Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>

Caracterização Gravimétrica de Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de Ereré/CE

Antônio Batista de Queiroz Junior¹, Joel Medeiros Bezerra², Talita Tassia da Costa¹, Alana Ticiane Alves do Rêgo¹, Francisco Soares Roque³, Helves Clerverton Guerra Costa³, Samilly Brito Nobre⁴

¹Mestrando em Ciências Naturais pelo Programa de Pós-Graduação de Ciências Naturais (PPGCN) da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN). antonio.queiroz17@gmail.com (autor correspondente), talitacosta@hotmail.com, alana_ticiane10@hotmail.com. ²Professor Adjunto do Departamento de Engenharias e Tecnologia (DETEC), Centro Multidisciplinar de Pau dos Ferros, da Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA). joel.medeiros@ufersa.edu.br. ³Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA). fabiokand@gmail.com, helves.guerra5@gmail.com. ⁴Graduando em Engenharia Civil na Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA). Samillybritto2010@hotmail.com.

Artigo recebido em 04/08/2020 e aceito em 01/02/2021

RESUMO

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) são um dos grandes problemas socioambientais da atualidade, em muitos casos, devido ao gerenciamento inadequado ou ineficiente nas etapas de coleta, transporte, destinação e disposição final, além das limitações quanto a promoção da educação ambiental. Diante disso, se faz necessária uma análise mais detalhada acerca da dinâmica de descarte destes resíduos para a adoção de metodologias que visem melhorar a qualidade no serviço deste eixo do saneamento. Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi realizar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Ereré/CE, por meio da análise quali-quantitativa desses materiais, no intuito de configurar os tipos e a quantidade de RSU gerado. O município de Ereré situa do no estado do Ceará possui como dispositivo final de acomodação de seus RSU um aterro comum (vazadouro a céu aberto). Para tanto, se utilizou da metodologia de amostragem no local de descarte final, empregando a técnica de quarteamento na obtenção de massa específica. Os dados coletados foram analisados e tratados em planilha do software Microsoft Office Excel ®. Observou-se que a disposição de rejeitos é predominante, totalizando 28,23 % da amostra, seguida de matéria orgânica (20,75 %) e plásticos (19,04%). Além disso, os dados obtidos mediante cálculos matemáticos indicaram que a geração *per capita* é de 0,800 kg/hab.dia. Esses valores refletem na dinâmica de consumo de produtos e descarte de inservíveis presentes no município. Além disso, os dados obtidos foram de fundamental importância para se estabelecer métodos de otimização no gerenciamento de resíduos e para a promoção da educação ambiental.

Palavras-Chave: Levantamento. Quarteamento. Gerenciamento.

Gravimetric Characterization of Urban Solid Waste in the City of Ereré/CE

ABSTRACT

Urban Solid Waste (USW) is one of the major social and environmental problems of the present time, in many cases, due to inadequate or inefficient management in the stages of collection, transport, destination and final disposal, in addition to environmental education. At that, a more detailed analysis about the dynamics of disposing of these residues is required for the adoption of methodologies that aim at improving the quality of service in this area of sanitation. The aim of this research was to perform the gravimetric composition of urban solid waste in the city of Ereré- CE, based on a qualitative and quantitative analysis of these materials, in order to configure the types and quantity of USW. The municipality of Ereré, located in the state of Ceará, has a standard landfill (open-pit dumping ground) as the end-unit for accommodating its USW. For this purpose, it was applied the sampling methodology at the local of final disposal, using the quartering technique to get a specific mass. The collected data were analyzed and processed in a Microsoft Office Excel ® spreadsheet. It was found that the waste disposal is prevalent, amounting 28.23% of the whole sample, followed by organic matter (20.75%) and plastics (19.04%). Moreover, mathematical calculations indicated that the *per capita* generation is 0.800 kg/hab/day. These values reflect the dynamics of product consumption and discarding of unusable materials present in the municipality. Furthermore, the data obtained were crucially important for establishing optimization methods in waste management and for the promotion of environmental education.

Keywords: Gravimetry. Quartering. Solid waste.

Introdução

Atualmente os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) têm se apresentado como um dos grandes desafios para a garantia de um ambiente equilibrado. Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE (2017), na América Latina diariamente são descartados, de forma irregular, cerca de 150 mil toneladas de resíduos.

No Brasil, dados relacionados à produção de RSU mostram um total de 79 milhões de toneladas por ano, correspondendo a um total de 216.629 toneladas diárias de RSU no país (ABRELPE, 2019). Tal descarte, sem o devido manejo adequado, pode implicar na poluição tríplice (ao ar, água e solo), além de riscos à saúde humana, tal como danos econômicos aos bens materiais (Rosini *et al.*, 2020; Sousa; Bezerra; Lopes, 2020).

Diante disso, a normatizar e/ou padronizar o gerenciamento dos resíduos tem sido uma estratégia implementada, principalmente no Brasil, no intuito de contribuir para que os municípios adequem sua forma de gerir seus resíduos (Gonçalves *et al.*, 2020). Assim, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), através da lei nº 12.305/2010, apresenta uma abordagem quanto ao conceito de gerenciamento de resíduos sólidos como sendo ações que perpassam por etapas desde a coleta até a destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final adequada dos rejeitos (Brasil, 2010).

O efetivo gerenciamento dos resíduos sólidos tem como etapa inicial a caracterização dos resíduos gerados, possibilitando assim uma maior compreensão com relação a quantidade e qualidade dos resíduos, vislumbrando também a possibilidade da separação e o aproveitamento comercial das frações recicláveis, por meio da composição gravimétrica (Menezes *et al.*, 2019).

A quantidade e as características dos RSU variam de uma localidade para outra em função de diferentes fatores, como as condições socioeconômicas, modos de consumo, nível de renda e hábitos de uso das pessoas, além das constantes mudanças no comportamento de consumo e os avanços tecnológicos (Ozcan *et al.*, 2016). Sendo que essas características são agrupadas de acordo com suas propriedades físicas, químicas e biológicas (Silva *et al.*, 2020).

Dessa forma, o estudo gravimétrico influencia diretamente na análise da eficiência dos sistemas de gerenciamento adotados, além da criação de estratégias locais e regionais, em

consonância com a PNRS, que visam contemplar a hierarquização das ações com os resíduos sólidos (Tagliaferro e Viana, 2019).

