

III-011 - COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS DOMICILIARES DA REGIÃO ADMINISTRATIVA SUL DO MUNICÍPIO DE TERESINA/PI

Anderson do Nascimento Sousa⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Piauí. Especialista em Engenharia de Segurança no Trabalho pelo centro universitário UNINOVAFAPI. Mestrando em Geotecnia Ambiental pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da UFPE.

Jose Fernando Thomé Jucá⁽²⁾

Professor do Departamento de Engenharia Civil da UFPE. Doutor pela Universidad Politécnica de Madrid. Pós-Doutor pela Universidade de São Paulo. Coordenador do Grupo de Resíduos Sólidos – GRS/UFPE.

Domingos Brasil da Silva Júnior⁽³⁾

Graduando em Engenharia Civil pela Faculdade do Piauí (FAPI).

João Paulo Ferreira de Oliveira⁽³⁾

Graduando em Engenharia Civil pela Faculdade do Piauí (FAPI).

Jerônimo da Silva Sales⁽³⁾

Graduando em Engenharia Civil pela Faculdade do Piauí (FAPI).

Endereço⁽¹⁾: Quadra 03, 8, Dirceu Arcoverde I - Itararé - Teresina - PI - CEP: 64077-020 - Brasil - Tel: +55 (86) 3231-7479 - e-mail: anderson.nnasc@outlook.com

RESUMO

Os resíduos sólidos domiciliares possuem características e composição bem diversificada, variando em função de padrões de consumo, características socioeconômicas e aspectos sociais, nesse sentido, se faz necessário conhecer os componentes desses resíduos, bem como seu percentual em massa em relação ao peso total dos componentes, ou seja, a composição gravimétrica. Essa composição é fundamental para concepção do manejo dos resíduos sólidos urbanos em conformidade com os preceitos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, sendo primordial em todos os elementos desse processo, desde o dimensionamento do sistema de coleta, como na delimitação do tratamento e destinação final desses resíduos. A cidade de Teresina, capital do estado do Piauí é muito carente quando o assunto é a gestão dos resíduos sólidos urbanos, sendo escassos ou inexistentes estudos voltados para a composição gravimétrica dos resíduos, sendo assim, esse trabalho tem a importância de além de levantar a composição dos resíduos de uma importante região administrativa da cidade, alavancar outros estudos nesse assunto. O Objetivo desse estudo foi determinar a composição gravimétrica dos resíduos domiciliares gerados na região administrativa sul da cidade de Teresina/PI, utilizando uma de classificação detalhada dos resíduos, que permita aos agentes envolvidos um panorama das possibilidades de aproveitamento dos resíduos, bem como avaliar a variação dessa composição nas subzonas que compõe essa região. O trabalho foi realizado a partir da delimitação dos setores de coleta que agregavam peculiaridades das mais diversas áreas da região administrativa Sul, esses setores foram amostrados através da técnica de quarteamento e em seguida, classificados em 10 categorias e 32 subcategorias de frações dos resíduos para a obtenção da composição gravimétrica da região administrativa Sul e de suas Subzonas. Assim foi determinado que a composição gravimétrica, em base úmida, dos resíduos sólidos domiciliares da região administrativa Sul da cidade de Teresina/PI é representada pelas classes principais: Matéria Orgânica (38,12%), Papel/Cartão (10,90%), Plásticos (14,94%), Vidro (2,82%), Compósitos (2,42%), Têxtil (5,08%), Sanitários (6,06%), Metais (1,93%) e Resíduos Perigosos (0,42%) e Outros Resíduos (17,41%). Em relação ao potencial de aproveitamento, a região administrativa Sul apresentou uma composição de 38,12% de orgânicos e 32,13% de recicláveis, indicando assim potencial significativo tanto para processos de aproveitamento biológico, como para recuperação de materiais recicláveis.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos Domiciliares, Composição Gravimétrica, Aproveitamento de Resíduos, Reciclagem.

INTRODUÇÃO

A composição gravimétrica diz respeito a determinação do percentual em massa de cada um dos componentes em relação ao peso total de uma determinada amostra de resíduos sólidos analisada. Autores como Juca *et al.* (2014a) e Habitzreuter (2008) apontam que os estudos gravimétricos possuem extrema relevância no manejo dos resíduos sólidos domiciliares, norteados os sistemas de tratamento e coleta, bem como o dimensionamento e operação dos aterros sanitários, uma vez que a composição tem uma estreita relação com as propriedades geomecânicas dos resíduos sólidos urbanos, além de parâmetros básicos dos projetos de drenagem de gases, percolados, previsão de recalques, potencial de contaminação e estabilidade de taludes.

Nesse sentido, trabalhos como Monteiro *et al.* (2001), Alcântara (2007) e Juca *et al.* (2014a) reforçam a importância desse tipo de estudo, ao indicarem que a partir do conhecimento da composição dos resíduos domiciliares é possível a determinação do potencial de aproveitamento dos resíduos, delimitado pelas frações recicláveis (passíveis de comercialização) e matéria orgânica (passível de utilização para produção de compostos orgânicos e indicador de potencial de aproveitamento energético).

