

**ANO XIII – N° 3 MAIO / JUNHO 2013**

## **Editor**

**Mauro Kleiman**

## **Publicação On-line**

**Bimestral**

## **Comitê Editorial**

- **Mauro Kleiman (Prof. Dr. IPPUR UFRJ)**
- **Márcia Oliveira Kauffmann Leivas (Doutoranda em Planejamento Urbano e Regional)**
- **Maria Alice Chaves Nunes Costa (Dra. em Planejamento Urbano e Regional)**
- **Viviani de Moraes Freitas Ribeiro (Dra. Planejamento Urbano e Regional IPPUR/UFRJ)**
  - **Luciene Pimentel da Silva (Profa. Dra. – UERJ)**
  - **Hermes Magalhães Tavares (Prof. Dr. IPPUR UFRJ)**
- **Hugo Pinto (Prof. Dr. Universidade de Coimbra e Universidade de Algarve – Portugal)**

**IPPUR / UFRJ**

**Apoio CNPq**

**LABORATÓRIO REDES URBANAS  
LABORATÓRIO DAS REGIÕES METROPOLITANAS**

**Coordenador Mauro Kleiman**

## **Equipe**

**Dayana Miranda Rosa, Flávia Casciano Vasconcelos,  
Gabriela Mesquita Ramalho dos Santos, Heloisa Helena  
Camelo da Silva, Letícia Quintanilha da Silveira, Melissa  
Silva de Melo.**

## **Pesquisadores associados**

**Audrey Seon, Humberto Ferreira da Silva, Márcia Oliveira  
Kauffmann Leivas, Maria Alice Chaves Nunes Costa, Viviani de  
Moraes Freitas Ribeiro, Vinícius Fernandes da Silva**

## **Índice**

### **Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Domiciliares e Comerciais do Centro da Cidade de Barreiras – Bahia**

**José Leonardo Vanderlei de Carvalho, Simone Cristina de Jesus, Roberto Bagattini .....p.3**

# COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E COMERCIAIS DO CENTRO DA CIDADE DE BARREIRAS – BAHIA

José Leonardo Vanderlei de Carvalho<sup>1</sup>

Simone Cristina de Jesus<sup>2</sup>

Roberto Bagattini Portella<sup>3</sup>

## RESUMO

Um dos maiores desafios que a sociedade moderna enfrenta é o gerenciamento dos resíduos sólidos. O conhecimento das características dos resíduos é de fundamental importância para definir a melhor destinação final. Um parâmetro que expressa a característica dos resíduos é a composição gravimétrica, que permite conhecer o percentual de cada componente presente em uma massa de resíduo, desse modo possibilita avaliar o potencial de reciclagem dos componentes e o melhor gerenciamento. Sendo assim, este trabalho apresenta e discute a composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares e comerciais gerados no Centro da cidade de Barreiras, Bahia. Os resíduos foram coletados por todas as ruas do bairro, em frente às residências e pontos comerciais, de forma aleatória. Os resultados obtidos demonstraram que a composição gravimétrica dos resíduos sólidos é composta por 63,8% de matéria orgânica, 11,4% de plásticos, 8,9% de papel, 3,8% de vidro, 2,0% de metais e 10,2% de materiais considerados como outros, tais como cabelos, terra, trapos, papel higiênico, guardanapos, fralda descartável. Conclui-se que dos resíduos produzidos no Centro de Barreiras é 89,8% passível de processo de tratamento, sendo 63,8% através de compostagem da matéria orgânica e 26% por processo de reciclagem de plástico, papel, vidro e metais, diminuindo a quantidade de resíduos que devem ser encaminhados até um local de disposição final adequado.

**Palavras chaves:** Resíduos Sólidos; Caracterização; composição gravimétrica; Gerenciamento.

---

<sup>1</sup> Mestrando em Engenharia Ambiental Urbana (MEAU/UFBA), Graduado em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal da Bahia (UFBA) Campus ICADS em Barreiras.

<sup>2</sup> Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Atualmente é professora da UFBA/ICADS.

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia Ambiental pela Universidade Politécnica de Catalunya - UPC- Espanha. Atualmente professor da UFBA/ICADS.

## **ABSTRACT**

One of the greatest challenges that modern society faces is the management of solid waste. Knowledge of the characteristics of the waste is of fundamental importance to define the best final destination. A parameter that expresses the characteristics of the waste is the gravimetric composition, which allows to know the percentage of each component present in a waste mass thus possible to evaluate the potential for recycling of components and better management. Thus, this paper presents and discusses the gravimetric composition of household and commercial solid waste generated Center of Barreiras City, Bahia, Brazil. The residues were collected by all the neighborhood streets, in front of residences and businesses at random. The results showed that the composition of gravity of the solid waste is composed of 63.8% of organic matter, 11.4, plastic, paper 8.9, 3.8% glass, 2.0% metals and 10 2% of materials considered as others, such as hairs, dirt, rags, toilet paper, napkins, disposable diapers. It follows that the waste produced in the center of Barreiras is liable to 89.8% treatment process, and 63.8% by composting organic matter and 26% by a process of recycling plastic, paper, glass and metals, reducing the amount of waste that should be referred to an appropriate disposal site.