Por meio do Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Ceará, o Governo do Estado do Ceará levantou recursos para a promoção da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (GIRS) para ações estruturais visando a disposição ambientalmente adequada através da construção de equipamentos, na qual devem ser consorciadas (Maia *et al.*, 2019a). Partindo desse pressuposto, o Consórcio de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Vale do Jaguaribe (CGIRS-VJ) que abrange 13 municípios, sendo o município de Ereré um dos componentes, visa realizar essa gestão efetiva dos resíduos sólidos e este encontra atualmente em etapa de execução da construção dos equipamentos para transbordo e disposição final (Maia *et al.*, 2019b).

A solução do gerenciamento envolve não somente a disposição do rejeito nos aterros sanitários, mas a promoção de alternativas que realizam de forma ampla e integrada a gestão dos resíduos sólidos, como a integração do planejamento urbano, indo desde a acumulação até a destinação final desses materiais, juntamente com propostas de sustentabilidade por meio de mudanças de hábitos, de modo a integrar a promoção da política dos 5 R's (Reduzir, Reutilizar, Reciclar, Recusar e Repensar) (Coutinho *et al.*, 2016; Mannarino; Ferreira; Gandolla, 2016).

Portanto, esta pesquisa teve o objetivo de realizar o estudo da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Ereré/CE, por meio da análise quali-quantitativa desses materiais, no intuito de configurar os tipos e a quantidade de RSU, como também propor medidas para a otimização do manejo ambientalmente adequado para os resíduos gerados nessa localidade.

Material e métodos

Localização e Caracterização da Área de Estudo

Ereré é um município do estado do Ceará que possui uma área total de 382,70 km² e uma população estimada em 7.198 habitantes, segundo estimativas do IBGE (2018). O município em questão, conforme o censo demográfico de 2010 (IBGE, 2010), possuía, aproximadamente, 50,56% habitantes em situação de zona urbana e 47,44% em zona rural.

Está situado na mesorregião do Jaguaribe e a microrregião da Serra de Pereiro, fazendo limite com o estado do Rio Grande do Norte (Figura 1).

Figura 1. Localização do município de Ereré-CE.
Fonte: Autores, 2019.

O produto interno bruto (PIB) de Ereré foi estimado para o ano 2017 no valor de R\$ 52.313,29, que corresponde a um PIB per capita de R\$ 7.303,27. A principal atividade econômica do município é relacionada com a administração pública (administração, defesa, educação e saúde pública e seguridades social), seguida pelo setor de serviços, estando a agropecuária e, principalmente, a indústria em patamares menores de contribuição (IBGE, 2017). Dessa forma, a geração de resíduos sólidos no município é oriunda significativamente da limpeza urbana e do lixo doméstico.

Quanto ao dispositivo de disposição final de RSU, tem-se que é irregular, sendo despejado em vazadouro a céu aberto, de domínio público, localizado próximo ao perímetro urbano, as margens da BR 226 ou rodovia. Está em operação há 22 anos e recebe materiais de origem domiciliar, de varrição pública, hospitalares (clínicas particulares, hospital municipal e UBS), comerciais (mercados locais, restaurantes, bares, lanchonetes, churrascaria) e de abatedouro (abatedouro municipal).

Composição Gravimétrica

Esta etapa do estudo foi realizada em parceria com a secretaria de Infraestrutura do município de Ereré-CE, mediante suporte na logística de execução das atividades *in loco*. Em um primeiro momento foi diagnosticado os aspectos referentes a logística de coleta de resíduos da cidade, buscando identificar as condições de manejo, tal como as rotas efetuadas em um período de uma semana para, posteriormente, estabelecer os dias representativos para realizar amostragem para fins de análise da composição gravimétrica.

Para a caracterização qualitativa dos resíduos sólidos da cidade de Ereré-CE estabeleceu-se os tipos de resíduos a serem estudados, adaptado de Castilho Júnior (2003). Os componentes analisados estão listados no Quadro 1.

A metodologia utilizada foi a de quarteamento, que consiste na separação dos resíduos conforme o tipo e posterior pesagem para verificar sua porcentagem em peso total dos resíduos (Alkmin e Ribeiro Junior, 2017).

A logística obedeceu a técnica empregada por Alkmin e Ribeiro Júnior (2017) adaptada com a seguinte sequência (Figura 2)

Quadro 1: Tipologia de resíduos analisados para composição gravimétrica.

Tipologia dos Resíduos
<ul style="list-style-type: none"> • Material orgânico • Vidro • Papel e Papelão • Rejeitos • Plástico • Tecidos • Metal • Resíduos de parques e jardins • Madeira

Fonte: Adaptado de Castilhos Junior (2003).

Para execução do estudo gravimétrico obteve-se a colaboração de agentes externos (secretaria de infraestrutura e consórcio) para a obtenção dos materiais e EPI's listados no Quadro 2.

Quadro 2: Materiais e EPI's fornecidos para realização da composição gravimétrica.

Materiais
03 Baldes de 20L
01 Pá
01 Enxada
01 Lona
01 Balança Eletrônica
Equipamento de Proteção Individual (EPI)
04 Pares de Luvas
04 Mascaras

Figura 2: Fluxograma da técnica realizada para realização da composição gravimétrica.

Fonte: Adaptado de Alkmin e Ribeiro Junior (2017).

A análise qualitativa dos resíduos foi realizada nos dias 12/11/2019 (terça-feira) e 14/11/2019 (quinta-feira). As datas foram definidas

de modo a abranger as rotas que compreendessem a cobertura de todos os bairros do perímetro urbano do município de Ereré. Para a determinação da

composição gravimétrica, foi admitida a seguinte Equação (1):

$$\text{Material (\%)} = \frac{\text{Peso da fração do material (Kg)}}{\text{Peso total da amostra}} \times 100 \quad (1)$$

Já para a caracterização quantitativa dos resíduos sólidos foi admitida inicialmente a quantificação da massa específica dos resíduos pela relação entre a massa existente nos baldes de 40L para fins de composição gravimétrica. Em seguida realizou-se a extrapolação do volume gerado diariamente de RSU pela população da área urbana, uma vez que foi quantificada a frota de veículos de coleta, além do volume útil dos respectivos veículos. Dessa forma, de posse dos dados de volume dos veículos e a massa específica aproximada dos resíduos contabilizou-se a massa de RSU referente a Geração de resíduo.