Devido a heterogeneidade na geração e composição dos resíduos sólidos domiciliares, podem ocorrer variações dentro de um mesmo aglomerado urbano/localidade. Além disso, podem existir uma infinidade de materiais agrupáveis, segundo algum critério de classificação, de acordo com a finalidade da composição e das condições operacionais disponíveis. Logo em um estudo de composição gravimétrica, se faz necessária a delimitação de dois aspectos principais: nível de abrangência (ou seja, qual será a unidade geográfica básica para a retirada das amostras, por exemplo a unidade básica da pesquisa serão residência, bairros ou por região na caracterização da composição de um município) e o nível de detalhamento (diz respeito as classes de resíduo que serão analisadas, por exemplo, os plásticos podem ser trabalhados como um mesmo grupo, ou trabalhado na forma de plásticos moles e rígidos).

Assim, Monteiro *et al.* (2001) e Alcântara (2007) indicam que o nível detalhamento dessa composição, varia de acordo com objetivo a ser atingido, e abrangência territorial da pesquisa, onde para municípios de grande porte, recomenda-se que o estudo seja segmentado por bairro, ou setor de coleta, de maneira a otimizar as alternativas tecnológicas empregadas e o sistema de tarifação, para as distintas realidades presentes no município. Tal recomendação é reforçada pelo trabalho de Maciel (2009), no qual aborda-se que há uma grande diferença na composição dos resíduos, principalmente em função do grau de desenvolvimento socioeconômico da localidade, fato corroborado pelo trabalho de Silva (2015) e Juca *et al.* (2014b).

Devido a inexistência de um padrão normativo nacional para a tipologias de material que devem ser contempladas em uma composição gravimétrica, e em função da infinidade de materiais que podem existir em uma amostra de RSU, existem diversas proposições quanto as categorias que devem ser contempladas, e que impactam de forma decisiva na utilização dessa composição gravimétrica, por exemplo, se adotarmos a classificação proposta por Tchobanoglous *et al.* (1993), no qual considera-se apenas materiais orgânicos e materiais inorgânicos, pode ser útil para o dimensionamento de uma usina de compostagem, mas será inútil para o dimensionamento de unidade de triagem de recicláveis e assim por diante.

Dessa forma, seguindo essa linha de raciocínio, Juca *et al.* (2014b) relata que se faz necessário uma análise técnica-mercado, para além das informações básicas que impactarão de forma direta nos parâmetros geotécnicos e operacionais, incluir um certo nível de detalhamento para identificar frações específicas que tenham potencial de aproveitamento. Assim, o autor supracitado recomenda que a composição gravimétrica seja realizada com base na metodologia utilizada pela Comunidade Econômica Europeia-CEE, que tem por objetivo avaliar o potencial de aproveitamento dos materiais para fins de reciclagem e energia, seguindo os preceitos da Política Nacional de Resíduos Sólidos-PNRS.

A cidade de Teresina, é a capital do estado do Piauí, situado geograficamente no Meio-Norte ou Nordeste ocidental do Brasil, tendo como limites o oceano atlântico ao norte, os estados do Ceará e de Pernambuco à leste, Bahia e Tocantins ao Sul e o estado do Maranhão à oeste. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE (2018), no último censo demográfico, no ano de 2010, Teresina possuía uma população de 814.230 habitantes, em uma área de 1.392 km², correspondente à 0,55% da área do estado do Piauí, sendo 83% dessa área rural e 17% urbana. A população estimada para o ano de 2017 foi de 850.198 habitantes, indicando assim uma taxa de crescimento em relação ao ano de 2010 de 0,43%.

De acordo com TERESINA (2016) a capital piauiense possui um mosaico urbano complexo, resultado de sua ocupação gradativa, onde cada região vivenciou diferentes circunstâncias e momentos políticos, e assim, o perfil dos aglomerados urbanos de Teresina foram definidos com o tempo, e por isso necessitam de abordagens diferenciadas. Nesse sentido, por motivos administrativos, a área urbana de Teresina foi dividida em quatro regiões administrativas (Centro/Norte, Sul, Leste e Sudeste), cada uma delas ficando sob a responsabilidade político-administrativa de uma Superintendência de Desenvolvimento Urbano - SDU, criadas através da Lei Nº 2.960 e 2.965, de 26 de dezembro de 2000, com a finalidade de colocar os serviços prestados mais próximos da população teresinense.

Nesse sentido, em função em razão do complexo mosaico urbano da capital piauiense, a Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação - SEMPLAN, no diagnóstico da infraestrutura socioeconômica e cultural da cidade de Teresina, uma das contribuições da Agenda 2030 (uma pactuação entre poder público e sociedade das metas locais para o desenvolvimento sustentável de capital) aponta necessidade de dividir as regiões administrativas da cidade de Teresina de modo a se obter delimitações geográficas que guardam entre si menores distâncias e maiores semelhanças e que, por essas razões, merecem intervenções diferenciadas do poder público, dividindo as regiões administrativas de Teresina, em 10 Subzonas, da seguinte forma: Leste (Leste I, Leste II e Leste III), Sul (Sul I e Sul II), Centro/Norte (Norte I, Norte II e Centro) e Sudeste (Sudeste I e Sudeste II).

