Vila Alpina	11	Vila Progresso	14	Jardim Clube de Campo	15	
	Vila Aquilino		Jardim Santo Antônio de Pádua		Jardim Riviera		

Fonte: Termo de Referência do Contrato

Tabela 3 – Estações de Coleta

EC	Estações de coletas	EC	Estações de coletas
1	Antonina	11	Ipanema
2	Bom Pastor	12	Jd Irene
3	Camilópolis	13	Loreto
4	Caminho do Pilar	14	Paraíso
5	Carnaúba	15	Paranapiacaba
6	Cata Preta	16	Sacadura Cabral
7	Centreville	17	Santo Alberto
8	Cerquillo	18	Santo Exedito
9	Erechim	19	Sorocaba
10	Grajaú	20	Jardim Irene

Fonte: Termo de Referência do Contrato

Como esperado, o tempo de realização de cada análise gravimétrica nos primeiros dias foram maiores em função não apenas do treinamento da equipe nas atividades rotineiras, mas também pelo aprendizado sobre a tipologia de cada resíduo, até que a equipe se habituasse ao treinamento e ritmo de trabalho.

Tabela 4 – Número de Amostras de Resíduos Estudados em Relação ao Total por Origem

Origem	Nº de Amostras Estudadas	%	Data de Conclusão
Resíduos Úmidos	63	100%	09/08
Resíduos Secos	36	100%	25/07
Estação de Coleta - RCC	20	100%	08/08
Estação de Coleta - Reciclável	20	100%	11/08
Estação de Coleta - Rejeito	20	100%	24/08
Feira Livre	35	100%	09/08
CRAISA	1	100%	28/06
Núcleos Habitacionais - Úmidos	8	100%	28/07
Conjuntos Habitacionais - Úmidos	7	100%	08/08
Conjuntos Habitacionais - Secos	2	100%	09/08
Condomínio de Alto Padrão - Úmidos	1	100%	29/07
Condomínio de Alto Padrão - Secos	1	100%	01/08
Condomínio de Médio Padrão - Úmidos	1	100%	05/08
Condomínio de Médio Padrão - Secos	1	100%	01/08
Cooperativas - Rejeito	2	100%	23/08
Grandes Geradores - Úmidos	1	100%	02/08
Grandes Geradores - Secos	1	100%	05/08
Hospitais - Resíduos úmidos	2	100%	11/08
Hospitais - Resíduos secos	2	100%	06/07
Programa Moeda Verde	22	100%	27/07
Programa Meu Condomínio Recicla	3	100%	01/08
Pontos de Acúmulo	6	100%	23/08
Varrição	3	100%	10/08
Varrição Extra - Peralta Ambiental	1	100%	17/08
Total de Amostras Estudadas	259		24/08

Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Posteriormente a eficiência da equipe aumentou, sendo realizados em média entre 5 e 6 amostras de resíduos coletados diariamente, acarretando avanço da programação, e cumprimento da meta de realização do trabalho de campo em 12 semanas.

Os materiais segregados cujo peso não era possível pesagem na balança maior devido à faixa de operação, foram pesados em balança digital de até 10 kg de capacidade. Assim, buscando precisão e confiabilidade na totalização dos resultados.

Todos os resultados, pesagens parciais, e total, bem como data, origem e tipologia do material foram anotados em planilha no campo, e posteriormente os dados transferidos para planilha computacional para as devidas avaliações e estudos e após a rotina da Gravimetria, o material já analisado foi encaminhado para a área de trabalho da cooperativa,

No estudo da gravimetria foi utilizado uma fórmula denominada de coeficiente de Correlação de Pearson onde foi utilizado no cálculo das análises dos resultados e trata-se de técnica estatística para medir duas variáveis quantitativas que estão relacionadas de maneira linear. Uma relação linear entre duas variáveis significa que o aumento de uma das variáveis está relacionado ao aumento da outra variável, sempre na mesma proporção.

É possível analisar a correlação entre os resíduos gerado em cada área, podendo mensurar o grau de relacionamento entre duas variáveis, onde a correlação de Pearson próxima a 1, mostra que a geração de resíduos é semelhante.

Na correlação de Pearson, a linearidade entre variáveis é exposta em número que varia de -1 a +1, sendo assim, quanto mais próximo dos extremos, maior é a força da correlação e valores próximos de zero querem

dizer que sua correlação é fraca. Sobre os valores negativo e positivos, indicam a direção da relação entre as variáveis, se for positiva, o aumento em uma variável implica no aumento da outra variável e se for negativo indica que o aumento de uma variável implica no decréscimo de outra.

Se em um conjunto de amostras os valores de um grupo de correlação são próximos de (+1) indica que elas se comportam de mesma forma, assim, poderíamos limitar o número de amostras estudando, no nosso caso a gravimetria, apenas dos pontos de origem que se comportam de forma distinta. Ou seja, é indicativo para novos estudos, a serem realizados de forma mais eficientes, mais rápidos e com menores custos, entendendo que o comportamento de algumas amostras serão semelhantes à outras. Ainda, ele se aplica se tendem para (-1), mas neste caso se comportam de forma inversa e proporcional.

RESULTADOS OBTIDOS

Com a finalização das atividades de campo dentro do prazo estipulado, passou-se a compilação dos dados e geração de gráficos para o perfeito entendimento do sistema de coleta de resíduos e as características destes na cidade de Santo André.

A avaliação parte não apenas das origens dos materiais, como coletas porta a porta, ou estações de coleta e programas especiais como Moeda Verde, mas também pela espacialidade de influência destas origens e a sua densidade demográfica.

Evidente que o universo amostrado, onde se buscou cobrir todos os aspectos de coleta, não abrange todas as origens de uma malha urbana com a cidade de Santo André, o universo de Grandes Geradores ou Hospitais é maior que o amostrado. Sendo o objetivo deste estudo entender as características dos resíduos encaminhados para o aterro municipal.

Em função das características urbanas, com seus aspectos socioeconômicos foram identificadas regiões com maiores gerações de resíduos que outras, evidenciadas nos gráficos que serão demonstrados a seguir. Além disso, as atividades complementares realizadas mostraram que as possibilidades de extração de informações em estudo de gravimetria vão muito além da simples composição dos resíduos coletados, possibilitando abrir vários aspectos de pesquisas e estudos sobre os resíduos da malha urbana, bastando direcionar o olhar sobre os dados coletados, além da importância da seriedade da condução do trabalho de campo para obtenção de dados mais fidedelíveis possível com a realidade.

Ao longo das semanas de realização do trabalho, e diversas amostras e origens em bairros distintos da cidade, foram encontrados diversos materiais descartados que deveriam ter destinos nobres, como doação a pessoas e entidades sociais, reuso e reaproveitamento, e igualmente preocupante com a conscientização dos cidadãos, descartes irregulares de material infectocontagioso, como Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) oriundos da coleta de resíduos úmidos do Hospital Municipal Santa Casa, conforme mostrado na figura 4.