Para se obter a geração *per capita* dos resíduos foram necessárias algumas informações como a quantidade de resíduos gerados diariamente e o número de habitantes que residem no município, além da população urbana, ver Equação (2).

$$G \text{ per capita} = \frac{\text{Geração de resíduo } \left(\frac{\text{Kg}}{\text{dia}}\right)}{\text{População Urbana (hab.)}} \quad (2)$$

Sendo o número de habitantes empregado de acordo com o dado da última contagem populacional realizada pelo IBGE.

Tratamento dos dados

Os dados coletados na etapa de pesagem foram sistematizados em planilha do software Microsoft Office Excel® e posteriormente dispostos em gráfico e tabelas, facilitando a interpretação e explanação dos dados.

Resultados e discussão

Frequência da Coleta

O município de Ereré-CE dispõe de um sistema de coleta de RSU que abrange todos os bairros da área urbana consolidada, com frequência de coleta de 6 dias por semana, excetuando-se o domingo. A sistematização da coleta pode ser verificada na Tabela 1. Nesse sentido, a frequência de coleta é considerada adequada de acordo com o Instituto Brasileiro da Administração Municipal-IBAM (2001) que afirma que o tempo decorrido entre a geração do resíduo domiciliar e seu destino final não deve exceder uma semana para evitar proliferação de maus odores e vetores.

Tabela 1: Frequência da Coleta dos resíduos sólidos no município de Ereré-CE.

Dia da Semana	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
Bairros	Ipiranga/ Centro/ Francisco	Centro/ Ipiranga/ Francisco	Vila São João/ Vila Tomé Vieira/ Sítio Catolé	Ipiranga/ Centro/ Francisco Nogueira/ José Moura ⁴ / Bom Jesus ⁵	Centro/ Ipiranga/ Francisco Nogueira	Centro/ Francisco Nogueira

Fonte: Secretaria de Infraestrutura e Desenvolvimento Urbano (2019).

A frequência de coleta é considerada um fator crítico no gerenciamento de RSU, com prioridade, especialmente, devido a presença da fração orgânica, que está associada à proliferação de vetores de doenças nos períodos chuvosos e em regiões com clima tropical, por ocasião de demora

de recolhimento do lixo (Bourka *et al.*, 2015; Cetrulo *et al.*, 2018).

Dessa forma, destaca-se a importância da eficiência do sistema de coleta na higienização e promoção da convivência saudável dos indivíduos, bem como, no controle de vetores, redução de

odores e manutenção da estética no ambiente urbano (Kolling Neto *et al.*, 2017).

A espacialização dos bairros analisados, com as respectivas rotas de coleta dos resíduos

sólidos urbanos, pode ser visualizada no mapa da Figura 3.

Figura 3: Mapa das rotas de coleta dos RSU analisados na cidade de Ereré-CE.

Horário da Coleta

Segundo a Secretaria de Infraestrutura e Desenvolvimento Urbano do município de Ereré-

CE, a coleta pública de resíduos ocorre nos períodos matutino e vespertino, em horários preestabelecidos para cada rota da jornada diária de trabalho. Detalhes dos horários da coleta estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2: Horário da Coleta dos resíduos sólidos no município de Ereré-CE.

Dia da Semana	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
Horário						
Matutino	7:00 h às 11:00h	7:00 h às 11:00h	7:00 h às 11:00h	7:00 h às 11:00h	7:00 h às 11:00h	7:00 h às 10:00h
	13:00 h às 16:00h	13:00 h às 16:00h	13:00 h às 16:00h	13:00 h às 16:00h	13:00 h às 16:00h	
Vespertino						

Fonte: Secretaria de Infraestrutura e Desenvolvimento Urbano, 2019.

A exclusão do horário de trabalho noturno pelo sistema municipal de coleta, pode ser justificada pelas características do município, como disposição de recursos e porte da cidade. Apesar da coleta noturna apresentar aspectos favoráveis, como a redução na interferência em áreas de intensa movimentação de veículos e pedestres e ganhos em produtividade no uso dos veículos de coleta, estes fatores se tornam mais significativos em cidades que apresentam trânsito considerável, que não é o caso de Ereré.

Em contrapartida, as desvantagens da adoção deste turno de trabalho podem ser bastante significativas no contexto do município em estudo. Algumas destas desvantagens são: o incômodo à população pela geração de ruídos no manuseio e transporte dos resíduos; diminuição da visibilidade dos colaboradores, aumentando dos riscos de

acidentes; aumento do risco de danos e acidentes com os veículos de coleta, em especial, em vias mal iluminadas e de acesso reduzido; e aumento de encargos sociais e trabalhistas à serem arcados pela contratante (Vilhena, 2018).

Veículos para a coleta do lixo domiciliar

A guarnição responsável pela coleta de RSU é composta por cinco pessoas: um motorista e quatro garis. Os EPI's utilizados pelos colaboradores em suas atividades são apenas luvas e botas. O sistema de coleta opera com dois caminhões do tipo caçamba simples, sem compactação, com capacidade volumétrica de 6m³ como ilustrado na Figura 4.

Figura 4: Veículo coletor de RSU de Ereré-CE do tipo caçamba.

Este tipo de veículo é classificado pela NBR 13.463/95, como equipamentos destinados a coleta dos resíduos sólidos urbanos, do tipo veículo coletor compactador ou veículo coletor de resíduos dos serviços de saúde, como sendo também os tipos fundamentais de equipamentos para este fim (ABNT, 1995).

Além disso cabe mencionar o risco de carreamento de material, pois não existe nenhum equipamento de contenção ou mesmo de retenção dos materiais suspensos, que podem ser dispersos ao longo do trajeto de coleta pelas vias de acesso.

É importante observar que os resíduos de poda são recolhidos junto aos resíduos domiciliares em um único veículo coletor, semelhante ao cenário apresentado por Ferreira (2017), que relata que no município de Condado/PB, os resíduos públicos (RPU) provenientes da varrição ou limpeza dos logradouros públicos são recolhidos juntos com os resíduos domiciliares (RDO) por dois tratores e um caminhão basculante.