A cidade de Teresina, capital do estado do Piauí é muito carente quando o assunto é a gestão dos resíduos sólidos urbanos, apesar dos vários esforços realizados nos últimos anos, a área de deposição final da capital permanece sendo um aterro controlado, com a presença de vários catadores no local em situação de vulnerabilidade, e são escassos ou inexistentes estudos voltados para a composição gravimétrica dos resíduos, sendo assim, esse trabalho tem a importância de além de levantar a composição dos resíduos de uma importante região administrativa da cidade, alavancar outros estudos nesse assunto.

OBJETIVO

O trabalho teve por objetivo determinar a composição gravimétrica dos resíduos domiciliares gerados na região administrativa sul da cidade de Teresina/PI, utilizando uma de classificação detalhada dos resíduos, que permita aos agentes envolvidos um panorama das possibilidades de aproveitamento dos resíduos, bem como avaliar a variação dessa composição nas subzonas que compõe essa região.

METODOLOGIA

Área de Estudo

Dentre as regiões administrativa da cidade de Teresina, a região administrativa Sul foi escolhida em função da sua posição de destaque em relação a população urbana de Teresina, onde além de possuir o maior contingente populacional, também registra uma das taxas de crescimento mais acentuadas da capital, conforme pode ser verificado na figura 1.

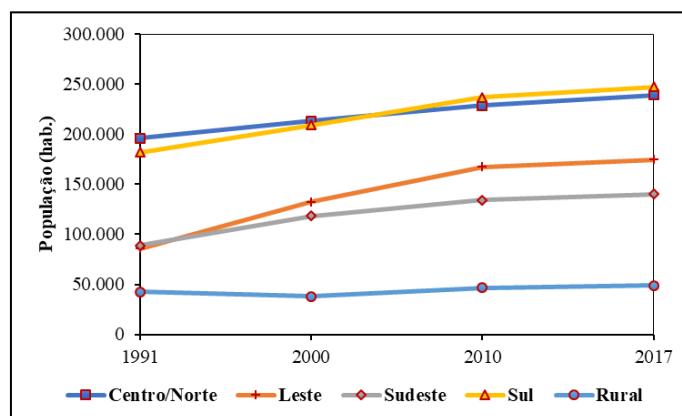


Figura 1: Evolução da População Residente por Região Administrativa (Fonte: Adaptado de SEMPLAN, 2016.)

Conforme relatado por TERESINA (2016), a região administrativa Sul teve sua ocupação inicial irradiada do centro da cidade, através dos bairros Piçarra, Ilhotas e Vermelha, e após isso, durante muitos anos teve sua expansão dificultada por obstáculos como grotões, lagoas e áreas inundáveis. Obstáculos que foram superados pela política habitacional do governo federal iniciada na década de 60, onde se construíram grandes conjuntos habitacionais, como o Monte Castelo e Parque Piauí, seguidos por outros conjuntos como Saci, João Emilio Falcão, Promorar e outros. Atualmente, a vocação de conjuntos habitacionais perdura nessa zona da cidade, com característica de classe média nas áreas mais antigas, e condições de vida mais precárias nas áreas mais afastadas, dessa forma, essa região administrativa pode ser dividida em duas subzonas de perfis econômicos e sociais similares.

A subzona Sul I, ainda em referência ao documento supracitado, é aquela compreendida entre o centro da cidade até a avenida Getúlio Vargas, sendo também a ocupação mais antiga dessa região administrativa, detentora da melhor infraestrutura urbana e com a população de melhor renda familiar – predominantemente da classe média, porém é grande o número de pessoas que vivem em vilas, onde as condições são precárias –, contando também com toda uma estrutura de assistência à saúde e a educação, bem como diversas oportunidades de empregos. Já a subzona Sul II tem ocupação mais recente, em um mosaico de condições de vida diversas, onde aqueles que vivem nos conjuntos habitacionais usufruem de uma melhor infraestrutura urbana que aqueles que, de forma precária, vivem nas vilas e favelas, os principais eixos de expansão dessa subzona são os leitos das rodovias BR-316 e PI-130, que propiciaram a mobilização e o surgimento de diversos conjuntos residenciais, loteamentos populares, vilas e favelas.

Procedimentos

O estudo é voltado para analisar a composição gravimétrica dos resíduos domiciliares gerados na região administrativa sul da cidade de Teresina/PI, através da amostragem dos caminhões de coleta das rotas que atendem essa região. De maneira que toda a região administrativa Sul, e suas subzonas, fossem representadas amostrou-se as rotas dos bairros tradicionais e de bairros mais recentes das duas subzonas da região administrativa Sul. Assim, conforme detalhado na tabela 1, na Subzona Sul I foram escolhidos 4 setores, e na Subzona Sul II foram escolhidos 6 setores.