Figura 4 – Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) contaminados



Fonte: Do autor.

Em todas as ocasiões de identificação de tais materiais, estes foram segregados com os devidos cuidados para minimizar possibilidades de acidentes de trabalho, e alertada a equipa responsável pelo aterro para tal presença, sendo que na eventualidade da possível identificação da origem, todo o material era fotografado e as imagens repassadas para as providências cabíveis, como pode ser observado nas figuras a seguir. Os materiais infectantes são retirados pelo SEMASA no menor tempo possível para a devida destinação.

Figura 5 - Descarte irregular de materiais oriundos de clínicas odontológicas na coleta domiciliar.



Fonte: Do autor

Figura 6 - Livros novos ou seminovos encontrados no processo de segregação dos materiais provenientes de caminhão da coleta seletiva.



Fonte: Do autor

Blisters, as cartelas de medicamentos, descartados na coleta de úmidos sendo que deveriam ser descartados como material reciclável. Algumas associações recolhem esse tipo de material, que assim como o lacre das latinhas de alumínio, que são vendidos e os recursos destinados a compra de cadeira de rodas.

Figura 7 – Cartelas de medicamentos



Fonte: Do autor

Dentre as origens de material a serem estudados estão os Pontos de Acúmulo, ou como também são conhecidos – Pontos Viciados de descartes de Material, na figura a seguir são observados materiais recolhidos em local que há concentração de pessoas vivendo em condição de rua, desabrigados e moradores de rua, onde foram identificados material de camas, colchões, cobertores, roupas, sapatos, apresentados nas imagens a seguir.

Figura 8 – Materiais encontrados nos Pontos de Acumulo

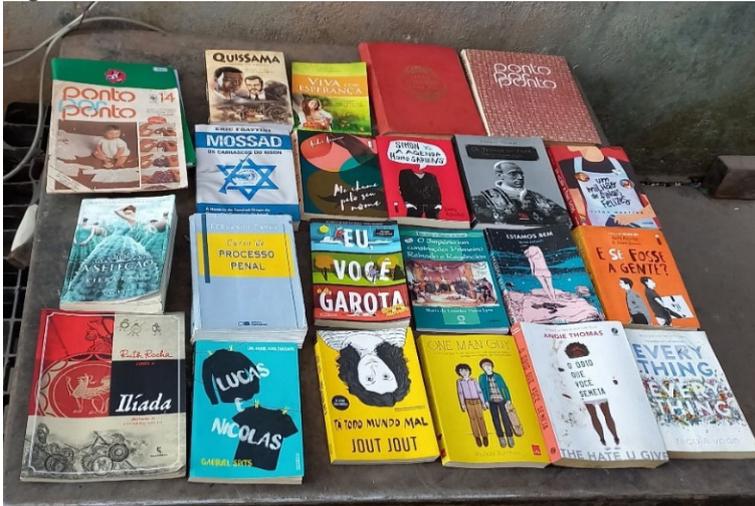


Fonte: Do autor

Um dos Programas de Coleta Seletiva promovido pelo município é denominado Moeda Verde, onde a população troca material reciclado por alimentos de origem de hortifrutis. Em uma das amostras foram encontrados livros novos que também poderiam ser doados para entidades que destinariam de forma adequada, conforme mostra a figura abaixo.



Figura 9 – Livros encontrados



Fonte: Do autor

A ação de disseminação do conhecimento teve participação 17 pessoas, além da equipe de trabalho da Gravimetria, onde foi apresentado em forma de seminário o que é o estudo de Gravimetria, sua necessidade e objetivo, a metodologia de execução, e informações sobre as ocorrências ao longo das atividades.

Figura 10 - Grupo que participou das atividades práticas de gravimetria, paramentados com EPI's



Fonte: Do autor

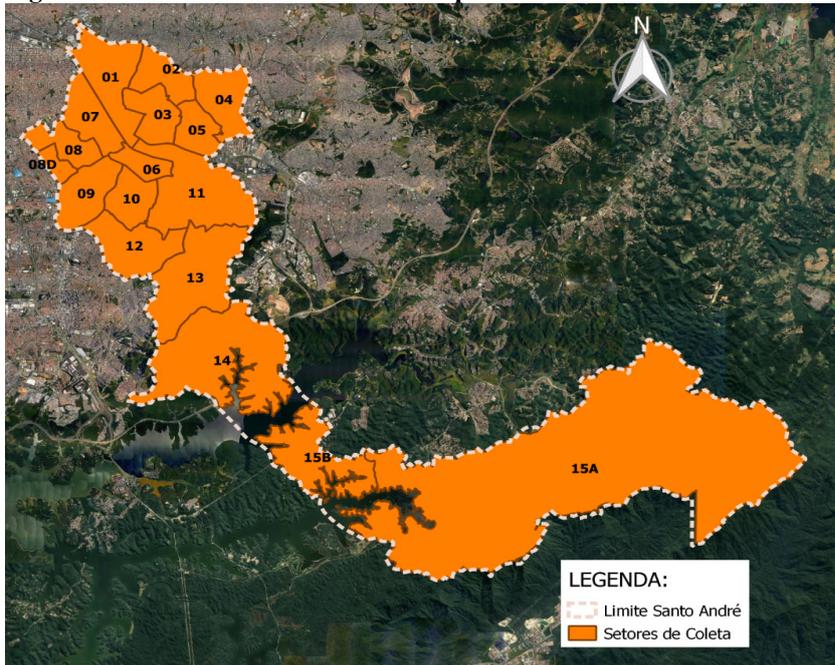
ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com a finalização das atividades de campo dentro do prazo estipulado, passou se a compilação dos dados e geração de gráficos para o perfeito entendimento do sistema de coleta de resíduos e as características destes na cidade de Santo André.

Na figura abaixo apresenta os setores de coleta estudados. A figura 12 apresenta o gráfico com as porcentagens de resíduos úmidos totais que foram caracterizados na gravimetria, a maioria dos resíduos da amostra foram orgânicos alimentares (41,5%), seguidos de plásticos (12,3%) e orgânicos sanitários (11,4%). Por esse gráfico observamos que a parcela de orgânicos na coleta de porta a porta está acima de 50% (52,90%) mas dentro dos limites observados nos municípios da RMSP, de acordo com a Embrapa. onde é citado que no Brasil, os resíduos orgânicos, são cerca de 50% de todo resíduos sólido urbano gerado, depois estão colocados os recicláveis secos (28%) e os rejeitos (22%).