**Keywords:** Solid Waster; Characterization; Management.

## INTRODUÇÃO

Inúmeras atividades antrópicas no mundo moderno, tais como a mineração, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e industriais, o uso indiscriminado de defensivos agrícolas, vazamentos em dutos e tanques, falhas em processos industriais, problemas no tratamento de efluentes e acidentes no transporte de substâncias químicas dentre outras, representam algum tipo de risco de se tornarem fontes de degradação do meio ambiente.

A questão dos resíduos sólidos no Brasil tem sido amplamente discutida por constituir em um dos maiores desafios que qualquer cidade enfrenta. Com o crescimento na geração dos resíduos sólidos, o problema da limpeza urbana não consiste apenas em removê-los, mas em dar um destino final adequado.

O conhecimento detalhado das características qualitativas e quantitativas dos resíduos produzidos diariamente é fator fundamental para se determinar a forma de acondicionamento, transporte, tratamento e destinação final. Um parâmetro que expressa bem a característica dos resíduos é a sua composição gravimétrica, que é o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra. Quanto maior a quantidade de um determinado componente, tanto mais as características gerais dos resíduos se assemelharão às características desse componente, assim, com a determinação da composição gravimétrica pode-se avaliar a possibilidade de reaproveitamento dos componentes passíveis de reciclagem e a melhor destinação final para os resíduos.

A cidade de Barreiras, localizada no Oeste do estado da Bahia, não apresenta uma situação diferente em relação à problemática do gerenciamento deficiente dos resíduos sólidos urbanos (RSU) verificadas em outras cidades, ou mesmo regiões do país. Nos últimos anos verificou-se o crescente aumento demográfico estimulado pelo agronegócio, o que aumentou a quantidade de resíduos gerados. Atualmente, os RSU gerados na cidade são encaminhados para um lixão, que é um local inadequado para destinação final dos resíduos por não garantir o monitoramento adequado e conseqüentemente controle da poluição ambiental, condições sanitárias adequadas e proteção à saúde pública.

Este trabalho tem por objetivo determinar a caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos domiciliares e comerciais gerados no Centro da cidade

e Barreiras, BA e avaliar o potencial de reciclagem desses resíduos, a fim de fornecer subsídios para melhorias no gerenciamento dos RSU da cidade.

## **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Os seres humanos têm sido expostos a substâncias perigosas desde a pré-história, quando já inalavam gases tóxicos gerados em vulcões e cavernas. No entanto, os problemas em relação às ações antrópicas e a degradação ambiental intensificaram-se durante o século XIX na Alemanha, quando o setor industrial iniciou a produção de tingimentos e de outros químicos orgânicos. Nos últimos anos a sociedade moderna viveu um grande período de desenvolvimento tecnológico. Com a produção de aço e ferro, baterias de chumbo, refinamento de petróleo e outras práticas industriais, no século XX, aumentou-se drasticamente a geração de resíduos químicos. Durante a II Guerra Mundial, houve uma produção maciça de produtos bélicos que exigiam o uso de solventes clorados, polímeros, plásticos, tintas, acabamentos metálicos e vernizes. Entretanto, conhecia-se muito pouco a respeito dos impactos ambientais da maioria destes produtos químicos (BEDIENT, 1999).

Após a II Guerra Mundial este ritmo de desenvolvimento foi acelerado com a explosão da sociedade industrial. A industrialização crescente enfatizava a maior produção, aumentando o volume e a diversidade de resíduos gerados nas áreas urbanas, enquanto que os efeitos ambientais destas atividades eram colocados em segundo plano, principalmente os impactos diretos e indiretos no solo e nas águas subterrâneas. O homem passou a viver, portanto, a era dos descartáveis em que a maior parte dos produtos é inutilizada e jogada fora com enorme rapidez. Ao mesmo tempo, o crescimento acelerado das metrópoles fez com que as áreas disponíveis para colocar os resíduos se tornassem escassas. A sujeira acumulada no ambiente aumentou a poluição do solo e das águas e piorou as condições de saúde das populações em todo o mundo, especialmente nas regiões menos desenvolvidas (BAHIA, 2003).

No Brasil, o processo de urbanização veio acompanhado por um progresso nos padrões de vida, resultando em um êxodo rural onde as oportunidades de emprego e de melhores condições de vida pareciam estar nos centros urbanos. Com a aglomeração das pessoas nas grandes cidades,

associados ao desenvolvimento industrial, a disposição de resíduos tornou-se um problema, em virtude da falta de locais adequados para destinação final dos mesmos.

Atualmente, no Brasil, é registrado um aumento expressivo na geração de resíduos sólidos urbanos Figura 1. Segundo os dados da pesquisa realizada pela ABRELPE (2010) são gerados aproximadamente 60,9 milhões de toneladas de resíduos sólidos por ano no Brasil, sendo que 54 milhões de toneladas são coletados, indicando que uma grande quantidade de resíduos deixa de ser coletada e por consequência, tiveram destinação imprópria.



