



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DOS MUNICÍPIOS ALAGOANOS DE INHAPI, DELMIRO GOUVEIA E PIRANHAS

Liz Geise Santos de Araújo¹; Carlos Roberto Moura Leal Júnior²; Eduardo Lucena Cavalcante de Amorim³; Jayne Araújo Silva⁴

RESUMO

Este artigo apresenta um estudo de composição gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) gerados nos municípios de Inhapi, Delmiro Gouveia e Piranhas, estado de Alagoas, integrantes do Consórcio Regional dos Resíduos Sólidos do Sertão Alagoano (CRERSSAL), objetivando o conhecimento das porcentagens das frações dos materiais que compõem os RSU, além disso, foram obtidos os valores referentes ao peso específico dos RSU dos municípios, sendo essas informações de grande significância para otimização dos sistemas de limpeza urbana nos municípios e implantação de sistema de coleta seletiva. Para realização deste estudo foi utilizado o método de quarteamento. Os RSU utilizados para a realização da composição gravimétrica foram os provenientes da coleta convencional, que abrange os resíduos domiciliares e comerciais. Para a separação das frações de resíduos, foi considerado o mercado de venda para reciclagem, informados pelos catadores presentes em cada lixão. Os resultados do estudo de composição gravimétrica indicam que a média aproximada de resíduos orgânicos é de 58%; 30% dos resíduos são passíveis de reciclagem; e 12% representam os rejeitos.

Palavras-chave: Resíduos sólidos urbanos. Composição gravimétrica. Sertão Alagoano.

ABSTRACT

This article presents a study about the composition gravimetric of the Urbans Solid Waste (SWU) generated in the towns of: Inhapi, Delmiro Gouveia and Piranhas, members of the regional consortium of solid wastes from the "Alagoano Sertão", it shows the knowledge of the percents of the fractions of materials that make the SWU, furthermore, the values for the specific weight o SWU from the cities were obtained, Being this information of great significance for optimization of the urban cleaning systems of the municipalities and implantation of selective collection system. For this study we used the quartering method. The SWU used to carry out the gravimetric composition were from convetional collection, that covering household nacomercial wastes. For the separation of waste fractions, it was considered the sales Market for recycling, reported by collectors presente in each dumpsite and is also made posible the diagnosis of these areas. The results of the gravimetric composition study indicate that the average approximate of organic residues are 58%; 30% of residues are enable of the recycling; and 12% represent the tailings.

Keywords: Urbans solid waste. Composition gravimetric. Sertão Alagoano.

¹Acadêmica de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Pernambuco, Campus Caruaru. E-mail: lizaraujoeng@gmail.com

²Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento. Superintendência do Consórcio Regional de Resíduos Sólidos do Sertão Alagoano. E-mail: carloslealjr@gmail.com

³Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento. Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas. E-mail: eduardo.lucena@ctec.ufal.br

⁴Acadêmica de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Pernambuco, Campus Caruaru. E-mail: jayne.a.silva@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A composição gravimétrica dos resíduos sólidos reflete a percentagem de cada componente em relação ao peso total da amostra de resíduo analisada, sendo geralmente expressa em Kg. A composição gravimétrica está inserida nas características físicas dos resíduos, onde este conhecimento é de extrema importância para uma gestão adequada dos serviços de limpeza urbana (MONTEIRO *et al.*, 2001).

Das características dos resíduos sólidos, divididas em químicas, físicas e biológicas, o grupo de características físicas é o mais importante, visto que, a ausência do seu conhecimento praticamente impossibilita a realização de uma gestão adequada dos serviços de limpeza urbana. As características físicas dos resíduos, tais como, a composição gravimétrica, geração per capita e peso específico aparente, influenciam diretamente sobre o planejamento de um sistema de limpeza urbana, bem como sobre o projeto de algumas unidades necessárias para composição do sistema. Mais especificamente, a composição gravimétrica dos resíduos sólidos, reflete a percentagem de cada componente em relação ao peso total da amostra de resíduo analisada, onde este conhecimento é de extrema importância para adequação dos

serviços de limpeza urbana (MONTEIRO *et al.*, 2001).