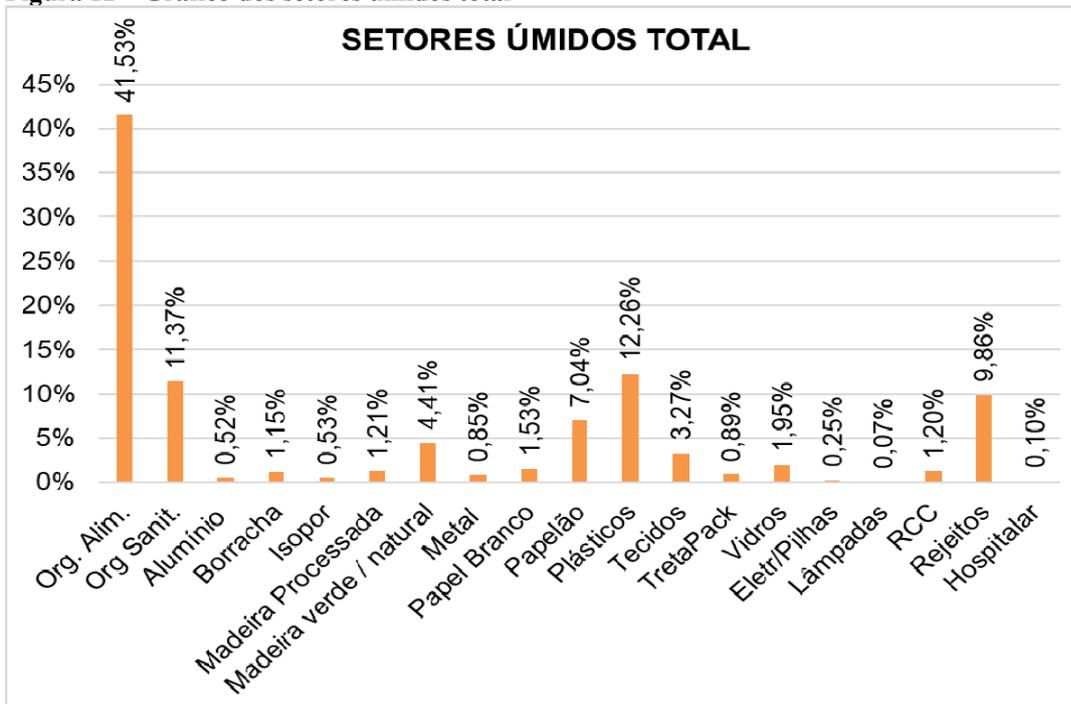


Figura 11 – Setores de coleta do município de Santo André



Fonte: <https://siga.santoandre.sp.gov.br/>

Figura 12 – Gráfico dos setores úmidos total

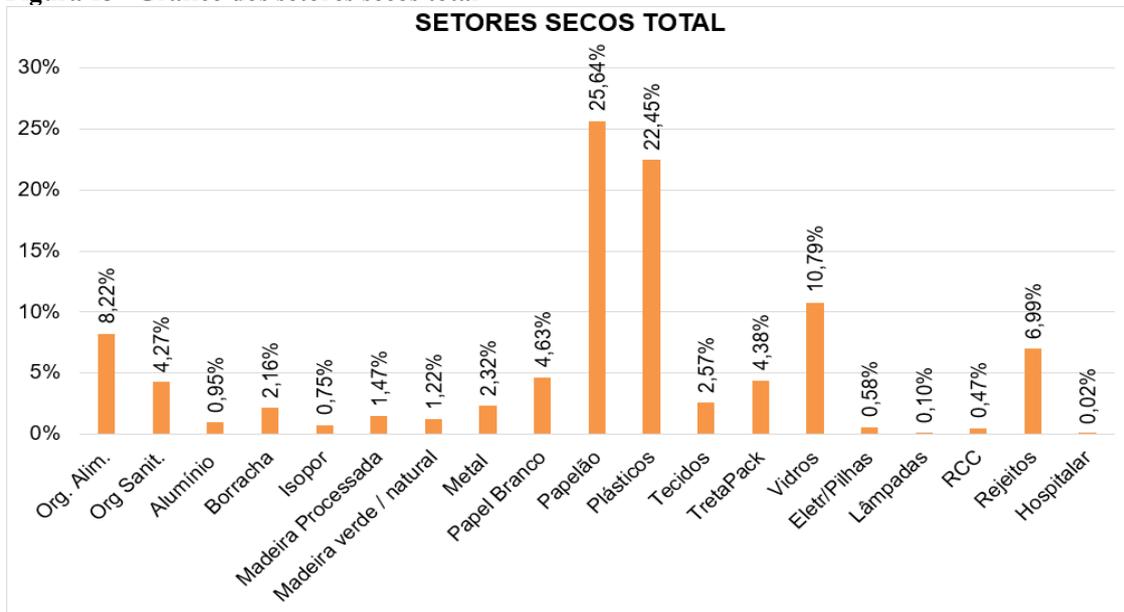


Fonte: Desenvolvido pelo autor.

A figura abaixo apresenta o gráfico com as porcentagens de resíduos secos totais que foram caracterizados na gravimetria, a maioria dos resíduos da amostra foi papelão (25,6%), seguidos de plásticos (22,5%) e vidros (10,8%). Nesta análise observa-se que os três resíduos mais presentes são exatamente os mais reconhecidos pela população como recicláveis, e se observa a presença significativa de resíduos orgânicos (12,5%).

Da totalização da coleta de materiais recicláveis porta a porta, a baixa presença de eletroeletrônicos, pilhas e lâmpadas induz a acreditar que esses materiais já seguem caminhos mais interessantes na cadeia da reciclagem, ou mesmo para as Estações de Coleta.

Figura 13– Gráfico dos setores secos total



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

A presença indesejada, de materiais orgânicos é quase inevitável mas depende de conscientização da população, porém, sabendo que esta população já está preocupada com a segregação de materiais, pode-se entender que se trata mais de descuidos que falta de informação, e ainda, a presença de resíduos hospitalares chama a atenção não pela quantidade, mas pela presença, sendo que ao identificar a fonte do resíduos (por exemplo alguma clínica ou hospital) esse local foi notificado, mas também podem ser resíduos de fontes como casas de repouso ou domicílios de onde fica impossibilitado o rastreamento, voltando à questão de educação ambiental da sociedade.