Figura 1 – Geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil, FONTE: ABRELPE, 2010.

Embora a quantidade de resíduos coletados e dispostos adequadamente venha crescendo anualmente, a maioria dos municípios ainda descarta seus resíduos sem qualquer cuidado. No Brasil, 50,8% dos municípios depositam seus resíduos em lixões a céu aberto (IBGE, 2008). Em alguns estados do Nordeste, como Piauí e Maranhão, esse número chega a 95%. Os municípios de maior porte são os que têm apresentado evolução mais evidente na disposição correta dos RSU (BOSCOV, 2008).

Segundo a ABRELPE (2010), dos RSU coletados no Brasil, no ano de 2010, quase 23 milhões de toneladas foram destinados a locais inadequados, como lixões ou aterros controlados. De acordo com Jucá (2002), a coleta e o tratamento do lixo urbano são um importante instrumento de desenvolvimento social e econômico.

Os depósitos de resíduos sólidos a céu aberto (lixões) constituem um problema de grandes proporções que atinge pequenas, médias e grandes cidades em todas as regiões do País. De acordo com o Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM, 2001), a única forma de dar destino final adequado aos resíduos sólidos é através de aterros, sejam eles sanitários, controlados, com lixo triturado ou com lixo compactado. Para Boscov (2008), os aterros controlados, embora não evitem a poluição ambiental, representam uma situação muito mais favorável do ponto de vista sanitário em relação aos lixões, por restringir o acesso de catadores, a proliferação de vetores (insetos e roedores) e o espalhamento do material no entorno. O aterro controlado é uma modalidade de disposição de resíduos, extremamente frágil e, portanto, questionável como forma adequada de tratamento de resíduos. Devido a sua engenharia, são muito inferiores aos aterros sanitários e causam problemas ambientais, tais como contaminação do ar, do solo e das águas subterrâneas (SOUZA, 2005).

Alguns estudos comprovaram que a quantidade de resíduo está diretamente relacionada com a renda “per capita” da população, portanto, quanto mais desenvolvido for o município, maior a quantidade de resíduos gerados. Os RSU são, portanto um dos maiores problemas ambientais da atualidade, pois os moldes de consumo adotados pela maioria das sociedades modernas estão provocando um aumento contínuo e exagerado na quantidade de resíduo produzido (BAHIA, 2003).

Além da disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e industriais, inúmeras atividades antrópicas, como a mineração, o uso indiscriminado de defensivos agrícolas, vazamentos em dutos e tanques, falhas em processos industriais, problemas no tratamento de efluentes e acidentes no transporte de substâncias químicas dentre outras, representam algum tipo de risco de se tornarem fontes de degradação do meio ambiente.

## **DEFINIÇÕES DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

Para Mancini (1999), o termo lixo era utilizado no lugar do termo técnico “resíduos sólidos” havendo, portanto desordem quanto à definição e o emprego dos termos. O ser humano estabeleceu que lixo fosse toda matéria sólida que



não lhe é mais útil, funcional ou estética (PEREIRA NETO, 1999), diante disso, cabe salientar que existe uma grande diferença entre resíduos sólidos e lixo

Segundo Grimberg (2002), é preciso diferenciar lixo de resíduos sólidos. Restos de alimentos, embalagens descartáveis, objetos inservíveis, quando misturados, tornam-se lixo e seu destino passa a ser, na melhor das hipóteses, o aterro. Porém, quando separados em materiais secos e materiais úmidos, têm-se resíduos reaproveitáveis ou recicláveis. O que não tem mais como ser aproveitado na cadeia de reuso ou reciclagem, denomina-se rejeito. Portanto, ainda de acordo com Grimberg (2002), não cabe mais a denominação de lixo para aquilo que sobra no processo de produção ou de consumo.

Boscov (2008) definiu resíduo como qualquer matéria que é descartada ou abandonada ao longo de atividades industriais, comerciais, domésticas ou outras; ou ainda, como produtos secundários para os quais não há demanda econômica e para os quais é necessária disposição. Os resíduos podem se apresentar sob a forma de sólidos, semi-sólidos, líquidos e gases. Segundo a norma brasileira NBR 10.004, define-se como resíduos sólidos os:

Resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos que resultam de atividades da comunidade, de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e esgoto, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isto soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004).

## **CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS**

A questão dos resíduos sólidos tem sido amplamente discutida. Constitui-se em um dos maiores desafios com que se defronta a sociedade moderna, pois o equacionamento da questão dos resíduos sólidos urbanos assume magnitude alarmante. Além do crescimento na geração dos resíduos devido ao aumento demográfico, observam-se mudanças significativas em suas características,

conforme a época do ano e de acordo com a região. A quantidade gerada de resíduo, ao que tudo indica, está associada ao grau de desenvolvimento da região e, em geral, quanto mais evoluída, maior o volume e o peso de resíduos e de dejetos de todo o tipo (SOUZA, 2005). Entretanto, fatores como sazonalidade, clima, hábitos e costumes da população, densidade demográfica, leis e regulamentações específicas, entre outros, influenciam a geração de resíduos.