Caracterização quali-quantitativa da geração dos
RSU em Ereré-CE

O estudo gravimétrico ocorreu no lixão de
Ereré-CE e contou com a atuação de quatro
colaboradores para sua execução (Figura 5).

Estudo Qualitativo

Figura 5: Colaboradores realizando a gravimetria dos RSU no lixão de Ereré-CE.

Tabela 3: Massa específica dos resíduos sólidos urbanos segregados por rota.

Tipologia	Rota 1A (Kg)	Rota 1B (Kg)	Rota 1C (Kg)	Rota 2A (Kg)	Rota 2B (Kg)	Total
Matéria Orgânica	1,300	1,400	1,000	1,500	0,900	6,100
Papel E Papelão	0,600	0,700	0,400	1,000	0,500	3,200
Plástico	0,800	0,700	1,200	1,500	1,400	5,600
Alumínio	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,200
Vidro	0,000	0,000	0,000	0,100	0,400	0,500
Rejeitos	2,100	1,000	3,600	0,800	0,800	8,300
Tecidos	0,200	0,000	1,000	0,100	1,100	2,400
Madeira	0,200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,200
Podas	0,300	0,900	0,200	0,100	0,900	2,400
PVC	0,200	0,300	0,000	0,000	0,000	0,500
Total (Kg)	5,900	5,000	7,400	5,100	6,000	29,400

Figura 6: Distribuição de massa dos Resíduos sólidos Urbanos por rota.

Foram realizadas cinco visitas ao vazadouro a céu aberto, conforme o seguinte planejamento: nos dias de terça-feira, para gravimetria da rota 1, e quinta-feira, para gravimetria da rota 2. A distribuição de turnos ocorreu com duas visitas durante o período matutino e uma no período vespertino, para a rota 1 (terça-feira); e duas visitas no período matutino para a rota 2 (quinta-feira). Depois de realizada as pesagens, os dados foram coletados para posterior tabulação (Tabela 3), conforme procedimento ilustrado na Figura 2, adaptado de Alkmin e Ribeiro Júnior (2017). Para melhor visualização dos dados e distribuição das massas de cada tipo de resíduos por rota, elaborou-se um gráfico como ilustrado na Figura 6.

Considerando os dados expressos na Tabela 3, a massa verificada para rota 1A foi de 5,9 kg. Já para a rota 1B foi estimado o valor de 5,0 kg. Essa diferença se deve ao fato da rota 1A contemplar o bairro do centro de Ereré, que concentra as atividades de comércio do município. A rota 1C também obteve valor expressivo, porém este é justificado devido a inserção de algumas ruas da rota anterior a ela, alterando significativamente nos resultados obtidos para essas rotas. A massa obtida na rota 2B ocorre em decorrência de pontos

de comércio e prestação de serviços nesse bairro como churrascarias e borracharias, respectivamente. Ainda, analisando as distribuições de massa na figura 1, nota-se que a rota 1C possui maior carga de rejeitos, uma vez que, foi considerado rejeito materiais contaminados com óleo de cozinha, óleos lubrificantes, graxa, etc. Essa predominância ocorre devido o Bairro Francisco Nogueira apresentar pontos de comércio do ramo alimentício e de prestação de serviços, com oficinas mecânicas.

É importante observar que a PNRS institui os mecanismos de responsabilidade compartilhada e logística reversa como instrumentos da gestão integrada e gerenciamento de resíduos sólidos. Desta forma, diversos setores, incluindo o comércio, são responsáveis pela destinação final adequada de seus resíduos.

Na rota 2A, a predominância de matéria orgânica e papel e papelão é justificada devido a presença de uma escola municipal na área contemplada pela rota. A instituição de ensino influencia diretamente a composição dos resíduos na rota considerada devido aos desperdícios ou sobras na merenda escolar e no uso de papel para atividades escolares.

Menezes *et. al.* (2019), que desenvolveu um estudo sobre a gravimetria de Juiz de Fora-MG,

verificou que o grau de instrução e renda domiciliar influencia o aumento da fração orgânica nos resíduos domiciliares. Já Sarmiento *et al.* (2020) flutuações na composição gravimétrica dos resíduos pode decorrer da heterogeneidade dos materiais coletados em função das atividades presentes no bairro, perfil dos usuários (socioeconômico e educacional) e práticas de sensibilização/educação ambiental, ou seja, existe uma variação nas frações gravimétricas devido as características locais.

A análise da caracterização dos RSU de Ereré-CE, conforme (4), indica que o somatório de papel, papelão, plástico, alumínio, vidro e PVC

corresponde a 42% do quantitativo, materiais esses com potencial para reciclagem. Segundo Lima e Costa (2016) é imprescindível para potencializar a atividade de reciclagem, a implantação da coleta seletiva como forma de garantir o melhor aproveitamento e diminuir as perdas diante a mistura dos mesmos com rejeitos ou descarte inadequado.

A Figura 7 explicita a configuração geral da composição gravimétrica do RSU da cidade de Ereré com base nos cálculos da Equação (1).

Figura 7: Composição gravimétrica dos RSU por tipologia na cidade de Ereré, 2019.

Através dos resultados obtidos pela gravimetria é possível identificar que a maior fração do que é despejado no vazadouro corresponde aos rejeitos (28,23%), seguido de matéria orgânica (20,75%) e plástico (19,04%). Estes dados sobressaem ao confrontar com dados apresentados a nível nacional, na qual o maior quantitativo é representado pela fração orgânica (51%), seguido de plástico (13,5%) e papel e papelão (13,1%) (CEMPRE, 2019). Ressalta-se que foram considerados rejeitos os materiais orgânicos e recicláveis contaminados, além de materiais radioativos e perigosos que são de responsabilidade dos gestores.