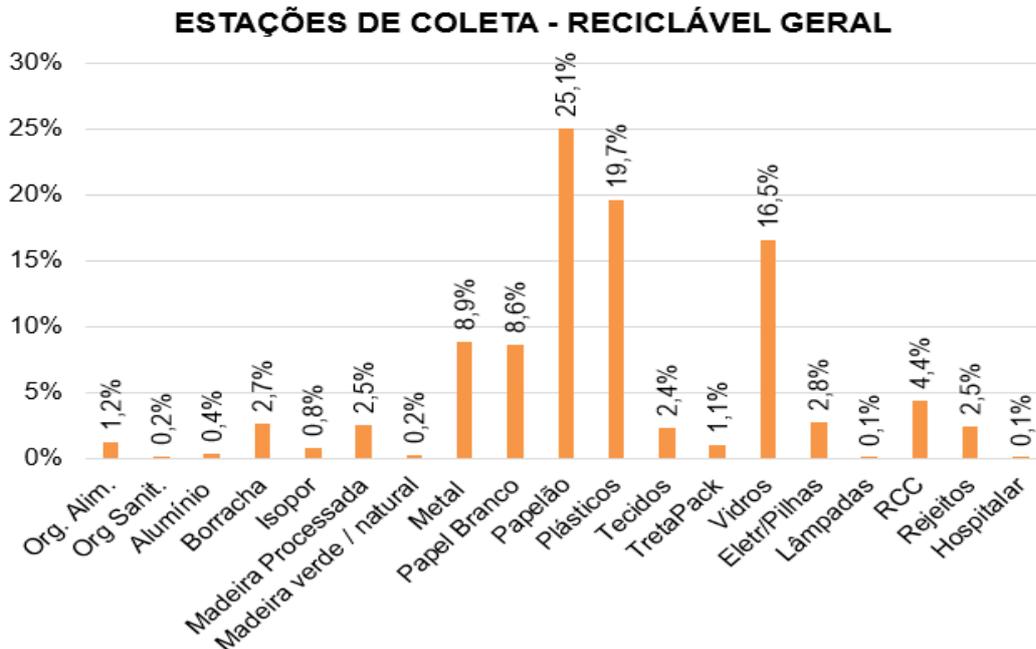
Há o indicativo que se deve intensificar campanhas de esclarecimento à população, inclusive nas escolas infantis, sobre a importância da reciclagem e quais os materiais passíveis de retorno ao setor produtivo, com isso buscar aumento dos índices dos vários outros itens. É evidente que as Estações de Coleta têm papel fundamental no recebimento de alguns desses materiais como RCC, isopor e madeiras, além de matérias com alumínio terem seu fluxo direcionado para recicladores em função do seu valor econômico,

Neste estudo, para avaliações com relação à quantidade de resíduos gerados pela população, inclusive buscando uma verificação da população dentro de áreas de influência urbana para as Feiras Livres e as Estações de Coleta foram realizadas as ponderações entre os setores censitários do IBGE para o município de Santo André, e os subsetores de coleta (secos e úmidos), assim, por relações matemáticas de proporcionalidade espacial foram obtidas as densidades destes setores.

Vale ressaltar que as densidades demográficas para cada setor foram obtidas com base nos arquivos do Sistema de Georreferenciamento da Prefeitura de Santo André (SIGA), onde pela concentração de imóveis comerciais, temos como exemplo a região de Paranapiacaba, pela baixa população, a densidade é pequena, apesar que em momentos de festivais o distrito de Paranapiacaba têm a população flutuante acrescida consideravelmente, e de forma exponencial, o que impacta na geração de resíduos, em especial recicláveis como papel, papelão, alumínio e vidros, e resíduos orgânicos.

A imagem a seguir apresenta o gráfico com as porcentagens de resíduos totais, das caçambas dos recicláveis, caracterizados na gravimetria para as estações de coleta, a maioria dos resíduos da amostra foi papelão (25,1%), seguidos de plásticos (19,7%) e vidros (16,5%). O resultado das amostras mais presentes se aproximou bastante do que foi observado para a coleta de resíduos secos.

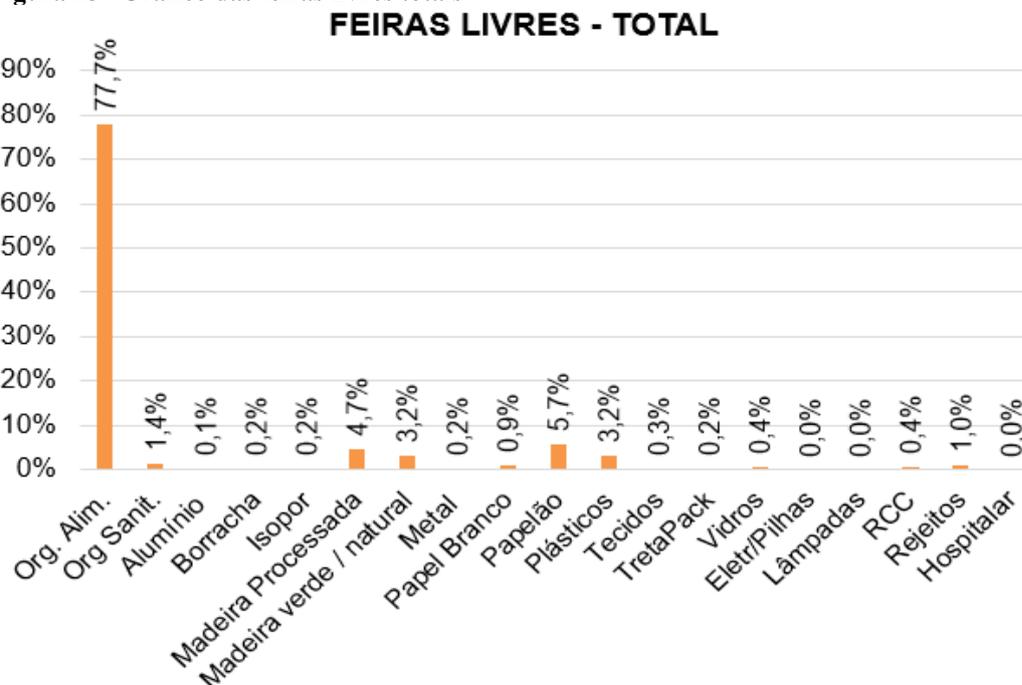
Figura 14– Gráfico das estações de coleta – reciclável geral



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

A figura abaixo apresenta o gráfico com as porcentagens de resíduos totais que foram caracterizados na gravimetria para as feiras livres, a maioria significativa dos resíduos foram orgânicos alimentares (77,7%), também foi constatada presença de papelão (5,7%) e madeira processada (4,7%).

Figura 15– Gráfico das feiras livres totais



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Nos setores úmidos, tem-se que com base no que foi gerado na coleta porta a porta, e a densidade de cada setor, verificamos a taxa de resíduos por habitante. O que se observa são resultados mais próximos nos setores mais residências, e picos, em função do número de moradores na região central e no distrito de Paranapiacaba.

Com base no mesmo tipo de relação descrita anteriormente, para a coleta porta a porta de resíduos “Secos” ou recicláveis, vemos valores médios se apresentado para a maioria dos setores, mas com alguns expoentes, sendo os setores 6 e 10 referentes às regiões centrais com forte presença de comércio e serviços, e Paranapiacaba pelas questões de turismo e serviços aliadas à baixa população residente local.