Além disso, a realização dessa caracterização facilita a implantação de um sistema de coleta seletiva, sendo essa uma alternativa para a diminuição do envio de resíduos sólidos à disposição final, além de ser um instrumento de gestão para a implantação da educação ambiental, proporcionando uma participação direta da comunidade nesta atividade, de modo que a separação do material reciclável traz benefícios ambientais, econômicos e, sobretudo, sociais (SOUZA e MELLO, 2015).

Sob este panorama, o presente estudo, que contou com o auxílio direto do CRERSSAL e Prefeitura dos municípios, objetivou o conhecimento da composição qualitativa dos RSU dos municípios de Inhapi, Delmiro Gouveia e Piranhas, localizados na região sertão do estado de Alagoas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a composição gravimétrica dos RSU foram considerados os resíduos provenientes dos serviços de limpeza urbana, ou seja, aqueles atendidos pela coleta regular das prefeituras. A realização da caracterização dos resíduos seguiu o método do quarteamento, indicado por Monteiro *et al.* (2001), bem como as

diretrizes estabelecidas na Norma Brasileira da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNTNBR 10.007/2004 – Amostragem de resíduos. O quarteramento consiste em dividir os resíduos em quatro montes aparentemente iguais, sendo dois montes diagonais descartados, sendo realizada nova homogeneização e posterior quarteramento, resultando em uma única amostra final (ALKMIN e RIBEIRO, 2016).

A partir do conhecimento do método estabelecido, as amostras foram retiradas do caminhão coletor na chegada deste à disposição final, no caso os lixões de cada município, através da descarga do conteúdo em um local especificado. Posteriormente, as amostras coletadas foram conduzidas para uma lona de aproximadamente 40 m², onde foi feita a

homogeneização das amostras e efetuados dois quarteramentos, seguidos da triagem e pesagem dos componentes.

Os materiais utilizados para a realização da composição gravimétrica estão listados a seguir e demonstrados nas Figuras 1 e 2:

- Sacos plásticos de 100L;
- 2 (duas) pás;
- 2 (duas) enxadas;
- 2 (dois) facões;
- Lona impermeável de 40m²;
- Balança com capacidade de 100kg;
- Bombona de 200L;
- Luvas e botas para os trabalhadores.



Figura 1: Materiais utilizados para realização do estudo: (a) balança e (b) lonas e sacos.

Fonte: Autores (2015).

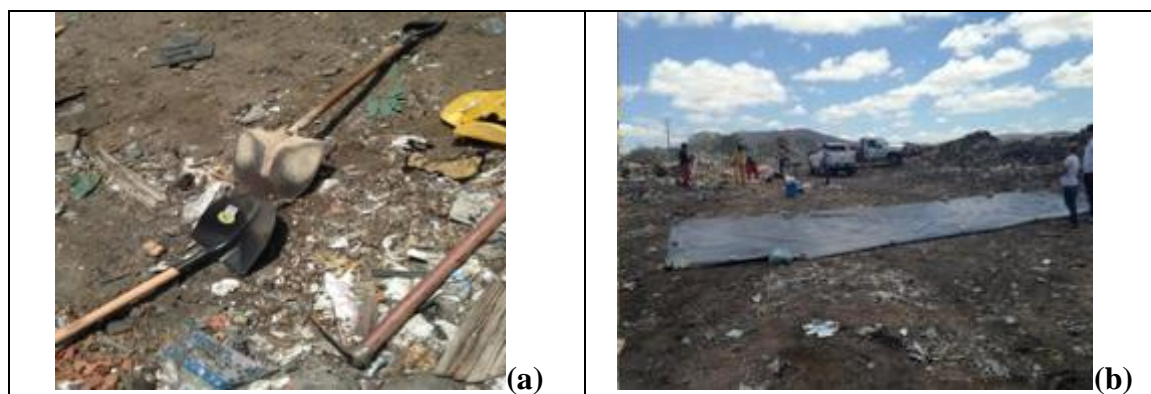


Figura 2: (a) Materiais utilizados para realização do estudo e (b) local da realização de gravimetria.