A caracterização dos resíduos é de fundamental importância, pois possibilita o estudo do comportamento físico dos elementos que compõe os resíduos, viabilizando ações que melhore a disposição adequada desses materiais (FARIAS & BRITO, 2000). Pereira Neto (1999) afirma que a característica dos componentes dos resíduos é fator básico fundamental para se determinar a forma de acondicionamento, transporte, tratamento e destinação final.

A heterogeneidade é uma das características principais dos RSU, que apresentam uma composição qualitativa e quantitativa muito variada e propriedades físicas e químicas distintas. Um parâmetro que expressa bem a característica dos resíduos é a sua composição gravimétrica ou composição em peso. A composição gravimétrica é o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra. Quanto maior a quantidade de um determinado componente, mais as características gerais dos resíduos se assemelharão às características desse componente. Portanto, caracterizar gravimetricamente o resíduo permite adoção de medidas, olhando cada componente e reconhecendo sua participação no todo, avaliando quantitativamente e qualitativamente correlacionando extratos sócio-econômicos e culturais por grupos geradores.

Com a determinação da composição gravimétrica pode-se avaliar a possibilidade de aproveitamento tanto das frações recicláveis, quanto da matéria orgânica para a produção de composto orgânico, ambos podendo ser utilizados para comercialização. Quando realizada por regiões da cidade, esta ajuda a efetuar um cálculo mais justo da tarifa de coleta e destinação final (IBAM, 2001).

Alguns fatores influenciam na composição gravimétrica dos resíduos, tais como, o local, os hábitos (como alimentação e forma de vestir), o nível educacional da população, a atividade econômica dominante (industrial, comercial ou turística), o desenvolvimento econômico e o clima. Por exemplo,

idades localizadas em países mais desenvolvidos tendem a gerar menor teor de materiais putrescíveis que em países menos desenvolvidos, como se observa na Tabela 1.

Segundo Donha (2002) quanto mais pobre for a população maior será a predominância da quantidade de matéria orgânica presente nos resíduos, embora esse percentual tenha gradativamente diminuído em países com alta concentração urbana e industrial.

Tabela 1 – Composição gravimétrica dos RSU em cidades do mundo, em %

Componentes	Pequim	Genebra	Nova York	Nairóbi	Cocha-Bamba	Istambul	Atenas
Materiais Putrescíveis	45	28	20	74	71	61	59
Papel/papelão	5	31	22	12	2	10	19
Plástico	1	9,5	-	5	3	3	7
Madeira/couro /Borracha	7	4	3	-	1	6	4
Metal	1	2,5	5	3	1	2	4
Vidro	1	9	6	4	1	1	2
Outros	40	16	44	2	21	17	5

FONTE: MANASSERO *et. al.*, 1996.

A Tabela 2 mostra a composição dos RSU em algumas cidades brasileiras. Observa-se que a porcentagem de materiais putrescíveis nas cidades brasileiras é elevada, variando de 50% a mais de 70%.

Tabela 2 – Composição gravimétrica dos RSU em cidades do Brasil, em %

Componentes	(A) <sup>1</sup>	(B) <sup>2</sup>	(C) <sup>4</sup>	(D) <sup>5</sup>	(E) <sup>5</sup>
Materiais putrescíveis	66	65,5	74	60	36
Papel/papelão	3	9,5	11	15	24,5
Plástico	6	6,5	6	8	20
Metal	2	1	4	2	1
Madeira/couro/vidro/ Borracha/outros	23	18,5	5	15	18,5

(A) Curitiba; (B) Fortaleza; (C) Maceió; (D) Recife; (E) Salvador; FONTE:

<sup>1</sup>OLIVEIRA, 2001; <sup>2</sup>FIRMEZA, 2005 <sup>3</sup>GALVÃO, 2004; <sup>4</sup>JUCÁ *et al*, 2005;

<sup>5</sup>MACHADO, 2009 *et al*.

Além da composição gravimétrica, existem parâmetros físicos, químicos e biológicos que são de vital importância para o gerenciamento dos resíduos sólidos. De acordo com IBAM (2001), esses parâmetros são a geração per capita, o peso específico, o teor de umidade, a compressividade, o pH, os sólidos fixos e voláteis, a relação C/N, a composição química, a população microbiana e os agentes patogênicos.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **ÁREA DE ESTUDO**

A cidade de Barreiras situa-se no extremo Oeste Baiano (Figura 2), em torno de 847 km, por rodovia, da capital do estado Salvador. A cidade é a mais habitada da região Oeste, sendo que, na década de 1980 ocorreu o maior contingente populacional, no qual sua população residente aumentou em 123%. Em 2010, sua população estimada era de 137.428 habitantes (IBGE, 2010).

A cidade é rica em recursos hídricos. O Rio Grande, Rio de Ondas, o Rio de Janeiro, e o Rio Branco são os principais rios, e formam a bacia hidrográfica do Rio Grande que banha a cidade, e é a maior bacia do lado esquerdo do Rio São Francisco. Possui uma área territorial de aproximadamente 7.895,241 km<sup>2</sup>. Suas coordenadas geográficas são: paralelos 13 28' 14" e 13 28' 14" latitude sul e meridianos 13 28' 14" e 13 28' 14" longitude oeste. A altitude é média de 435m acima do nível do mar.