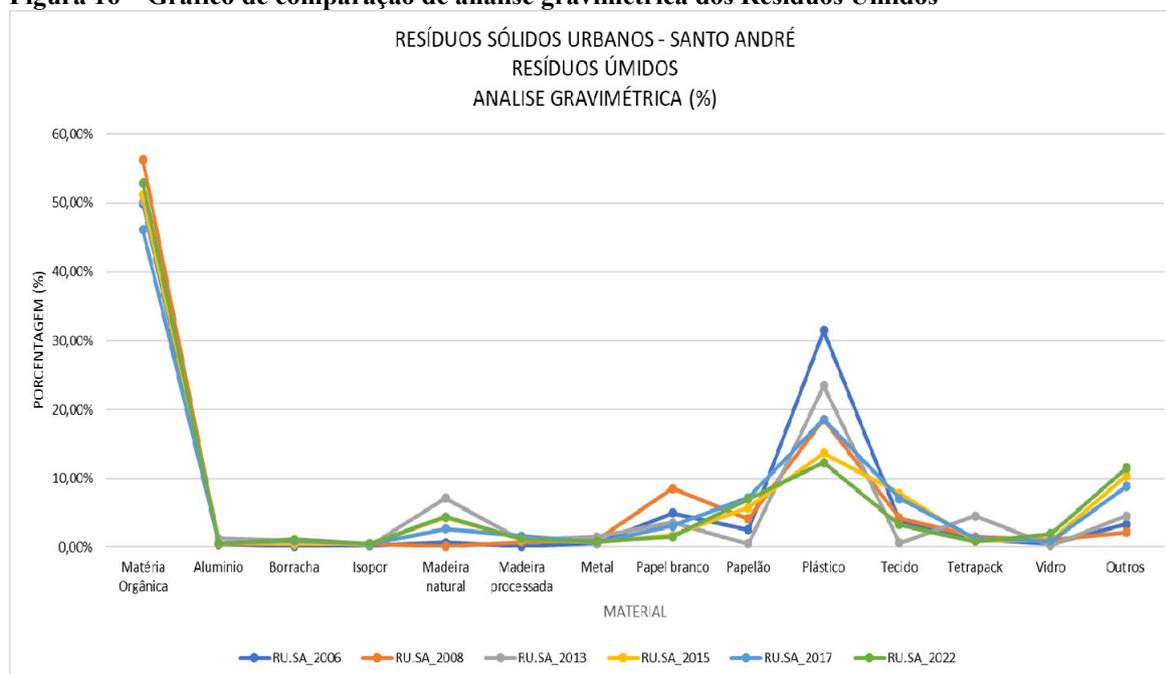
A avaliação da densidade populacional para as estações de Coleta partiu do pressuposto que a área de influência de uma estação é de aproximadamente 1 quilometro de distância dela (1 km), é evidente que moradores podem se deslocar distância maiores para a entrega voluntária, e não necessariamente ficam restritos a esta área. Mas para fins de cálculo este foi o pressuposto adotado.

Os setores úmidos apresentaram 47% de resíduos recicláveis, 42% de orgânicos alimentares e 11% de orgânicos sanitários. Os setores secos apresentaram 88% de resíduos recicláveis, 8% de orgânicos alimentares e 4% de orgânicos sanitários.

Já as feiras livres, apresentaram 21% de resíduos recicláveis, 78% de orgânicos alimentares e 1% de orgânicos sanitários. Como era previsto, as estações de coleta de resíduos recicláveis apresentaram uma faixa representativa de resíduos recicláveis (98,5%), 1,25% de orgânicos alimentares e 0,18% de orgânicos sanitários.

Conforme a figura 16, pode ser observado o gráfico de comparação da gravimetria de resíduos sólidos úmidos dos anos 2006, 2008, 2013, 2015, 2017 e 2022. A análise gravimétrica que obteve maior variação foi relacionada aos materiais, plástico, papel branco, madeira natural, papelão, tecido e outros. O plástico é o material que apresentou maior variação entre os anos comparados, em 2006 apresentou o maior índice na amostra das gravimetrias, alcançando 31,47% e em 2022 foi o ano com o menor índice, igual a 12,26%. Além disso, a madeira natural, o papel branco, o papelão, o tecido foram materiais que tiveram variação entre os anos, mas apresentaram pequenas variações quando comparadas ao material plástico.

Figura 16 – Gráfico de comparação de análise gravimétrica dos Resíduos Úmidos

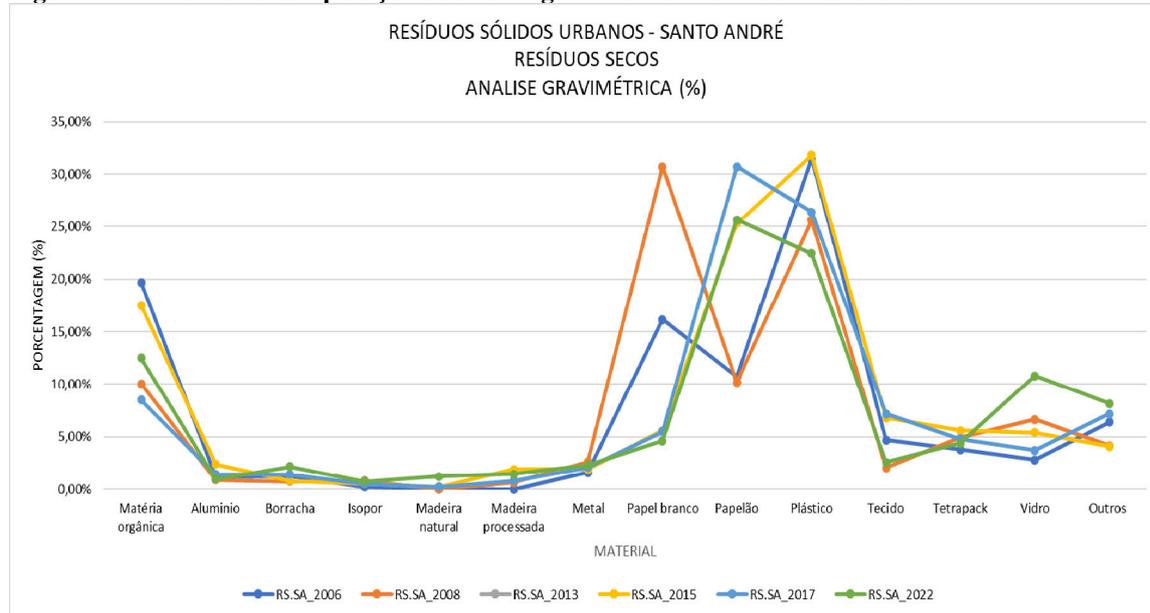


Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Conforme a figura 17 pode ser observado o gráfico de comparação da gravimetria de resíduos sólidos secos dos anos 2006, 2008, 2015, 2017 e 2022. A análise gravimétrica dos materiais como, papel branco, papelão e plástico apresentaram o percentual de variação maior entre os anos comparados. Na comparação do material papel branco, o ano com maior índice foi 2008 com 30,71%, já em comparação do material papelão, o ano que

teve maior índice foi o de 2017 com 30,70%, para o material plástico os anos 2006 e 2015 tiveram um percentual parecido, respectivamente 6,64% e 5,40%.