Fonte: Autores (2015).

2.1 Inhapi

O município de Inhapi possui uma população urbana de aproximadamente 6.699 habitantes (IBGE, 2010) e, segundo informações da Prefeitura, não apresenta distorções no fluxo de sua população, pois não é uma cidade turística, nem tampouco há saída considerável de sua população para outros municípios em épocas de férias escolares, por exemplo. Diante desse fato, para o levantamento da composição gravimétrica do município foi considerado a informação disponibilizada pelo motorista do caminhão coletor, funcionário da prefeitura, ao qual relatou que na sexta-feira a coleta é realizada em todos os bairros do município, razão pela qual as medições terem sido efetuadas em uma sexta-feira, de modo a garantir a heterogeneidade das amostras.

2.2 Delmiro Gouveia

O município de Delmiro Gouveia possui uma população urbana de

aproximadamente 34.854 habitantes (IBGE, 2010) e, assim como o município de Inhapi, não apresenta distorções no fluxo de sua população ao longo do ano e não é considerada uma cidade turística. Sendo assim, a partir de entrevista feita com o Secretário de Meio Ambiente, optou-se pela realização da composição gravimétrica em uma sexta-feira, dia no qual a coleta é realizada no maior número de bairros do município.

2.3 Piranhas

Diferentemente demais municípios, Piranhas é considerado turístico, apresentando distorções no fluxo de sua população, principalmente, em épocas de férias, sendo amplamente visitada por turistas de diversos locais e com diferentes aspectos sociais e culturais. No caso, o presente estudo foi feito no período de fluxo típico da região, não sendo consideradas essas distorções. A população urbana de Piranhas é de aproximadamente

13.189 habitantes (IBGE, 2010), mas a coleta regular da Prefeitura também atende, diariamente, o Povoado de Piau, considerado, geograficamente, como área rural, mas, a partir do relato dos gestores, este possui características sociais e econômicas semelhantes à área urbana e uma população de aproximadamente 7.000 habitantes. Desse modo, para a composição gravimétrica, foram avaliados, juntamente, os resíduos provenientes da área urbana de Piranhas e do Povoado de Piau. O levantamento de campo foi realizado numa quinta-feira, objetivando atingir a maior parte do município.

2.4 Execução do quarteamento

Ressalta-se que a metodologia descrita a seguir foi a mesma para os três municípios. Primeiramente, após a chegada das coletas feitas no dia do estudo (figura 3), foram coletados 4 (quatro) montes de resíduos sólidos com 50 kg cada aproximadamente e conforme determinação da NBR 10.007/2004 a amostra foi retirada em três seções (topo, meio e base), de aproximadamente 4 amostras em cada seção. Essas amostras foram dispostas em uma lona preta de aproximadamente 40m².

Através do auxílio de facões, os sacos de lixo com as 4 amostras foram rasgados e foi feita a homogeneização de cada parcela. Em seguida foram

misturados 2 a 2 os montes, com o auxílio das pás e enxadas, obtendo aproximadamente 100 kg de cada, sendo feita novamente a homogeneização das duas parcelas de resíduos. Desse modo, foi concretizado o primeiro quarteamento, onde a fração homogeneizada é dividida em 4 (quatro) partes, selecionando dois dos quartos resultantes (sempre quartos opostos), que foram novamente misturados e homogeneizados. Após este procedimento, os montes foram misturados novamente (aproximadamente 50 kg cada) e foi feito o segundo quarteamento. Assim, foi obtida uma amostra representativa para a realização da composição gravimétrica e densidade específica aparente dos resíduos, onde essa amostra foi pesada. A figura 4 apresenta o diagrama que resume a metodologia utilizada para obtenção da amostra representativa de RSU para posterior realização de densidade específica e composição gravimétrica.

Após a obtenção da amostra representativa, parte dos resíduos foram colocados em uma bombona de 200 litros, para a obtenção da densidade específica aparente, através da Equação 1.

$$\rho = \frac{M - M_r}{V}(1)$$

Onde:

ρ = densidade em Kg/m³;

M = massa de resíduos;

M_r = massa do recipiente;

V = volume do recipiente.