Mendonça *et al.* (2020), identificou que as frações mais representativas no município de

Rodolfo Fernandes-RN são semelhantes ao encontrado nesse estudo, sendo a matéria orgânica (27,35%), seguido do plástico (25,17%) e rejeito (23,36%). Souza (2018) ao realizar a gravimetria do município de Bom Sucesso/ PB, encontrou uma grande fração de plásticos (31%) seguido de matéria orgânica (27%) e rejeitos (20%), vale salientar que este com grande quantidade de materiais recicláveis misturados. Já Campos, Borga e Sartorel (2017) identificaram predominância de matéria orgânica e rejeitos no estudo realizado no município de Iomerê/SC.

Segundo Deus *et al.* (2017), países em desenvolvimento apresentam maiores percentuais de fração orgânica em suas composições gravimétricas. Esta afirmação é refletida na

composição nacional, com predominância de matéria orgânica, e, consequentemente, verificada em vários municípios do país, como aferido por Santos *et al.* (2020), para o município de Dois Riachos-AL, Menezes *et al.* (2019), para o município de Juiz de Fora-MG, e Cartaxo *et al.* (2019), para o município de Poço das Trincheiras-A, com as percentagens de matéria orgânica de 64,95, 43,81, 60,13% do volume total de resíduos, respectivamente.

Como se visualiza na Figura 7, Ereré-CE apresenta a percentagem da fração orgânica bem reduzida, se comparada com a média nacional e médias municipais exemplificadas. De acordo com Mendonça *et al.* (2020), os baixos valores encontrados para a fração orgânica podem ser relacionados a cultura de criação de suínos associada a prática de reaproveitamento de restos de alimento para a alimentação dos animais no município. Essa prática pode influenciar a composição gravimétrica com a diminuição da fração orgânica dos resíduos, sendo uma possível justificativa para o menor quantitativo de matéria orgânica em Ereré-CE.

Nesse sentido Ereré-CE apresenta melhor destinação da fração orgânica de seus resíduos em relação a outros municípios do país. Siqueira *et al.* (2015), que estudou o município de Nova Ponte-MG, Galdino e Martins (2016), que avaliaram o município de Mamborê-PR, relataram que 40 e 54% da fração orgânica de seus RSU são destinados ao lixão, respectivamente,

Vale ressaltar que a destinação de matéria orgânica para vazadouros a céu aberto potencializa a geração de biogás, produzido devido a decomposição de compostos biodegradáveis por

bactérias anaeróbicas (Barrak, 2017). Gomes *et al.* (2019) relatam que a geração desses gases, em especial o metano, geram sérios impactos ao meio ambiente, como o agravamento do efeito estufa, além de ocasionar riscos à saúde pública.

As diferenças quanto aos valores percentuais de um estudo para outro elucidam que a composição gravimétrica dos resíduos sólidos é variável, pois cada município e região demonstram particularidades que podem influenciar diretamente na composição gravimétrica (Oenning *et al.*, 2012).

Com relação a fração não orgânica, os valores obtidos para alumínio e vidro, somados, são aproximadamente 2%. Alkmin e Ribeiro Junior (2017) encontraram valores aproximados para a tipologia vidro (2,8%) no município de Maria Fé - MG, já Campos e Borga (2015) relataram o valor de aproximadamente 9,9% desse material na amostragem no município de Caçador - SC. O baixo valor de alumínio na caracterização qualitativa se deve a ação de coleta diferenciado para comercialização do material pelos próprios guarnidores, além da existência de coleta aleatória porta-a-porta realizada por catadores de recicláveis.

Quanto aos resíduos vítreos, observou-se a disposição desse material, especialmente as garrafas de vidro, em alguns pontos fora do lixão municipal, mais precisamente na entrada do lixão e próximo à rodovia CE 138, como o ilustrado na Figura 8. O desvio de parcela do volume produzido desse material da coleta municipal pode influenciar de maneira significativa a caracterização de sua porcentagem.

Figura 8: Disposição inadequada de resíduos vítreos.

A disposição inadequada da fração de vidro é fomentado pela ausência de logística reversa que envolve a indústria desse material. Conforme a PNRS, a logística reversa é um dos instrumentos para aplicação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, definida como um “instrumento de desenvolvimento econômico e social” que visa o aproveitamento ou descarte apropriado de materiais e a preservação ambiental, desta forma, atenuando o processo de descarte aleatório de alguns materiais, além de potencializar a reinserção econômica em outros setores industriais ou comerciais.

Ressalta-se que o despejo irregular de resíduos vítreos no município não é realizado pela coleta municipal, sendo os principais responsáveis por esta ação o gerenciamento adotado pelo comércio local, como estabelecimentos de supermercados, restaurantes, lanchonetes, depósitos de bebidas, entre outros.

Tabela 4: Massa dos resíduos sólidos urbanos sem segregação, por rota e por coletor.

Coletores de 20L	Rota 1A (Kg)	Rota 1B (Kg)	Rota 1C (Kg)	Rota 2A (Kg)	Rota 2B (Kg)	Total (Kg)
Coletor 1	2,400	4,100	3,800	2,100	3,100	-
Coletor 2	3,700	1,800	2,500	2,100	2,500	-
Coletor 3	3,500	4,200	6,200	2,300	4,000	-
Coletor 4	2,300	3,300	2,900	4,400	3,200	-
Coletor 5	3,000	4,500	2,900	2,700	3,300	-
Total (Kg)	14,900	17,900	18,300	13,600	16,100	80,800

Sabendo que a soma total dos resíduos sem segregação foi de 80,80 Kg e o número de rotas corresponderam a 5, logo, o peso médio ($\bar{M}$) de amostra por rota foi:

$$\bar{M} = \frac{80,800}{5} = 16,16 \text{ Kg}$$

Visando obter o peso específico ($\bar{Y}$) aproximado dos resíduos sólidos por amostra, realizou a contabilização do mesmo, considerando o volume coletado de 100 L, logo tem-se:

$$\bar{Y} = \frac{16,16 \text{ kg}}{100 \text{ l}} = 0,1616 \frac{\text{kg}}{\text{l}}$$

O gerenciamento de resíduos sólidos realizado pela prefeitura municipal, apresentasse inadequado em vários aspectos. Práticas como triagem e reaproveitamento de resíduos sólidos são promotoras de geração de renda, empregos e inclusão social, configurando-se como medida socioambiental e econômica positiva para o município (Slomski; Lima; Slomski; Slavov, 2020).