Figura 17 – Gráfico de comparação de análise gravimétrica dos Resíduos Secos



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

A pesagem separada das máscaras frente aos outros tecidos demonstrou pouca parcela de contribuição, apesar da grande quantidade de peças que eram encontradas diariamente, independentemente da origem dos veículos, o peso individual era muito baixo quando comparado ao peso de uma peça de vestuário, sendo efetivamente, essas peças (roupas) a grande parcela em tecidos, observando muitas peças ainda com condições de uso, e que não foram direcionadas à aproveitamento mais nobre, como as campanhas de agasalho.

Os materiais caracterizados referem-se aos principais grupos de produtos destinados para a reciclagem, e a concentração de cada um deste pode indicar características sociais e econômicas dos bairros (setores e subsetores) que se originaram. A principal informação que poderá ser retirada deste estudo é o direcionamento dos futuros planos diretores de resíduos sólidos, onde este estudo será a base para identificarem as regiões cujas ações propostas por esses planos já em prática surtiram efeitos, ou não atingiram as metas idealizadas, portanto possibilitando os ajustes nestas políticas públicas.

O sistema de coleta e disposição de resíduos sólidos de Santo André têm histórico recente de seis eventos estudos de gravimetria, sendo realizados em 2006, 2008, 2013, 2015, 2017 e este estudo efetivado em 2022. É certo que a periodicidade ideal seria bianual, ou até anual, mas a evolução de entre os materiais para cada estudo pode apontar alguns caminhos.

Para a coleta de material Úmido foi observado pequenas variações entre os materiais (Figura 18), entretanto chamando a atenção a queda progressiva da presença de plásticos na coleta.

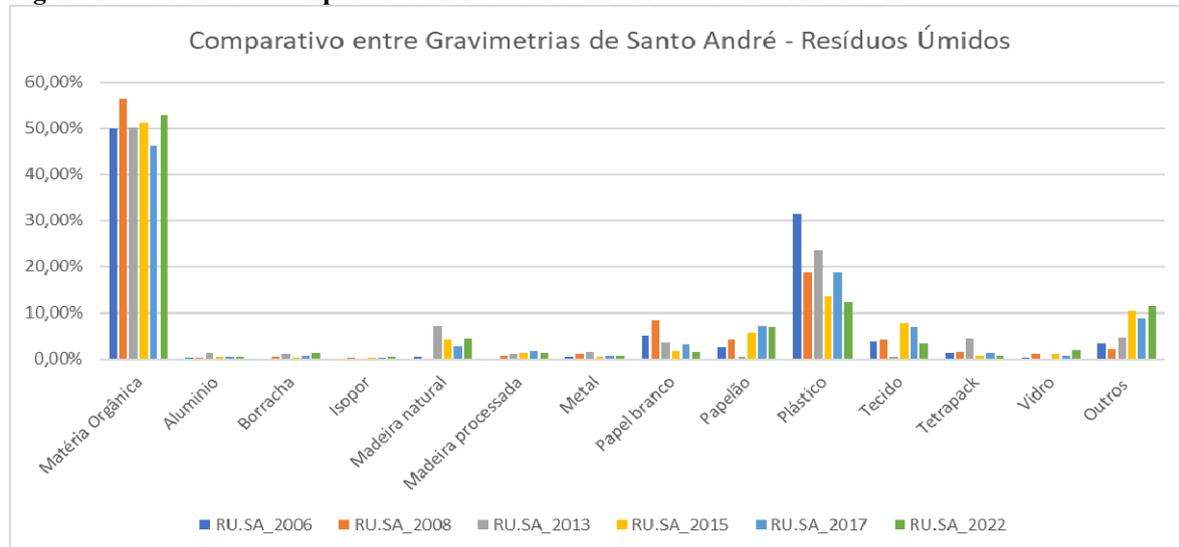
Essa alteração sugere duas situações, a primeira, a conscientização sobre o uso dos plásticos quanto embalagem e suas consequências para o meio ambiente, sendo essa alternativa menos provável que gerasse diminuição tão significativa ao longo destes anos dada a dependência da sociedade deste material.

Por outro lado, a maximização da coleta deste material, ou destinação voluntária, para a reciclagem, diminuindo a sua presença no volume da coleta porta a porta realização rotineiramente. Entendesse que pelo valor agregado a esse material, facilidade de transporte (peso), e forte viabilidade de uso na indústria da reciclagem, o plástico tem sido destinado para reciclagem sem a passagem pelo sistema de coleta porta a porta.

Por outro lado, observamos também que ao longo dos anos a parcela referente à matéria orgânica, seja de origem alimentar ou seja de origem sanitária, permanece muito próxima. Ações que levem a maior

conscientização da população pela reciclagem, e destinação mais nobre para materiais como plásticos, papel, metais e tecidos, não apenas elevará o percentual de orgânicos, podendo estes terem destinações como compostagem ou processo térmicos, mas retirando desta coleta parte significativa de carga a ser transportada e que pode ser reciclada.

Figura 18 – Gráfico de comparativo entre as Gravimetrias de Santo André - RU



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

No comparativo entre os estudos para os resíduos secos (Figura 19), coleta porta a porta de material reciclável, observamos para alguns materiais pouca variação, mas para produtos como papel branco, papelão, plásticos, vidro e matéria orgânica, variações distintas, que não são convergentes, pois a queda de porcentagem de papel branco indicaria menor consumo ou não direcionamento para reciclagem, mas o papelão tem aumentos significativos.

A diminuição de plástico neste modal de coleta contrapõe como o anterior, pois também à queda na coleta porta a porta de úmidos da taxa de plásticos. Vidros (branco e colorido) e matéria orgânica (esta não deveria ser presente) têm variações senoidais, em diferentes escalas, mas pode-se entender que há tendência de diminuição de material orgânico ao longo dos anos, e por outro lado aumento de destinação de vidro para a reciclagem.