Figura 3: (a) Chegada do caminhão coletor em Inhapi; (b) Chegada do caminhão coletor em Piranhas; (c) Chegada do caminhão coletor em Delmiro Gouveia.

Fonte: Autores (2015).

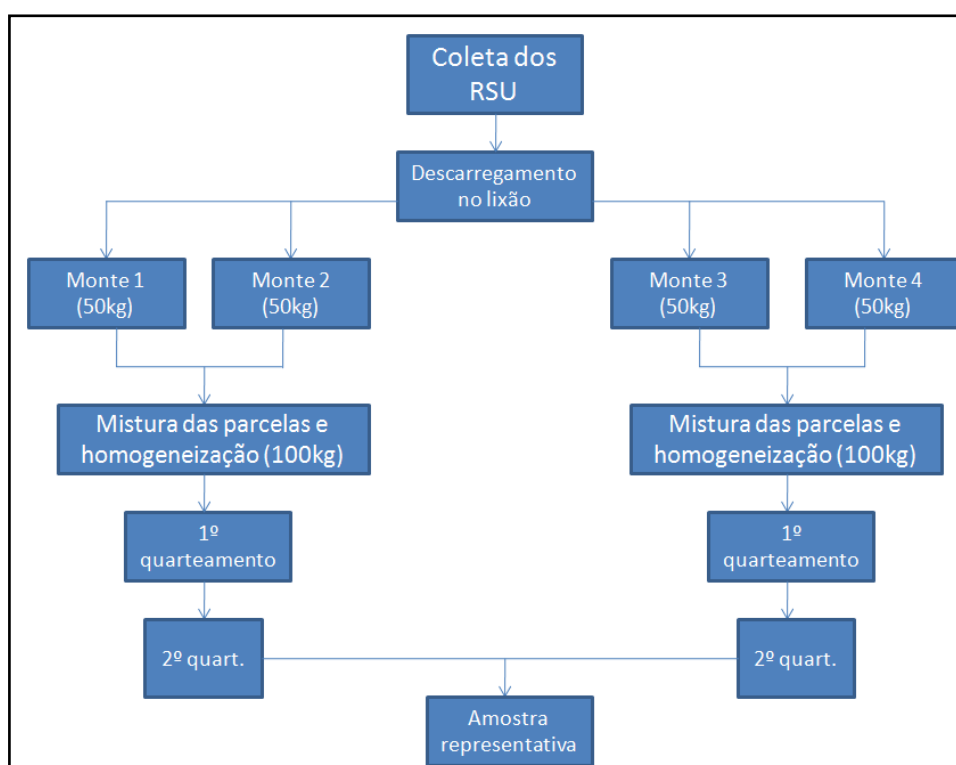


Figura 3: Diagrama de metodologia para obtenção de amostra representativa dos RSU.

Fonte: Autores(2016).

Para a separação dos resíduos (Figura 5), foi considerado o mercado de venda para reciclagem, informados pelos catadores presentes em cada lixão, sendo assim, os resíduos foram separados em:

matéria orgânica; papel, papelão, plástico rígido, plástico maleável, vidro, metal e outros (madeira, borracha, couros, trapos, papel higiênico, ossos etc). Assim, os resultados foram obtidos através da equação 2.

$$Categoria(\%) = \frac{Massadafrãodacategoria (kg)}{Massatotaldaamostr a (kg)} \times 100 \quad (2)$$



Figura 5: Resíduos separados conforme sua composição: (a) para a pesagem e (b) separados por categoria de plásticos.

Fonte: Autores (2015).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O território do Alto Sertão do estado de Alagoas está localizado, geograficamente, na região Nordeste do Brasil, mais especificamente, na porção oeste do estado de Alagoas, abrangendo uma área de aproximadamente 3.935,20 km² (IBGE, 2010). A região é composta por 8 (oito) municípios, sendo eles: Delmiro Gouveia, Olho D'Água do Casado, Piranhas, Pariconha, Água Branca, Inhapi, Mata Grande e Canapi, todos inseridos na bacia hidrográfica do Rio São Francisco, de acordo com a classificação da Agência Nacional das Águas (ANA).