O clima é do tipo tropical sub-úmido e seco, apresentando uma pluviosidade média de 1018mm/ano, com risco de seca de novembro a janeiro. A temperatura média anual é de 24,3°C.

A cidade é um importante pólo agropecuário e o principal centro urbano, político, educacional, tecnológico, econômico e cultural da região, possuindo um Produto Interno Bruto – PIB “per capita” de R\$ 11.773,75 (IBGE, 2010).

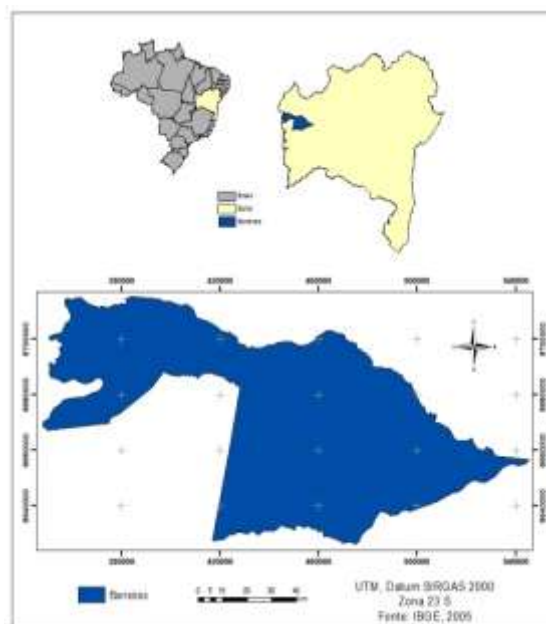


Figura 2 – Localização da cidade de Barreiras: Mapa geográfico;

## GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE BARREIRAS – BA

A coleta, o transporte e a destinação final são realizados sobre o encargo da Secretaria de Infraestrutura - Coordenação de Limpeza Pública (CLP). A CLP dividiu a cidade de Barreiras em setores e desenvolveu uma programação semanal específica, que distingue os dias da semana com que a coleta deve ser realizada. Os setores são compreendidos por um conjunto de bairros/locais e na sua estruturação, não são considerados fatores sociais, culturais ou econômicos, e sim, apenas características importantes para a logística de coleta. Existem 16 setores diferentes que compreendem toda a zona urbana da cidade. O recolhimento dos resíduos sólidos nestes setores consiste na coleta porta-a-porta, por caminhão compactador, sem discriminação de resíduos úmidos e resíduos secos. A frequência de coleta é em função da geração.

Os RSU e RSS coletados são transportados para o lixão da cidade de Barreiras, situado a, aproximadamente, 15 km do Centro urbano, nas margens da rodovia (BR 242) sem a existência de nenhum controle, fiscalização ou

preocupação ambiental. Na Figura 3 observa-se a presença de catadores na área do lixão e o descarte inadequado.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 3 – Lixão da cidade de Barreiras: (a) Disposição dos RSU; (b) Presença de catadores; (c) Moradia dos catadores na área; (d) Descarte de RSS.

Aliada a esta problemática, a administração pública do município, não possui um plano de gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (RCC), o que vem causando uma degradação da área urbana em função da disposição irregular em terrenos baldios.

### **SELEÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO NA CIDADE DE BARREIRAS - BA**

De acordo com o Plano Diretor Urbano de 2003 (PDU, 2003), a área urbana é composta por 34 bairros. Para o gerenciamento dos resíduos da cidade, os bairros são divididos em 16 setores que podem incluir um ou mais bairro, com características socioeconômicas diferentes. Deste modo, levando em

consideração alguns critérios, tais como localização, frequência da coleta, área de abrangência e características dos resíduos (domiciliar/comercial), foi escolhido o setor que abrange o Centro da cidade de Barreiras para o desenvolvimento do trabalho em destaque na Figura 4.