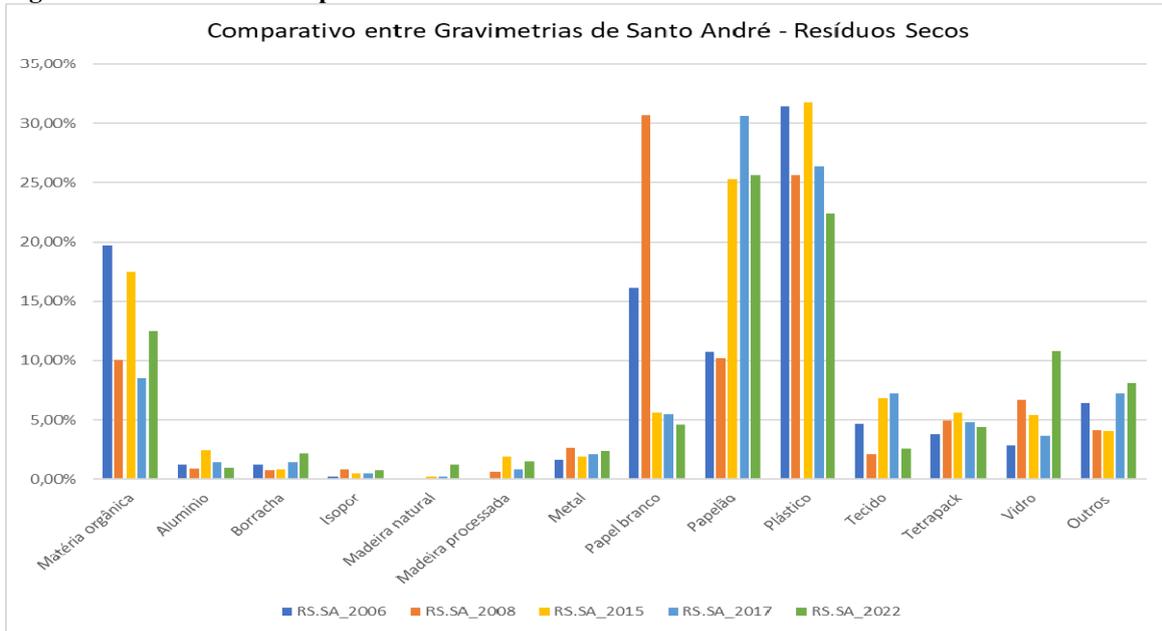
No gráfico referente a coleta porta a porta de resíduos úmidos (Figura 20) temos alguns subsetores que se destacam muito acima da média, 0,912 kg/hab, subsetores como, 11F, 12D e 15B ultrapassam o valor de 2,0 kg/hab.

Os subsetores, 11F, 12D são pertencentes à regiões de classe econômicas C e D, a região do subsetor 15B se refere à região mais diversificada com áreas de alto padrão até manchas de padrão de renda menor, nestes casos pode-se inferir que as regiões inclusas na massa urbana, apresentam taxas mais altas de resíduos úmidos, por questões de maior produção de alimentos nas residências, o que seria também esperado em outras regiões de mesmos padrões de renda e com bairros com características mais residências. Já o subsetor 15B entende-se que a taxa elevada é exatamente pelo isolamento da região, o que obriga os moradores a cozinhar, não tendo muitas opções de refeições diárias fora de casa.

O que chama a atenção é que subsetores com menores taxas como 5B e 12E também são regiões inclusas na malha urbana, e com bairros com população de rendas mais baixas e mediana, não induzindo a análise que a população não teria hábito de produzir alimentos em casa.

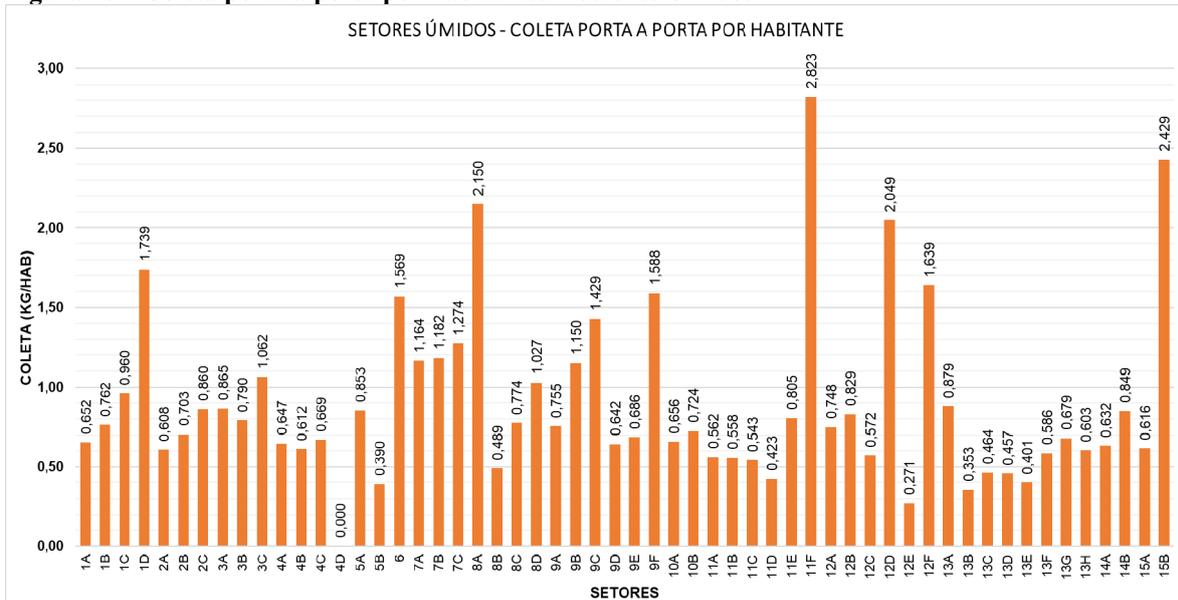
No gráfico referente coleta porta a porta de secos, apresentado a seguir, podemos verificar que a média da coleta foi de 0,143 kg/hab, mas os setores 6 (centro) e 10 (região de renda mais alta) apresentam valores muito mais altos 0,372 kg/hab para o centro, 0,422 kg/hab para subsetor 10 A, e 0,590 kg/hab para o subsetor 10 B.

Figura 19 – Gráfico de comparativo entre as Gravimetrias de Santo André -RS



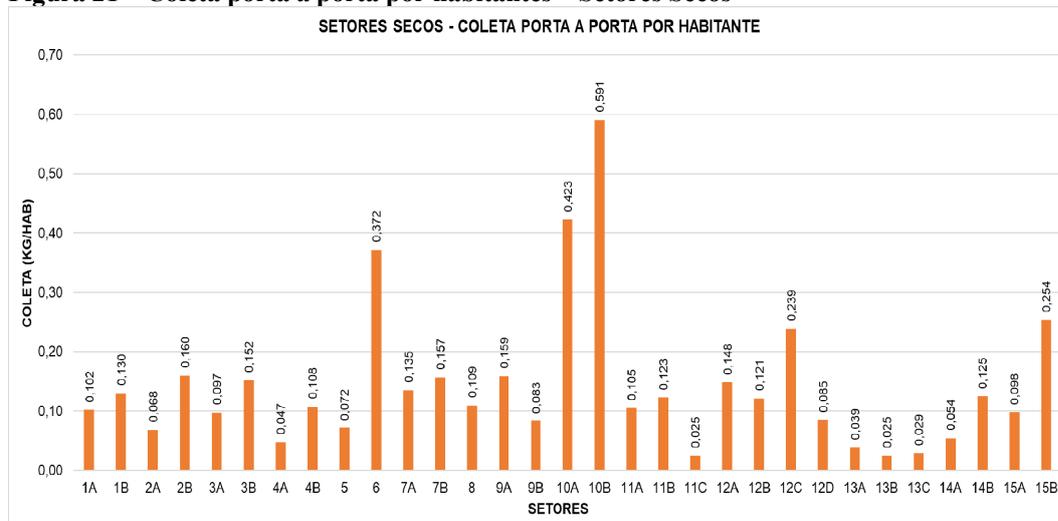
Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 20 – Coleta porta a porta por habitantes – Setores Úmidos



Fonte: Desenvolvido pelo autor.