Segundo dados do IBGE (2010), a população total do território é de 174.486 habitantes, sendo que 55,36% vivem na zona urbana. Os maiores municípios da região são Delmiro Gouveia, com uma

população de 48.462 habitantes e área territorial de 608,491 km² e Mata Grande, com uma população de 24.698 habitantes e área territorial de 891,331 habitantes.

O IDH Médio do sertão alagoano é de 0,539 (IBGE, 2010), refletindo o baixo desenvolvimento da região, visto que o IDH Médio do Brasil é de 0,730 (ONU, 2012). O município de Delmiro Gouveia é o que apresenta maior valor desta variável, de 0,612 e o município de Inhapi é o que apresenta o menor valor, de 0,484. Com exceção do município de Delmiro Gouveia, os demais municípios estão situados na faixa de Desenvolvimento Humano Baixo (IDHM entre 0,500 e 0,599), segundo Atlas do Desenvolvimento Humano.

Composição gravimétrica

As tabelas 1, 2 e 3 apresentam a composição gravimétrica dos RSU dos municípios de Inhapi, Delmiro Gouveia e Piranhas, respectivamente, sendo os resíduos separados em: matéria orgânica (resto de alimentos, podas etc.), papel

(revistas, folhas de caderno, correspondências etc.), papelão, plástico rígido (garrafas PET e embalagens), plástico maleável, vidro, metal e outros (madeira, borracha, trapos, embalagens longa vida etc.).

Tabela 1: Composição gravimétrica dos RSU de Inhapi.

Tipo de Resíduo	Composição (%)
Matéria Orgânica	57,9
Papel	6,5
Papelão	10,9
Plástico rígido	3,2
Plástico maleável	9,4
Vidro	3,9
Metal	1,5
Outros (madeira, borracha, trapos, longa vida etc)	6,3

Fonte: Autores (2016).

Tabela 2: Composição gravimétrica dos RSU de Delmiro Gouveia.

Tipo de Resíduo	Composição (%)
Matéria Orgânica	58,49
Papel	4,17
Papelão	2,23
Plástico rígido	6,12
Plástico maleável	8,91
Vidro	5,27
Metal	2,14
Outros (madeira, borracha, trapos, longa vida etc)	12,67

Fonte: Autores (2016).

Tabela 3: Composição gravimétrica dos RSU de Piranhas.

Tipo de Resíduo	Composição (%)
Matéria Orgânica	57,69
Papel	4,75
Papelão	2,5
Plástico rígido	4,75
Plástico maleável	9,0
Vidro	5
Metal	2,5
Outros (madeira, borracha, trapos, longa vida etc)	13,81

Fonte: Autores (2016).

A Figura 5 apresenta uma comparação da composição gravimétrica nos municípios estudados e a Figura 6 a média desses resultados. Através de sua análise, é possível perceber as tendências semelhantes em determinados tipos de

resíduos nos três municípios. Ressalta-se que a diferenciação entre os tipos de plásticos e papéis, se deu pelo fato dos catadores do lixão relatarem a diferenciação do preço na venda desses produtos.