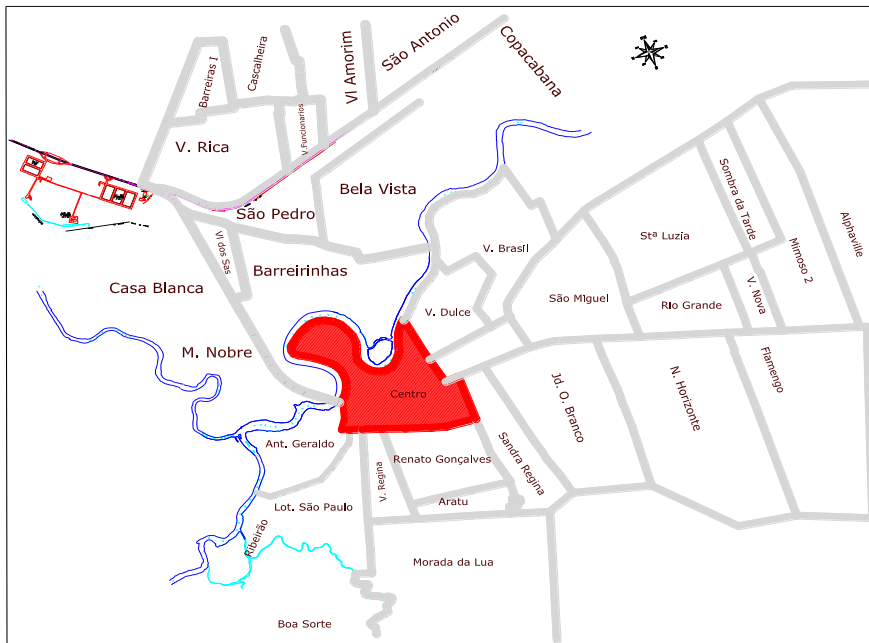


Figura 4 – Localização da área de estudo (Centro Urbano) da cidade de Barreiras – BA

## COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E COMERCIAIS DO CENTRO DE BARREIRAS – BA

Inicialmente foi realizada a coleta e análise das amostras de resíduos sólidos da área em estudo. A escolha do dia para realizar o trabalho ocorreu por se tratar de um dia normal de coleta no setor, pela disponibilidade de dois coletores por parte da CLP e pela colaboração de voluntários para a execução do ensaio.

Os resíduos foram recolhidos em frente as residências e estabelecimentos comerciais em todas as ruas do centro da cidade e em pontos aleatórios. Os resíduos foram acondicionados em sacos plásticos, com capacidade de 100 L, e encaminhados para a área disponibilizada pela UFBA/ICAD – Campus da Prainha para realizar o manuseio.

Dando sequencia ao procedimento, no dia seguinte, os resíduos foram espalhados sobre uma área cimentada para o rompimento dos sacos plásticos. Após essa etapa, iniciou-se a triagem manual dos diversos constituintes. Foram separados, manualmente, papel/papelão, plástico, metal, vidro, matéria orgânica e outros (Figura 5).

Para a pesagem dos resíduos foi utilizada uma balança com capacidade máxima de 120Kg e mínima de 0,5kg com margem de erro de 0,05kg. A pesagem de cada componente foi registrada em um boletim de campo (Apêndice) e os percentuais dos constituintes dos resíduos sólidos foram determinados de acordo com a Equação 1.

$$CG(\%) = \frac{M_c}{M_t} \times 100$$

(1)

Em que:

CG é o percentual da composição gravimétrica (%);

$M_c$  é a massa do componente (kg);

$M_t$  é a massa total da amostra (Kg).



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



Figura 5 – Componentes dos resíduos domiciliares e comerciais separados na amostra: (a) papel/papelão, (b) PET, (c) plástico flexível, (d) vidro, (e) metal e (f) fralda/guardanapo/papel higiênico.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da composição gravimétrica, apresentados na Tabela 3, mostram que o componente com maior percentual encontrado nas amostras de resíduos analisadas foi o da fração orgânica, com um valor de 63,8%. Observa-se que este valor é muito semelhante a média para as cidades brasileiras apresentados na Tabela 2, que é de 63,4%. Observa-se que este valor é elevado, no entanto, encontra-se dentro da faixa de valores para cidades brasileiras, apresentado por Boscov (2008) na Tabela 2. A quantidade de materiais putrescíveis no centro pode estar relacionada com a presença de casas domiciliares e setores de produção de alimentos, com altos índices de desperdício. Muitas pesquisas já mostraram que o percentual de matéria orgânica é realmente maior em países em desenvolvimento. A matéria orgânica presente em um local de disposição final de resíduos é a principal responsável pela geração de chorume e gás, substâncias com alto poder de contaminação das águas superficiais e subterrâneas, do solo e do ar.

Materiais que podem ser reciclados ou reutilizados, como plástico, papel, vidro e metais, também foram encontrados nas amostras. Conforme a Tabela 3, o plástico apresentou uma porcentagem de 11,3%, seguido de papel, com 8,9%, vidro, com 3,8% e metais, com 2,0%. Percebe-se, também, que para o plástico, papel e metais que há uma correlação com a média das cidades brasileiras. O processo de separação de materiais presentes nos RSU passíveis de reciclagem propicia algumas vantagens, tais como: preservação de recursos naturais, economia de energia, redução dos custos no seu gerenciamento (coleta, transporte e disposição final), diminuição da quantidade de resíduos a ser aterrado, aumento da vida útil do local de disposição final, diminuição da poluição do solo e das águas e geração de emprego nas empresas recicladoras. Alumínio, papel, plástico e vidro, são os quatro setores industriais que abrigam as principais atividades de reciclagem pós-consumo no país (ABRELPE, 2010).

Do total de plástico (11,3%), o PET corresponde 4,1%, destacando-se dos demais por ser o tipo de plástico mais reciclado no país. Na composição dos

plásticos flexíveis notou-se o descarte significativo de sacolas plásticas utilizadas no acondicionamento de resíduos de residências e pontos comerciais. Estes plásticos não são materiais degradáveis e o elevado índice desse material remete a necessidade de ações de reciclagem ou a substituição desse material por embalagens degradáveis. O valor total de plástico na amostra pode ter sido influenciado pela ação dos catadores, visto que os plásticos (PET e rígidos) são de fácil comercialização, portanto bastante procurados pelos mesmos.