Estudo Quantitativo

Através dos dados obtidos no procedimento das pesagens dos resíduos antes do quarteamento foi possível realizar o cálculo da geração per capita dos RSU. A Tabela 4 elenca os valores do peso dos resíduos segregados por rotas e pelos recipientes coletores empregados no levantamento.

Ainda, como o caminhão com as caçambas simples possui capacidade volumétrica de 6 m³ (6.000 l), e o caminhão realiza 3 rotas por dia, temos a quantidade de RSU gerado ao dia ($\bar{Mt}$):

$$\bar{Mt} = \frac{0,1616 \text{ Kg}}{\text{L}} * \frac{(6.000 \text{ L} * 3)}{\text{dia}} = 2.908,8 \frac{\text{Kg}}{\text{dia}}$$

De acordo com IBGE (2010), a pesquisa realizada no último censo mostrou que a zona urbana de Ereré-CE é formada por 1657 homens e 1801 mulheres, totalizando 3485 habitantes. Assim, realizou-se um cálculo para a projeção da população urbana no ano de 2019. Assim:

$$Pop_{urb} = \frac{6840}{3485} = 05095 * 7.198 = 3.667 \text{ hab.}$$

Logo, a geração per capita será conforme a Equação (2):

$$G_{per\ capita} = \frac{2.908,8 \frac{kg}{dia}}{3667 \text{ hab}} = 0,800 \frac{kg}{hab. dia}$$

A geração per capita dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Ereré está abaixo da média nacional, que de acordo com a ABRELPE (2019) é de 1,039 kg/hab.dia. Araújo *et al.* (2015) identificaram uma geração per capita de RSU menor para a cidade de Barra de São Miguel/PB, sendo essa de 0,6049 kg/hab./dia, e cuja população urbana é de aproximadamente 5.611 habitantes. Valores semelhantes em outros municípios de pequeno porte também foram identificados (Ferreira *et al.*, 2019; Galdino e Martins, 2016; Campos, Borga e Sartorel, 2017).

Em analogia a geração média per capita do Brasil, a população de Ereré produz 0,239 kg/hab.dia a menos que a média nacional. Esta diferença pode ser justificada por alguns fatores:

- Ação prévia e pós descarte dos catadores de materiais recicláveis;
- População flutuante (aquela que não reside no município, mas permanece nele durante um determinado período e que gera uma quantidade considerável de resíduos);
- Disposição do resíduo vítreo em local inapropriado;
- Uso do resíduo orgânico para alimentação animal (o qual é previamente segregado pelos pequenos proprietários);
- Resíduo oriundo de abatedouros é descartado de forma individual, não fazendo parte da coleta municipal;
- Logística reversa com parte dos resíduos hospitalares, sendo que parte ainda é enterrada em valas ou queimadas e;
- Resíduos da área comercial são previamente coletados pelos recicladores.

Estes fatores influenciam diretamente na proporção dos resíduos que vão para o vazadouro a céu aberto, e, portanto, em sua disposição final. Vale ressaltar que diversos cenários contribuem para a redução dos resíduos descartados, tal como a logística reversa, coleta seletiva, educação ambiental, sendo estes positivos em termos de atenuação a cenários de danos, além de prolongar

o tempo de vida útil do dispositivo. Outro fator positivo é a transição de dispositivo final, uma vez que, como ente consorciado do Consórcio de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Vale do Jaguaribe, a adoção dos cenários supracitados contribuirá para a redução de custos, e melhoria da qualidade, tanto nos serviços prestados quanto nos aspectos ambientais.

Conclusão

A cidade de Ereré-CE tem um sistema de coleta de RSU que abrange todos os bairros sendo realizado com dois caminhões em horários fixos o que acarreta numa boa eficiência do serviço, só que os mesmos são dispostos em vazadouro a céu aberto onde existe o trabalho de catadores que não utilizam dos EPI'S necessários e condições de trabalho adequadas.

Quanto a geração per capita através da análise das cinco rotas, peso específico e população estimada obteve-se o valor 0,800 kg/hab.dia este considerado inferior ao parâmetro nacional de 1,039 kg/hab.dia. Em relação a composição destaca-se com maior fração os rejeitos (28,23%) seguido com destaque a matéria orgânica (20,75%) e plástico (19,04%), valores estes que estão em conformidade com o padrão nacional em percentual.

Diante das frações gravimétricas encontradas no município o mesmo possui uma alta aptidão para inserção no consórcio de resíduos devido ao potencial de geração de materiais recicláveis, em torno de 40% do valor total. Neste contexto, o cenário apresentado necessita do fortalecimento de ações como a implementação da coleta seletiva e sensibilização ambiental com os usuários.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Prefeitura Municipal de Ereré/CE e ao Consórcio de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Vale do Jaguaribe-CGIRSVJ pelo fornecimento de material para a execução do estudo, bem como do transporte para a locomoção até a área de pesquisa.

Referências

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1995. Coleta de Resíduos Sólidos: NBR 13463. Rio de Janeiro.
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2017. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017. São Paulo.

- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2019. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019. São Paulo.
- Alkmin, D.V., Ribeiro Junior, L.U., 2017. Determinação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos (RSU) do lixão do município de Maria da Fé, estado de Minas Gerais. Caminhos de Geografia [online] 18. Disponível: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/33905>. Acesso: 15 ago. 2020. Doi: <https://doi.org/10.14393/RCG186105>
- Araújo, N.C., Queiroz, A.J.P., Guimarães, P.L.F., Gomes, A., 2015. Gravimetria e abordagem econômica dos resíduos sólidos urbanos em um município no estado da Paraíba. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental [online] 19. Disponível: <https://periodicos.ufsm.br/index.php/reget/article/view/17584>. Acesso: 15 ago. 2020. Doi: <https://doi.org/10.5902/2236117017584>
- Barrak, E., 2017. Análise do potencial teórico da geração de energia a partir do biogás no aterro sanitário de Varginha/MG. Natural Resources [online] 7. Disponível: <http://www.sustenere.co/index.php/naturalresources/article/view/1811>. Acesso: 15 ago. 2020. Doi: <https://doi.org/10.6008/SPC22379290.2017.001.0006>
- Bourka, A., Malamis, D., Venetis, C., Moustakas, K., Konstantzos, G.E., Skiadi, O., Loizidou, M., 2015. ATHENS-BIOWASTE model: cost and carbon footprint calculation of the collection at source and treatment of biowaste. Waste and biomass valorization [online] 6. Disponível: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12649-015-9399-7>. Acesso: 16 ago. 2020. Doi: <https://doi.org/10.1007/s12649-015-9399-7>
- Brasil, 2010. Lei Federal nº 12.305, Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União.
- Campos, R.F.F., Borga, T., 2015. Caracterização gravimétrica do material reciclável destinado à Coocima pelo programa de coleta seletiva do município de Caçador-SC. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental [online] 19. Disponível: <https://periodicos.ufsm.br/index.php/reget/article/view/18288>. Acesso: 16 ago. 2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.5902/2236117018288>.
- Campos, R.F.F.; Borga, T., Sartorel, A., 2017. Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos no município de Iomerê/SC, através de uma análise qualitativa e quantitativa. Revista Geográfica Acadêmica [online] 11. Disponível: <https://revista.ufrb.br/rga/article/view/4145>. Acesso: 10 ago. 2020.
- Castilhos Junior, A.B., 2003. Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte. Rio de Janeiro: ABES, RIMA, 294 p.
- Cartaxo, P.H.A.; Luna, I.R.G.; nascimento, I.R.S., Silva, M.R., Silva, K.A., Santos, J.P.O., 2019. Geração de resíduos sólidos urbanos no semiárido brasileiro: análise de sustentabilidade a partir da aplicação da pegada ecológica. Tecno-Lógica, Santa Cruz do Sul [online] 23. Disponível: <https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/13077>. Acesso: 12 ago. 2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.17058/tecnolog.v23i2.13077>.
- Cetrulo, T.B., Marques, R.C., Cetrulo, N.M., Pinto, F.S., Moreira, R.M., Mendizábal-Cortés, A.D., Malheiros, T.F., 2018. Effectiveness of solid waste policies in developing countries: A case study in Brazil. Journal of cleaner production [online] 205. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618328142?via%3Dihub>. Acesso: 09 jul. 2020. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.094>
- CEMPRE. Compromisso Empresarial para Reciclagem, 2019. *Review 2019*. São Paulo.
- Coutinho, C., Ruppenthal, R., Adame, M.B., Machado, M.V.M., 2016. Pentáculo Ambiental: instrumento para verificação das atitudes ambientais de estudantes de Ibirubá/RS. Ciência e Natura [online] 38. Disponível: <https://www.redalyc.org/pdf/4675/467547716034.pdf>. Acesso: 07 jul. 2020. Doi: <https://doi.org/10.5902/2179460X22551>
- Deus, R.M., Battistelle, R.A.G., Silva, G.H.R., 2017. Current and future environmental impact of household solid waste management scenarios for a region of Brazil: carbon dioxide and energy analysis. Journal of Cleaner Production [online] 155. Disponível: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652616306370>. Acesso: 06 jul. 2020. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.158>.
- Ferreira, R.G., 2017. Impactos Ambientais Decorrentes do Lixão da Cidade de Condado-PB. Geografia Ensino & Pesquisa [online] 21(3). Disponível: <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/18288>.

- w/24004. Acesso: 07 jul. 2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.5902/2236499424004>.
- Ferreira, I.J.S., Gonçalves, E., Rodrigues, H.S., Amorim, M.C.C., 2019. Caracterização física dos resíduos sólidos domésticos e dimensionamento de área para aterro sanitário no município de Sobradinho-BA. *Tecno-Lógica* [online] 23. Disponível: <https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/12184>. Acesso: 04 jul. 2020. Doi: <https://doi.org/10.17058/tecnolog.v23i1.12184>
- Galdino, S.J.; Martins, C.H., 2016. Composição gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos da coleta convencional de um município de pequeno porte. *Tecno-Lógica*, Santa Cruz do Sul [online] 20. Disponível: <https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/6060>. Acesso: 06 jul. 2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.17058/tecnolog.v20i1.6060>.
- Gomes, P.N., Silva, M. M., Pereira, L.C., Lopes, L.S., Carvalho, C. S., Souza, R.O., Maciel, E. B., 2019. Levantamento dos impactos socioambientais na área do lixão a céu aberto no Município de Corrente, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira Gestão Ambiental Sustentabilidade* [online] 6. Disponível: <http://revista.ecogestaoBrasil.net/v6n13/v06n13a15a.html>. Acesso: 10 jul. 2020. Doi: 10.21438/rbgas.061315
- Gonçalves, A.C., Junior, J.A.R., Silva, H.L., Oliveira, T.M.C., Ishihara, J.H., Alexandre, G.S., Bernardo, A.L.S., Alves, G.M.F., 2020. Análise das condições de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no estado do Pará. *Brazilian Journal of Development* [online] 6. Disponível: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/16543>. Acesso: 21 dez. 2020. Doi: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n9-288>
- IBAM. Instituto Brasileiro de Administração Municipal, 2001. Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Ererê. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/erere/pesquisa/23/25207?tipo=ranking>. Acesso em 9 de outubro de 2019.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Ererê. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais>. Acesso em 13 de julho de 2020.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018. Ererê. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/erere/panorama>. Acesso em 9 de outubro de 2019.
- Kolling Neto, A., Anjos, G.M., Brandolff, R.S., Goés, T.P., Silva, J.F., 2017. Fatores relacionados à saúde pública e ao saneamento básico em comunidade rural de Barreiras, Bahia, Brasil. *Revista Baiana de Saúde Pública* [online] 41. Disponível: <https://pdfs.semanticscholar.org/1d34/0eef109d6e4cc99ae3a6d3b5e4101d4c4572.pdf>. Acesso: 11 jul. 2020. Doi: <https://doi.org/10.22278/23182660.2017.v41.n3.a2079>.
- Lima, C.S., Costa, A.J.S.T., 2016. A importância da educação ambiental para o sistema de coleta seletiva: um estudo de caso em Curitiba. *Revista Geográfica Acadêmica* [online] 10. Disponível: <https://core.ac.uk/download/pdf/228491946.pdf>. Acesso: 04 jul. 2020.
- Maia, C.V.A., Rocha, V.S.S., Vidal, R.S., Oliveira, P.G., Fonseca, D.A., 2019. Remuneração pelos serviços de resíduos sólidos nos entes do Consórcio de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Vale do Jaguaribe: possibilidades e limitações. In: Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, Foz do Iguaçu. Anais...Foz do Iguaçu: IBEAS.
- Maia, C.V.A., Feitosa, A. K., Rocha, V.S.S., Vidal, R.S., Alves, T. R.M., 2019. Reflexões sobre a cobrança pelos serviços de gestão dos resíduos sólidos em municípios cearenses consorciados. *Desenvolvimento Regional em debate* [online] 9. Disponível: <http://www.periodicos.unc.br/index.php/drd/article/view/2226>. Acesso: 03 jul. 2020. Doi: <https://doi.org/10.24302/drd.v9i0.2226>.
- Mannarino, C.F., Ferreira, J.A., Gandolla, M., 2016. Contribuições para a evolução do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil com base na experiência Européia. *Engenharia Sanitária e Ambiental* [online] 21. Disponível: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522016000200379&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso: 09 jul. 2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/s141341522016146475>.
- Mendonça, E.V.P., Sousa, C.R.C., Bezerra, J.M., Roque, F.S., Costa, H.C.G., Costa, T.T., Nobre, S.B., 2019. Proposta de gestão de resíduos sólidos do município de Rodolfo Fernandes/RN. *Nature and Conservation*