Tabela 1: Setores de coleta convencional selecionadas

SUBZONA SUL I			SUBZONA SUL II		
SETOR DE COLETA	FREQUÊNCIA	TURNO	SETOR DE COLETA	FREQUÊNCIA	TURNO
01-21	T-Q-S	Diurno	01-27	T-Q-S	Diurno
03-17	T-Q-S	Noturno	02-04	S-Q-S	Diurno
03-21	T-Q-S	Noturno	02-08	S-Q-S	Diurno
04-22	S-Q-S	Noturno	02-10	S-Q-S	Diurno
			02-14	S-Q-S	Diurno
			02-36	S-Q-S	Diurno

A análise gravimétrica desses setores ocorreu no Aterro controlado da Cidade de Teresina/PI, localizado no bairro Santo Antônio, durante o mês de novembro de 2017, nos períodos manhã e tarde, a partir da amostragem dos caminhões de coleta, que foram direcionados para uma área previamente impermeabilizada na frente de operação, após a pesagem na balança. Feito o processo de amostragem os resíduos eram encaminhados em tambores de 200L para um galpão cedido pela Associação do Comércio Agropecuário do Piauí (ACAPI), no próprio aterro, onde ocorreu a separação e pesagem das frações delimitadas no estudo.

O procedimento de amostragem foi realizado conforme a norma ABNT NBR 10.007: 2004, seguindo uma adaptação da metodologia adotada nos trabalhos de Mariano *et al.* (2007), já utilizada em vários trabalhos similares, como Alcântara (2007), Maciel (2009), Firmo (2014), Juca *et al.* (2014b) e Silva (2015).

A metodologia utilizada no processo de amostragem pode ser descrita da seguinte forma: (i) descarga dos RSU pelo caminhão compactador numa área pré-determinada na frente de operação, protegida com lona; (ii) rompimento dos sacos e homogeneização prévia com o auxílio da escavadeira hidráulica; (iii) separação dos resíduos em quatro pilhas, com eliminação de duas pilhas diametralmente opostas, mistura e homogeneização das duas pilhas restantes, repete-se esse procedimento duas vezes; (iv) rompimento dos sacos, nova homogeneização, coleta e amostragem de 2 tambores de 200L dos resíduos, utilizando 5 pontos da pilha final, 4 na base e 1 no topo; (v) segregação das frações dos resíduos e acondicionamento, sem compactação, em recipientes identificados e correspondentes aos respectivos componentes; (vi) pesagem dos resíduos com o auxílio de uma balança mecânica (Marca Micheletti, modelo MIC-2/B) com capacidade máxima de 300 kg e sensibilidade de 0,100 kg; e (vii) registro das pesagens nas fichas, para serem plotados posteriormente em planilhas, utilizando o software Microsoft Excel 2016.

A classificação utilizada na análise gravimétrica, seguiu uma adaptação da utilizada nos últimos trabalhos do Grupo de Resíduos Sólidos - GRS da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, conforme Juca *et al.* (2014b) e Silva (2015), baseada na legislação portuguesa, materializada na Portaria nº 851/2009, DIÁRIO DA REPÚBLICA (2009, p. 5144), que é a mesma adotada pela Comunidade Econômica Europeia (CEE).

Assim, os resíduos foram classificados em 10 categorias e 32 subcategorias de frações dos resíduos: Matéria orgânica (resíduos alimentares, resíduos de jardim, madeira e dejetos animais); Papel/Cartão (papel, papelão e jornal/revista/panfletos); Plástico (PET, PEAD, PVC, PEBD, PP, PS e outros plásticos); Vidro (resíduos de embalagens de vidro e outros resíduos de vidro); Compósitos (resíduos compósitos, tetra Pak® e aparelhos/componentes eletroeletrônicos); Têxtil (resíduos têxteis); Sanitários (sanitários); Metais (cobre, ferro, alumínio); Resíduos Perigosos (pilhas/acumuladores, tubos fluorescentes/lâmpadas de baixo consumo, contaminantes e outros resíduos perigosos) e Outros Resíduos (isopor, minerais, couro/borracha e restos).

Análise do Potencial de Aproveitamento

Seguindo os preceitos de aproveitamento dos resíduos sólidos, previstos na PNRS, Jucá *et al.* (2014b) propõe um agrupamento das classes previstas na composição gravimétrica em três grandes grupos, putrescíveis (resíduos passíveis de processos biológicos, e que possuem potencial de biodigestão), recicláveis (resíduos passíveis de triagem e reciclagem, e que possuem potencial de comercialização para as indústrias, para serem beneficiados e novamente transformados em produtos comercializáveis) e os rejeitos (resíduos que não possuem tecnologia viável para seu aproveitamento).