Tabela 3 Composição gravimétrica dos resíduos sólidos do centro de Barreiras –  
BA

<b>Componente</b>	<b>Kg</b>	<b>%</b>
Papel	7,9	3,9
Papelão	9,0	4,5
Tetra Pack	1,0	0,5
<b>Total Papel</b>	<b>17,9</b>	<b>8,9</b>
Plástico Duro	2,7	1,3
Plástico Flexível	11,9	5,9
PET	8,3	4,1
<b>Total Plástico</b>	<b>22,9</b>	<b>11,3</b>
Matéria Orgânica Putrescível	128,6	63,8
<b>Total Orgânico</b>	<b>128,6</b>	<b>63,8</b>
Metal Ferroso	3,0	1,5
Metal Não ferroso (alumínio)	1,0	0,5
<b>Total Metal</b>	<b>4,0</b>	<b>2,0</b>
Vidro	7,7	3,8
<b>Total Vidro</b>	<b>7,7</b>	<b>3,8</b>
Cabelos	0,5	0,2
Areia	10,0	5,0
Trapo	1,6	0,8
Papel Higiênico/guardanapo/fraldas	8,5	4,2
<b>Total Outros</b>	<b>20,6</b>	<b>10,2</b>
<b>Total Geral</b>	<b>201,7</b>	<b>100,00</b>

Da porcentagem total de metal (2%), o alumínio corresponde a 0,5% dos metais encontrados. As latas de alumínio são bastante procuradas pelos catadores neste bairro, em função do seu valor econômico e por ocupar pouco espaço em seu armazenamento, justificando o pequeno valor encontrado. Este metal é 100% reciclado, em número ilimitado de vezes. Com sua reciclagem, ocorre uma redução de 95% de energia em relação à produção a partir do minério. O Brasil consolidou sua liderança mundial, atingindo a marca de 98,2 % de latas de alumínio recicladas relativamente ao total de latas comercializadas no mercado interno (ABRELPE, 2010).

O percentual encontrado de papel de 8,9% está relativamente baixo em relação à média nacional que é de 13% (ABRELPE, 2010). Apesar dessas amostras de resíduos terem sido coletadas em uma área comercial e domiciliar, pode-se atribuir este baixo valor à ação de catadores na cidade. Para reciclar o papel não há necessidade de processos químicos para a obtenção da pasta de celulose evitando com isso a poluição do ar e dos rios. No entanto, a dificuldade de reciclagem do papel esta relacionada a segregação desse material quando misturado a outros, a umidade absorvida, juntamente com outras impurezas existentes nos resíduos, prejudica e onera o processo de reciclagem desse componente.

A Tabela 4 mostra uma comparação dos valores obtidos nesta pesquisa com outras localidades do país. Os valores apresentaram uma baixa variação percentual, o que demonstra uma boa funcionabilidade do método utilizado.

Tabela 4 – Composição gravimétrica dos resíduos sólidos em algumas cidades do Brasil

Componente	Composição gravimétrica (%)		
	Centro Barreiras – BA	São Carlos – SP <sup>1</sup>	Maceió – AL <sup>2</sup>
Matéria Orgânica	63,80	59,08	56,60
Plástico	11,30	10,47	13,50
Papel	8,90	7,38	8,90
Metal	2,00	1,31	1,70
Vidro	3,80	1,67	1,30
Outros	13,70	20,09	18,00

FONTE: <sup>1</sup>FRÉSCA, 2007;<sup>2</sup>TAVARES, 2008.

Em função da grande capacidade de reuso do vidro, seja caseira ou como embalagens de produtos fabricados informalmente, nota-se que ainda existe um valor significativo de vidros descartados neste bairro (3,8%) se comparado com outras localidades da Tabela 4.

Os valores percentuais de vidro e plástico encontrados nos resíduos podem ser explicados pelo consumo de bens industrializados, consequência da presença de estabelecimentos comerciais, como bares, supermercados e restaurantes.

Materiais que não podem ser reaproveitados, por estarem contaminados, foram denominados como outros, sendo estes, cabelos, terra, trapos, papel higiênico, guardanapos, fralda descartável, totalizando 10,2% da amostra. A parcela de terra, com quase 5%, possivelmente ocorreu em função da proximidade de áreas sem pavimentação. Os trapos normalmente constituem-se de roupas usadas, toalhas, lençóis e outros que são doados para classes mais carentes, o que justifica o baixo valor.

De modo geral, do total da massa de resíduo, 89,8% é passível de ser reaproveitado, sendo que 63,8% correspondem à matéria orgânica que pode ser submetida ao processo de compostagem, que consiste na decomposição biológica, pela ação de microrganismos. O produto final da compostagem é a matéria orgânica homogeneizada, totalmente estabilizada, de cor escura e rica em partículas coloidais que, quando aplicada ao solo, melhora suas características físicas para uso agrícola. Pereira Neto (1991) afirma que além de outros benefícios, o composto orgânico favorece a presença de micronutrientes e certas substâncias antibióticas, auxilia o desenvolvimento radicular das plantas e na recuperação de áreas degradadas, pode ser utilizado em parques e jardins e na produção de ração animal.