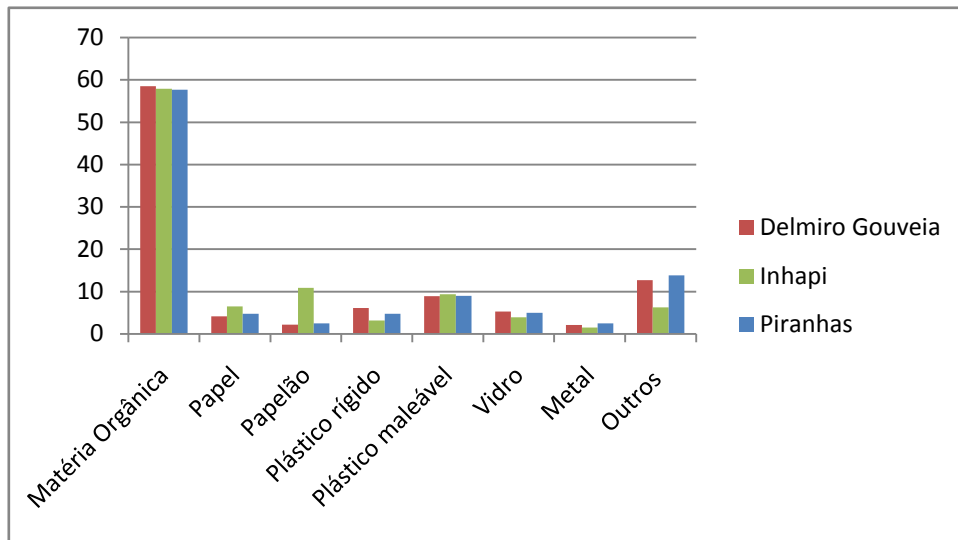


Figura 5: Gráfico comparativo da composição gravimétrica nos municípios.

Fonte: Autores (2016)

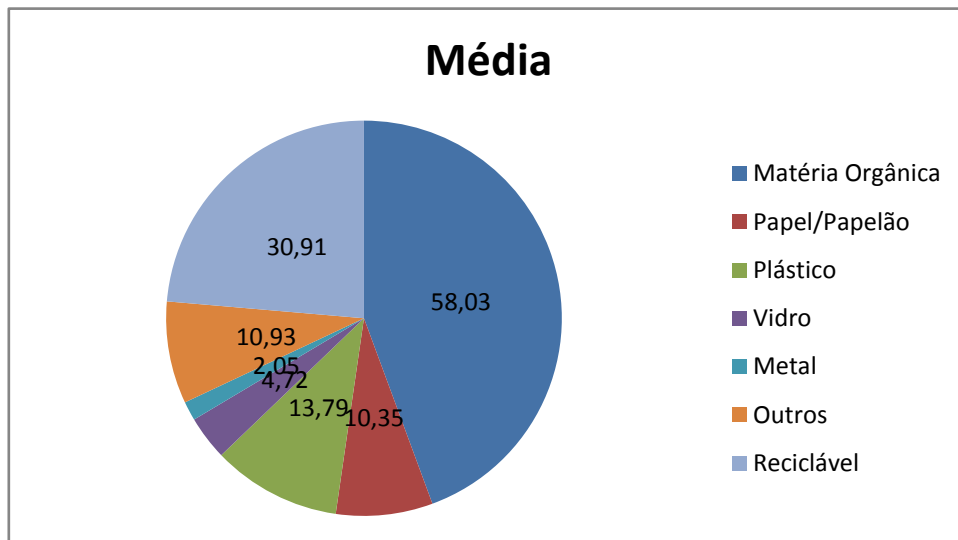


Figura 6. Gráfico da Média (%) das composições gravimétricas dos municípios estudados.

Fonte: Autores (2016).

O

Observando os gráficos 1 e 2, percebe-se, que conforme tendência nacional demonstrada por Monteiro *et al.* (2001) e IBGE (2008), a maior parte dos resíduos é composta por matéria orgânica, sendo esse valor correspondente a mais da metade da geração dos RSU nos municípios, obtendo-se uma média de aproximadamente 58%. De fato, os índices de matéria orgânica são maiores em países em desenvolvimento, onde esse valor é ainda mais elevado em municípios que a população possui baixo poder aquisitivo, pois há menor consumo de produtos industrializados, que geram papéis, plásticos, etc. Na realização dos estudos, foi perceptível que esta classe de resíduo se encontrava em maior quantidade, sendo observada nos três municípios, principalmente, a elevada presença de restos de alimentos e folhagens.

Analisando a parcela reciclável dos resíduos, observa-se que os valores em Delmiro Gouveia, Inhapi e Piranhas foram de 28,84%, 34,5% e 28,5%, respectivamente, tendo uma média de 30,01%. O MMA (2012) estabelece que no Brasil aproximadamente 31,9% dos resíduos são considerados recicláveis e no município de Maceió, por exemplo, conforme demonstrado por Tavares (2008), esse valor é de 25,4%.