Em atenção a proposta do autor supracitado, o presente estudo fez uma adaptação metodologia, agrupando as 32 subcategorias da seguinte forma: orgânicos (resíduos alimentares, resíduos de jardim, madeira e dejetos animais), recicláveis (papel, papelão, jornal/revista/panfletos, PET, PEAD, PVC, PEBD, PP, OS, outros plásticos, resíduos de embalagens de vidro, cobre, ferro, alumínio, isopor, Tetra Pak® e aparelhos/componentes eletroeletrônicos) e rejeitos (outros resíduos de vidro, resíduos compósitos, pilhas/acumuladores, tubos fluorescentes/lâmpadas de baixo consumo, contaminantes, outros resíduos perigosos, resíduos têxteis, sanitários, minerais, couro/borracha e restos).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição gravimétrica da região administrativa Sul de Teresina, segundo as classes principais é composta de 38,12% de Matéria Orgânica, 10,90% de Papel/Cartão, 14,94% de Plásticos, 2,82% de Vidro, 2,42% de Compósitos (2,42%), 5,08% de Têxtil, 6,06% de Sanitários, 1,93% de Metais e Resíduos Perigosos (0,42%) e 17,41% de Outros Resíduos. Em relação as subcategorias são indicadas como frações representativas: resíduos alimentares (27,55%), restos (9,83%), resíduos de jardim (8,12%), sanitários (6,06%), resíduos têxteis (5,08%), papelão (5,27%), minerais (4,67%) e PEBD (4,76%).

A Classe principal de resíduos perigosos, e suas subcategorias foram identificadas na maioria dos setores de coleta analisados na pesquisa, apontando assim a necessidade de um maior controle na fiscalização do material coletado nessas rotas, bem como alternativas de destinação para esses materiais.

Dentro das Subzonas, tanto na Sul I como na Sul II, houveram variações significativas de composição gravimétrica entre os setores de coleta selecionado, fato já esperado, uma vez que na delimitação desses setores, buscou-se selecionar as diversas realidades socioeconômicas presentes em cada subzona, de forma a obter um valor mais representativo dessas áreas. Assim, tomando por exemplo a Subzona I, há uma gradação socioeconômica entre os setores 04-22, 03-17, 03-21 e 01-21, sendo o setor 04-22 detentor do melhor padrão de vida dessa Subzona, e até mesmo do município de Teresina, fato que teve reflexos na composição gravimétrica, através da variação das frações orgânicas e recicláveis, comportamento já observado em outros estudos como Jucá *et al.* (2014b) e Silva (2015).

Na figura 2 são apresentados os resultados da composição gravimétrica em base úmida para a região administrativa Sul e suas Subzonas, na qual é possível observar que em geral, para a maioria das subcategorias analisadas, as duas subzonas apresentaram valores bem aproximados, dada a natureza heterogênea dos resíduos sólidos domiciliares. É possível observar divergências significativas apenas nas frações de resíduos alimentares, resíduos de jardim, papel e minerais.