## **CONCLUSÃO**

De acordo com os resultados da composição gravimétrica realizada nas amostras de resíduos sólidos do Centro de Barreiras, BA, foi possível concluir:

- que a matéria orgânica é o principal componente presente, demonstrando o alto índice de desperdício de alimentos;

- que os materiais que podem ser reciclados ou reutilizados, como plástico, papel, vidro e metais também foram encontrados na amostra, sendo o plástico o que apresentou o maior percentual e com predominância de plásticos flexíveis;
- que os materiais que não podem ser reaproveitados, denominados de “Outros”, como papel higiênico, fraldas, terra e similares, totalizaram 10,2% da amostra, destacando-se a parcela de terra, que apresentou um valor consideravelmente alto (5%);
- que do total de componentes presentes nos resíduos sólidos do Centro da cidade de Barreiras, 89,8% é passível de tratamento ou beneficiamento, sendo 63,8% (matéria orgânica) através de compostagem e 26% (papel/papelão, plásticos, metal, vidro) por processo de reciclagem.

## **REFERÊNCIAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, São Paulo, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10004: Classificação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

BAHIA, V.E. Estudo hidrogeológico da área localizada entre o depósito de lixo metropolitano de Belém (Aura) e o lago Água Preta. Universidade Federal do Pará, Belém. Dissertação de Mestrado em Geologia e Geoquímica. 117p. 2003.

BEDIANT, P.B. Ground Water Contamination: transport and remediation. Prentice Hall PTR. 2ª edição. 1999.

BOSCOV, M.E.G., Geotecnia Ambiental, São Paulo: Oficina de textos, 2008.

COSTA, M. Análise quali-quantitativa do lixo deixado em uma área de praia de Tamandaré, antes e depois da colocação de recipientes para a coleta seletiva. IV

Seminário Nacional sobre Resíduos Sólidos e Gerenciamento Integrado. Anais. Recife/PE. 2000.

DONHA, M. S. Conhecimento e participação da comunidade no sistema de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos: o caso de Marechal Cândido Rondon -104PR. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

FARIAS, A.B. & BRITO, A.R. Diagnóstico das composições gravimétricas e volumétrica dos resíduos sólidos urbanos do aterro da Muribeca. IV Seminário Nacional sobre Resíduos Sólido e Gerenciamento Integrado. Anais em CD. Recife/PE. 2000.

FIRMEZA, S.M. A caracterização dos resíduos sólidos domiciliares de Fortaleza como fator determinante do seu potencial reciclável, Dissertação, UFC, Fortaleza/CE, 2005

GALVÃO, L.E. Caracterização dos resíduos sólidos urbanos de Maceió. Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Monografia (Especialização em Engenharia Sanitária) 54p. Maceió, 1997.

GRIMBERG, E. A política nacional de resíduos sólidos: a responsabilidade das empresas e a inclusão social. São Paulo, 2002.

IBAM. Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2001.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. Pesquisa Nacional de Saneamento básico, 2008. <http://www.ibge.gov.br> acesso em 15 de julho de 2011.

\_\_\_\_\_ Censo Demográfico, 2010. <http://www.ibge.gov.br> acesso em 15 de julho de 2011.

JUCÁ, J.F.T. Relatório final: Diagnostico de resíduos sólidos do estado de Alagoas. PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO / MMA. 2002.

MACHADO, S. L., CARVALHO, M. de F., GOURC, J. P., VILAR, O. M., NASCIMENTO, J. C. F.. Methane generation in tropical landfills: Simplified methods and field results. Waste Management, v.29, p.153-161, 2009.

MANASSERO, M.O.; VAN IMPE, W.F.; BOUAZZA, A. Waste disposal and containment. In: International Congress on Environment Geotechnics, 2. Osaka. Proceedings...Rotterdam: Balkema, v.3, p.1425-1474. 1996.

MANCINI, P.J.P. Uma avaliação do sistema de coleta informal de resíduos sólidos recicláveis no município de São Carlos, São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos. Dissertação de Mestrado, 1999.

OLIVEIRA, S. Gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) na microrregião serra de Botucatu/SP. Revista Limpeza Pública da ABLP – São Paulo/SP – n. 47, 1998.

PEREIRA NETO, J.T. Conceitos modernos de compostagem. In: Técnicas de tratamento de lixo domiciliar urbano, 1. Belo Horizonte: ABES, p.77-92. 1991.

PEREIRA NETO, J.T. Quanto Vale o Nosso Lixo, Viçosa-MG, 1999.

SOUZA, J.A, Destinação final de resíduos sólidos, Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.26 n.224, p.14-20, 2005a.

TAVARES, J.C.L., Caracterização dos resíduos sólidos da cidade de Maceió – AL, Maceió. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Alagoas, 116p. 2008.