Dentre os materiais recicláveis, conforme observado, destaca-se a

quantidade semelhante e em maior quantidade de plástico maleável, sendo uma média de 9,1%, onde a maior parte é composta por sacolas para acondicionamento de lixo. No Brasil, a média de plástico total é a que aparece em maior quantidade nos resíduos secos, no valor de 27% (MMA, 2012), assim como nos municípios estudados, onde essa média é de 13,8%. Em Maceió, este valor é de 10,5% (TAVARES, 2008). É importante salientar a necessidade da realização da reciclagem destes produtos, visto seu elevado tempo de degradação.

A média do valor de metal, onde foi considerado latas de alumínio e outras embalagens, foi cerca de 2%, menor do que a média nacional, que é de 5,8%. Em Maceió, esse valor é de 1,8%. Em conversa com os moradores, este é o material reciclável que possui maior valor comercial e, de fato, aparece em quantidade reduzida nos lixões. Além do provável baixo consumo por produtos que possuem esse material, este valor também pode ser explicado pelo fato de que a própria população segrega esse material, para fins de reciclagem, na própria fonte geradora.

Observando a quantidade de papel e papelão, essa média é de 5,14% e 5,21%, respectivamente. No Brasil são considerados juntamente papel e papelão, sendo essa média de 13,1%. A grande

maioria do papel encontrado nos lixões foi proveniente de correspondências e materiais escolares. No município de Inhapi, é possível perceber a elevada quantidade de papelão (10,9%), isto pode ter se dado pelo fato da coleta realizada no comércio do município, visto que foi realmente observada uma grande quantidade desse material no lixão.

Peso específico

Através da metodologia apresentada foi possível estimar o peso específico do lixo solto (não compactado), através da amostra representativa, de aproximadamente 50 kg e da bombona de 200 litros. Desse modo, foi obtido um valor de 0,24 ton/m³ para o município de Inhapi, 0,27 ton/m³ para Delmiro Gouveia e 0,28 ton/m³ para Piranhas.

4. CONCLUSÕES

A caracterização dos principais parâmetros físicos dos RSU dos municípios se mostrou condizente com as realidades atuais e possibilitaram o conhecimento dos materiais recicláveis em cada região, gerando informações que poderão ser úteis para futuras tomadas de decisões no gerenciamento dos RSU, desde a sua geração até a disposição final.

Os dados obtidos, somadas ao comprometimento dos gestores e fortalecimento da atuação do CRERSSAL

nas atividades referentes aos RSU podem permitir que os municípios de Inhapi, Delmiro Gouveia e Piranhas, inseridos no sertão alagoano, avancem nos aspectos relativos à gestão dos seus resíduos sólidos, trazendo benefícios sociais e ambientais que refletirão diretamente na qualidade de vida de toda a população.

5. REFERÊNCIAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - **NBR 10007: Amostragem de Resíduos Sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.
- ALKMIN, D. V.; RIBEIRO, L. U. J.; Determinação da composição gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) do lixão do município de Maria da Fé, estado de Minas Gerais. **Caminhos de Geografia Uberlândia**. v. 18, n. 61 Março/2017 p. 65–82. Minas Gerais, 2016.
- GALVÃO, L. E.; Caracterização dos resíduos sólidos urbanos de Maceió. **Monografia** - Universidade Federal de Alagoas-UFAL. Maceió, 1997.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: nov. 2017.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados nacionais**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: nov. 2017.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2012.

- MONTEIRO, J. H. P. et al. **Manual Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos**, Rio de Janeiro. IBAM, 2001.
- SOUZA, M.C.B.; MELLO, I.S.; Resíduos sólidos: coleta seletiva estímulo para o aumento da reciclagem e melhoria de renda dos catadores. **Revista Eletrônica Gestão & Saúde**, v. 6, n. 3, p. 59-81, 2015.
- TAVARES, J. C. L.; Caracterização dos Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de Maceió. **Dissertação de Mestrado** – Universidade Federal de Alagoas, 2008.