- [online] 13. Disponível: <http://sustenere.co/index.php/nature/article/view/4517>. Acesso: 27 dez. 2020. Doi: <https://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2020.004.0008>.
- Menezes, R.O., Castro, S.R., Silva, J.B.G., Teixeira, G.P., Silva, M.A.M., 2019. Análise estatística da caracterização gravimétrica de resíduos sólidos domiciliares: estudo de caso do município de Juiz de Fora, Minas Gerais. Engenharia Sanitária Ambiental [online] 24. Disponível: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522019000200271&script=sci_arttext. Acesso: 05 jul. 2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522019177437>.
- Oenning, A.S., Cardoso, M.A., Dal-Pont, C.B., Lima, B.B., Valvassori, M.L., 2012. Estudo de composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do município de Criciúma. Revista Iniciação Científica [online] 10(1). Disponível: <http://periodicos.unesc.net/iniciacaoocientifica/article/view/1605>. Acesso: 03 jul. 2020.
- Ozcan, H.K., Guvenc, S.Y., Guvenc, L., Demir, G., 2016. Municipal solid waste characterization according to different income levels: A case study. Sustainability [online] 8. Disponível: <https://www.mdpi.com/2071-1050/8/10/1044>. Acesso: 02 jul. 2020. Doi: <https://doi.org/10.3390/su8101044>.
- Rosini, D.N., Bittar, B.D., Simioni, F.J., Becegato, V.A., Xavier, J.A., Dalalibera, A., Cardoso, D.C.C., 2020. Análise da viabilidade econômica e de risco para implantação de um aterro industrial para resíduos perigosos na região serrana de Santa Catarina. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental [online] 9. Disponível: http://portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/9159. Acesso: 18 dez. 2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v9e02020164-181>.
- Santos, P.C., Rocha, A.C.M.A., Lima, E.D.S., Santos, J.P.O., Gonzaga, K.S., Cartaxo, P.H.A., Santos, A.S., Bulhões, L.E.L., Morais, W.R.S., 2020. Geração de resíduos sólidos urbanos: aplicação de um indicador de sustentabilidade em um município do semiárido alagoano. Research, Society And Development [online] 9. Disponível: <https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5661>. Acesso: 08 jul. 2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5661>.
- Sarmiento, E.B., Rodrigues, D.S., Almeida, R., Toneli, J.T.C.L., Antonio- Colato, G., 2020. Estudo do potencial energético dos resíduos sólidos domiciliares brasileiros a partir da sua composição gravimétrica. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental [online] 9. Disponível: http://portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/9193. Acesso: 13 dez. 2020. Doi: [10.19177/rgsa.v9e0I2020616-630](https://doi.org/10.19177/rgsa.v9e0I2020616-630).
- Silva, C.O., Konrad, O., Callado, N.H., Araujo, L.G.S., Hasan, C., 2020. Resíduos sólidos urbanos de Maceió/AL: análise da composição gravimétrica sob influências sazonais. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais [online] 11. Disponível: <http://sustenere.co/index.php/rica/article/view/3970>. Acesso: 21 dez. 2020. Doi: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.003.0033>.
- Siqueira, H.E., Souza, A.D., Barreto, A.C., Abdala, V.L. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos na cidade de Nova Ponte (MG). 2016. Revista DAE [online] 64. Disponível: <http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/dae.2014.152>. Acesso: 02 jul. 2020. Doi: <https://doi.org/10.4322/dae.2014.152>.
- Sousa, E.F., Bezerra, J.M., Lopes, J.R.A., 2020. Estimativa da produção de biogás e composição gravimétrica dos resíduos sólidos do município de Bom Sucesso-PB. Novos Cadernos NAEA [online] 23. Disponível: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/7317>. Acesso: 16 dez. 2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.5801/ncn.v23i2.7317>.
- Souza, E.F., 2018. Simulação Numérica da Dispersão Atmosférica de Resíduos Gasosos Provenientes do Aterro Comum de Bom Sucesso-PB. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária). Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pau dos Ferros.
- Slomski, V.G., Lima, I.C.S., Slomski, V., Slavov, T., 2020. Pathways to Urban Sustainability: an investigation of the economic potential of untreated household solid waste (hsw) in the city of São Paulo. Sustainability [online] 12. Disponível: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/13/5249>. Acesso: 10 jul. 2020. Doi: <https://doi.org/10.3390/su12135249>.
- Tagliaferro, E.R., Viana, D.V., 2019. Caracterização Gravimétrica dos Resíduos Sólidos de um Aterro Sanitário Municipal no Interior do Estado de São Paulo. Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes [online] 7.

Disponível:

http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/cidades_verdes/article/view/2209.

Acesso: 09 dez. 2020.

Doi: <http://dx.doi.org/10.17271/2317860471620192209>

Vilhena, A., 2018. Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: CEMPRE, 4 ed.