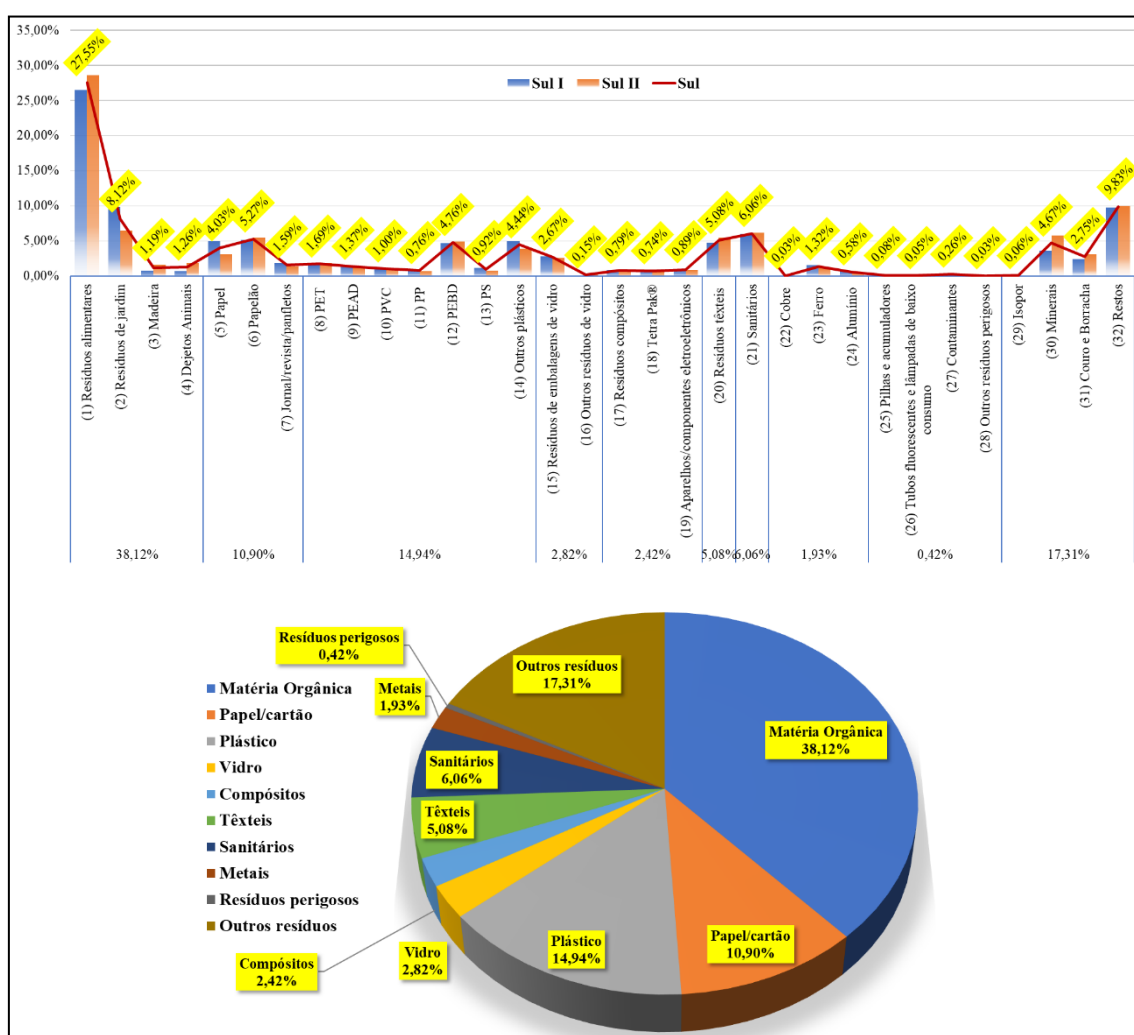


Figura 2: Composição da Região Administrativa Sul e suas Subzonas

Os percentuais de resíduos de jardim e minerais merecem destaque na análise da composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares da região administrativa Sul e suas Subzonas, uma vez que figuram entre as frações representativas. Essas subcategorias de resíduos não são próprias dos resíduos sólidos domiciliares, uma vez que durante a execução da triagem do material, essas frações eram compostas em grande parte, por resíduos de demolição, poda de árvores e capinação, misturados aos outros resíduos, ou até mesmo acondicionada em volume.

Em relação as análises gravimétricas cabem algumas observações: (i) grande presença de caroços de manga, que compõe a fração de resíduos alimentares, tal fato deve-se ao período de execução da pesquisa coincidir com a estação dessa fruta; (ii) presença anômala de resíduos típicos de serviços hospitalares em algumas das rotas selecionadas, principalmente da subzona Sul I, tal fato pode estar ligado a proximidade ao polo hospitalar da capital, e por abrigar diversos pensionatos ligados a Turismo hospitalar, característico da cidade de Teresina, ou ainda ao descarte irregular de pequenas clínicas; (iii) presença anômala de resíduos perigosos, mesmo que em pequena quantidade, uma vez que, em todas as rotas analisadas houveram lâmpadas (veiculares, incandescentes ou fluorescentes), pilhas ou baterias de celulares e (iv) em algumas rotas da Subzona Sul I, próximas das avenidas Miguel Rosa e Barão de Gurguéia, observou-se a presença significativa de recipientes com graxa e óleos lubrificantes, que pode está ligada a grande quantidade de oficinas mecânicas e venda de produtos automobilísticos na região.

O agrupamento adaptado de Jucá *et al.* (2014b), que segue uma visão gerencial dos resíduos sólidos domiciliares é apresentado na figura 3, na qual são indicados os resultados para a região administrativa Sul, suas Subzonas, e as rotas que a compõem. O potencial médio da região administrativa Sul foi de 38,12% de orgânicos, passíveis de aproveitamento através de processos biológicos, como a biodigestão e aproveitamento energético, e 32,13% de recicláveis, passíveis de comercialização com base na possibilidade de comercialização. Em relação ao grupo dos recicláveis, a valorização desses resíduos não foi avaliada, para tanto seria necessária uma pesquisa mercadológica para identificação das frações que possuem mercado no cenário teresinense.

Foi observado que a Subzona Sul I apresenta um potencial de reciclagem superior ao da Subzona II, seguindo assim a relação com as características socioeconômicas dessas Suzonas. E em um caráter mais específico, na região administrativa Sul é possível a delimitação de um setor com alto potencial de reciclagem, caso do setor 04-22 (Sul I), e setores com um potencial razoável de recicláveis, como 03-17 (Sul I), 02-08 (Sul II) e 02-04 (Sul II), sendo este ultimo uma surpresa, por se tratar de uma das áreas mais carentes da cidade de Teresina.

Já em relação ao percentual de orgânicos, a Subzona Sul II apresentou um potencial ligeiramente maior que a Subzona Sul I. Em análise aos setores de coleta, foi possível identificar setores de coleta com alto potencial de orgânicos, exemplificados pelos setores 01-21 (Sul I), 01-27 (Sul II) e 02-36 (Sul II), e os demais setores apresentaram potencial razoável.