Figura 21 – Coleta porta a porta por habitantes – Setores Secos



Fonte: Desenvolvido pelo autor

O centro é evidente que há a esperada distorção em relação aos outros setores da cidade em função de densidade populacional menor e grande quantidade de material gerado pelo comércio e empresas localizadas nesta região.

Já o setor 10 (10 A e 10B) têm elevadas taxas em função de renda mais alta e o conseqüente maior gastos com produtos embalados e industrializados, além de não haver estação de coleta (entrega voluntária) mais centralizada, sendo que a Estação Paraíso está localizada nos limites deste setor. Há a possibilidade que a implantação de Estação de Coleta em ponto de circulação destes moradores, haja minimização destes números em favor da entrega voluntária, e já ocorrendo a separação em caçambas, o que facilita a destinação deles. Sobre os Resíduos da Construção Civil – RCC – foram pouco encontrados junto dos resíduos secos na coleta porta a porta, e em vários subsetores não estiverem presentes, sendo o setor 12, onde se concentrou esses resíduos na coleta.

Junto à Estação de Coleta – a EC Grajaú se localiza na região, entretanto é uma área relativamente extensa, o que justifica apresentar baixa fração do material entregue na unidade, e o que se justifica as taxas na presença do resíduo no outro modal. Nas demais estações de coleta, o RCC é sempre presente, com maiores ou menores taxas, o que leva ao entendimento que a população efetivamente se utiliza deste expediente para destinar o resíduo, apesar de também serem observados ainda pontos de acúmulo irregular na cidade, mas atualmente com menores incidências, e menores volumes.

O material encontrado é bem variado o que também é característica de pequenas reformas em unidades habitacionais ou pequenos comércios de caráter local. Entretanto o material é passível de aproveitamento com a utilização de equipamento para beneficiamento, reduzindo não apenas o volume (e peso transportado) para o aterro, mas destinando de forma mais nobre esse material.

Outra importante fonte de material para deposição no aterro são as Feiras Livres, atualmente no total de 36 pontos, com variados tamanhos, onde a geração de matéria orgânica de origem alimentar em média está acima de 75%, algumas feiras (duas destas) abaixo de 40%. Estas duas feiras com baixa geração de orgânicos possuem distribuição de materiais entre madeiras, papel e papelão, e até RCC, de qualquer forma materiais segregáveis e recicláveis, podendo o resultado destas serem apenas situações pontuais.

Já a geração de resíduos por habitante é muito variada, com média de 0,110 kg/hab, têm forte impacto a questão da densidade populacional de entorno, e extensão da área ocupada, mas com resultados muito dispares variando desde 0,0045 kg/hab até próximo de 0,600 kg/hab. Assim, as Feiras Livres, para efeito de definição de políticas públicas devem ser estudadas de forma pontual, com avaliações sociais – econômica de cada local.

Nas análises dos resíduos gerados em condomínios e conjuntos habitacionais, as unidades mantêm padrões muito semelhantes, de grandes gerações de materiais orgânicos (seja base alimentar, seja base sanitária).

Nos Conjuntos Habitacionais com orgânicos acima de 50%, atingindo pico de 73%, já nos Condomínios, tem-se os valores próximos de 38 e 80%. Mas é nítida a baixa presença de materiais recicláveis “mais nobres”, nestas origens. O que leva a distorções na avaliação comparativa, entendendo-se que essa situação se deve a retiradas de metais, vidros e papéis/celulose por catadores independentes, antes da coleta oficial do município.

As avaliações de resíduos oriundos de Varrição do viário da cidade, resultaram em grande parte madeira verde / natural, seguido de papelão, rejeitos, plásticos, orgânicos alimentar, e RCC.

Foram previstas três avaliações, porém foi realizada uma adicional a pedido da equipe técnica da Peralta Ambiental e inclusa na análise. As concentrações dos materiais analisados individualmente nos quatro eventos se alteram, visto que cada uma foi realizada em áreas (bairros) distintos da região central.

Nas Estações de Coleta foram realizadas as análises dos materiais classificados como Rejeitos, Recicláveis e RCC, visto que os outros materiais aceitos nas unidades de coleta têm grande homogeneidade, como material de poda, madeira ou isopor.

Nas caçambas de materiais Recicláveis, nas 20 unidades estudadas, observou que papelão e papel branco, seguido de plásticos são os mais incidentes, seguidos de vidros e metais, visto que são os produtos de maior visibilidade no imaginário comum sobre reciclagem.

A presença de pilhas, eletrodomésticos, e material orgânico mostram que ainda há o que trabalhar no sentido de políticas públicas de conscientização da população, evidente que também se trata de ações permanentes. As unidades que mais apresentaram esse tipo de resíduo foram Camilópolis (~15%), seguida de Grajaú, Santo Alberto, Santo Expedito e Sorocaba com resultados entre 7 e 8%.

Nas avaliações referentes às caçambas de Rejeitos, identificasse dispersão dos números para os diversos materiais, que apesar de aparecerem ou serem muito baixos os índices de material orgânico, hospitalar, alumínio, papel e papelão, isopor e Tetra Park, outros materiais como tecidos, madeiras plásticos, borrachas e principalmente RCC são mais presentes, este último chegando a acusar acima de 30% em várias unidades e algumas acima de 40%, chegando próximo de 52% na EC Bom Pastor.

Vale ressaltar que as caçambas de RCC de forma preocupante, a EC Antonina apresentou o menor resultados na composição da caçamba de materiais Orgânicos de origem Alimentar, 22%, e o pico na EC Utinga próximo de 62%, e a média de 41% considerando todas as unidades. Outros materiais foram efetivamente identificados, mas com taxas muito baixas e até aceitáveis, e o RCC apresentou 16% do material segregado na composição de todas as unidades. Com pico na EC Antonina de 30%.

Por fim, esse tipo de estudo possibilita o traçado de diretrizes de políticas públicas urbanas para o enfrentamento dos desafios permanentes dos resíduos sólidos e a importância de manter viva a cultura da reciclagem em todas as camadas da sociedade, e por todos os meios, sejam em veículos de imprensa, redes sociais, painéis e faixas nas vias públicas, junto de associações de todas as naturezas, e de forma especial, nas escolas junto de nossas crianças, que além da formações de cidadãos mais conscientes, estas são importantes vetores transformadores de atitudes de adultos..

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. NBR 10004. Resíduos sólidos - Classificação, 2004.
2. ABNT. NBR 10005. Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos, 2004
3. ABNT. NBR 10006. Procedimento para obtenção de extrato solubilizando de resíduos sólidos, 2004.
4. ABNT. NBR 10007. Amostragem de resíduos sólidos, 2004.
5. ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2021.