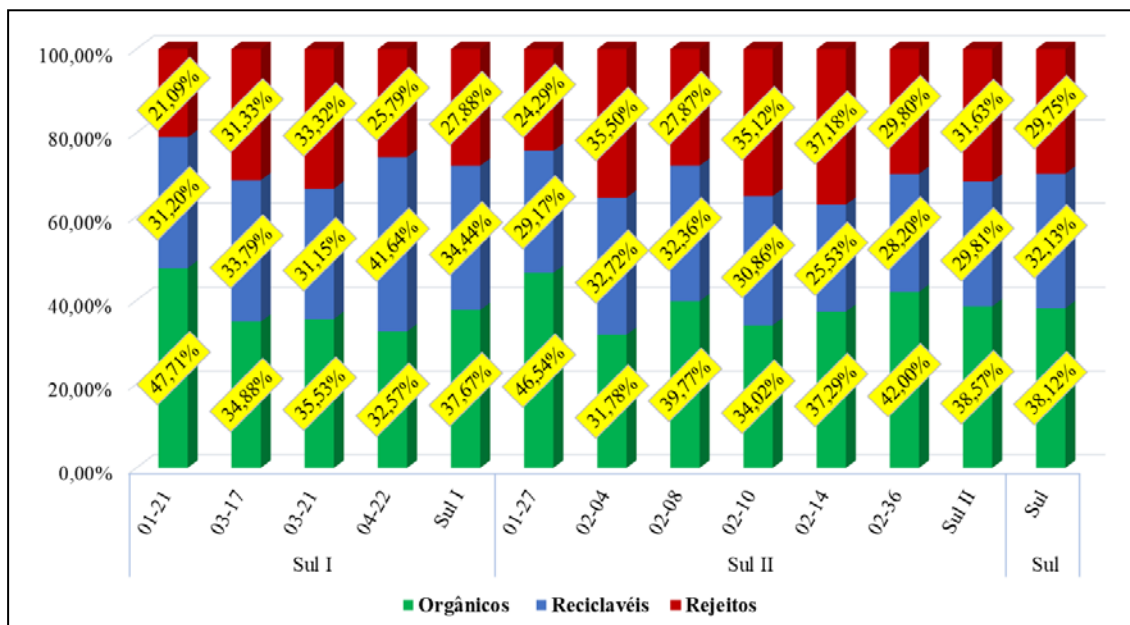


Figura 3: Potencial de Aproveitamento dos Resíduos da Região Administrativa Sul

O potencial de reciclagem indica apenas a possibilidade de aproveitamento, para isso ocorrer efetivamente, além de mercado para os materiais recuperados, se faz necessário o emprego de programas de coleta seletiva e centrais de triagem para viabilizar os aspectos técnicos e econômicos inerentes a esse processo. Atualmente, a forma de manejo dos resíduos domiciliares da Cidade de Teresina, através da coleta indiferenciada e destinação a um aterro controlado, inviabiliza todo esse potencial identificado na pesquisa. Ressalta-se, no entanto, que a prefeitura municipal de Teresina mantém um programa de Pontos de Entrega Voluntária – PEV de materiais, mas como caráter incipiente, incompatível com a demanda da PNRS e com as necessidades da cidade.

Similar ao potencial de reciclagem, o potencial de orgânico é apenas um indicativo, sendo que para que ocorra o aproveitamento biológico dos resíduos, é necessário em um primeiro momento a criação de coleta específica desses materiais, bem como a avaliação do melhor processo de tratamento para esses materiais, de acordo com suas características, assim poderiam ser delimitadas rotas de compostagem e rotas de biodigestão em células especiais de um aterro sanitário com aproveitamento energético, melhorando assim, o manejo desses resíduos.

CONCLUSÕES

Nesse estudo, determinou-se que a composição gravimétrica, em base úmida, dos resíduos sólidos domiciliares da região administrativa Sul da cidade de Teresina/PI é representada pelas classes principais: Matéria Orgânica (38,12%), Papel/Cartão (10,90%), Plásticos (14,94%), Vidro (2,82%), Compósitos (2,42%), Têxtil (5,08%), Sanitários (6,06%), Metais (1,93%) e Resíduos Perigosos (0,42%) e Outros Resíduos (17,41%). Em relação as subcategorias estudadas verificou-se a representatividade das seguintes frações: resíduos alimentares (27,55%), restos (9,83%), resíduos de jardim (8,12%), sanitários (6,06%), resíduos têxteis (5,08%), papelão (5,27%), minerais (4,67%) e PEBD (4,76%).

Na relação entre as composições gravimétricas das subzonas não se verificou variações significativas na maioria das subcategorias analisadas, no entanto, dentro dessas Subzonas, foram verificadas variações de composição gravimétrica significativas, fato já esperado, uma vez que na delimitação desses setores, buscou-se selecionar as diversas realidades socioeconômicas presentes em cada subzona, de forma a obter um valor mais representativo dessas áreas.

Foram identificadas as subcategorias de resíduos perigosos na maioria dos setores analisados, tal fato indica a necessidade de disponibilização, e também da conscientização da população, de áreas para o descarte correto desses materiais, no caso das pilhas e baterias, já existem alguns postos de coleta na cidade de Teresina, e na região administrativa Sul, mas em relação as lâmpadas, remédios e materiais infectantes (*homecare*), não há (ou são escassos) pontos de recebimentos desses materiais, que acabam misturados com os resíduos domiciliares.

Em relação ao potencial de aproveitamento, a região administrativa Sul apresentou uma composição de 38,12% de orgânicos e 32,13% de recicláveis, indicando assim potencial significativo tanto para processos de aproveitamento biológico, como para recuperação de materiais recicláveis. Mas para a materialização de pelos menos um percentual desse potencial é necessário a adequação do manejo dos resíduos sólidos em Teresina, criando-se rotas de recicláveis e orgânicos, além de adequação da destinação final para um Aterro Sanitário, que pode contemplar até células voltadas para o aproveitamento energético.

A determinação da composição gravimétrica é uma tarefa fundamental para o planejamento das ações voltadas ao gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos de uma cidade, dessa maneira seria importante, até para fins comparativos a extrapolação desse estudo para as demais regiões administrativas da cidade de Teresina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10007: Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004b. 21 p.
2. ALCÂNTARA, Perboyre Barbosa. Avaliação da influência da composição dos resíduos sólidos urbanos no comportamento de aterros simulados. 2007. 366 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/5397>>. Acesso em: 02 jan. 2018.
3. BRASIL. Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF, 2010. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm >. Acesso em: 02 jan. 2018.
4. DIÁRIO DA REPÚBLICA PORTUGUESA. Portaria nº 851/2009. Norma portuguesa que estabeleci a padronização da caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos. 1ª Série, nº 152, 7 de agosto de 2009. p. 5143-5146. Disponível em: <http://www.azores.gov.pt/NR/rdonlyres/477B465B-4CEA-4422-BC3B-AD71D844789E/615511/P_851_2009.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2018.
5. FIRMO, Alessandra Lee Barbosa. Estudo numérico e experimental da geração de biogás a partir da biodegradação de resíduos sólidos urbanos. 2013. 288 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/12875>>. Acesso em: 05 jan. 2018.
6. HABITZREUTER, Milena Tomasi. Análise da composição gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) da região de Santa Maria, pré e pós-triagem. 2008. 88 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/76148>>. Acesso em: 14 jun. 2017.
7. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama: Teresina. 2018. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/teresina/panorama> >. Acesso em: 14 abril 2018.
8. JUCÁ, J. F. T. *et al.* Estudo da geração e composição dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Recife. Relatório técnico. Versão final. Abril, 2014b. 106p.
9. JUCÁ, José Fernando Thomé; LIMA, José Dantas de; MARIANO, Maria Odete Holanda; FIRMO, Alessandra Lee Barbosa; Danuza Andrade Lima; Luciana Lucena; Paulo Farias; HUMBERTO, F.; Eraldo Carvalho; FERREIRA, J. A.; Geraldo Reichert. Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão. 1. ed. Recife: CCS Gráfica Editora Ltda, 2014a. v. 1. 186p.
10. MACIEL, Felipe Jucá. Geração de biogás e energia em aterro experimental de resíduos sólidos urbanos. 2009. 355 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/5213>>. Acesso em: 05 jan. 2018.
11. MARIANO, M.O.H.; MACIEL, F.J.; FUCALÉ, JUCÁ, F.T.J.; BRITO, A.R. Estudo da composição dos RSU do projeto piloto para recuperação do biogás no Aterro da Muribeca/PE. In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOTECNIA AMBIENTAL, Recife, 2007.
12. MONTEIRO, José Henrique Penido *et al.* Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 204p.
13. SEMPLAN - Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação. TERESINA: DINÂMICA POPULACIONAL. 2016. 9 p. Disponível em: < <http://sempplan.teresina.pi.gov.br/wp-content/uploads/2014/09/TERESINA-POPULA%C3%87%C3%83O.pdf> >. Acesso em: 15 abril 2018.
14. SILVA, Rodrigo Cândido Passos da. Avaliação do modelo de gestão dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Recife/PE e estudos dos indicadores gerenciais nos setores de coleta por meio de técnicas multivariadas. 2015. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/17250>>. Acesso em: 05 jan. 2018.
15. TCHOBANOGLOUS, G.; THEISEIN, H.; VIGIL, S. Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues. New York: McGraw-Hill. 975p. 1993.
16. TERESINA. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação. DIAGNÓSTICO DA INFRAESTRUTURA SÓCIO-ECONÔMICA-CULTURAL DA CIDADE DE TERESINA: Contribuições da Agenda 2030. Teresina, 2016. 321 p. Disponível em: <<http://sempplan.teresina.pi.gov.br/wp-content/uploads/2016/12/Diagnóstico-Sócio-Econômico-e-Cultural-da-Cidade-de-Teresina-Contribuição-da-Agenda-2030.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2018.