

REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES DO MUNICÍPIO DE ROLIM DE MOURA - RONDÔNIA - BRASIL

*Douglas Linz Ricardo ¹
Margarita María Dueñas Orozco ²

PHYSICAL CHARACTERIZATION OF DOMICILIARY SOLID WASTE OF CITY ROLIM DE MOURA - RONDÔNIA - BRAZIL

Recibido el 23 de febrero de 2017; Aceptado el 22 de junio de 2018

Abstract

In Brazil, the rate of municipal solid waste generation is greater than the rate of population growth, and the willingness of almost half of the waste is still done improperly. In the small towns of the country the reality is no different, but technical data on the characteristics of the waste produced are scarce, thus hindering their knowledge and choice of effective management alternatives. Thus, this study aims to determine the main physical characteristics of the domiciliary solid waste generated in the municipality of Rolim de Moura – Rondônia – Brazil in the year 2014, as follows: the generation per capita, density, gravimetric composition and moisture content. The calculation of the per capita generation of waste was given by determining the weekly generation, obtained campaigns by weighing conducted in the city. The density, the gravimetric composition and the moisture content were determined from representative samples of the waste collected in routes Centro, Jardim Tropical and São Cristóvão. The domiciliary solid waste showed per capita generation a mean $0.607 \text{ kg.inhabitant}^{-1}.\text{day}^{-1}$, an average density of 143.26 kg.m^{-3} and a composition comprising: 44.9% of organic material, 38.7% of material suitable for recycling and 16.4% of other types of materials. The results of this study can contribute significantly to the local bodies responsible for the management of municipal solid waste to adopt efficient strategies and actions.

Keywords: density, gravimetric composition, moisture content, per capita generation.

¹Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Ji-Paraná (SEMEIA), Brasil.

²Departamento de Engenharia Ambiental, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Rondônia, Brasil.

*Autor correspondiente: Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Ji-Paraná (SEMEIA), Rua Abílio Freire dos Santos, nº 488, Bairro Casa Preta, Ji-Paraná, Rondônia. 76907-536. Brasil. douglas.linz@gmail.com

Resumo

No Brasil, a taxa de geração de resíduos sólidos urbanos é maior que a taxa de crescimento populacional, sendo que a disposição de quase metade dos resíduos ainda se faz de maneira inadequada. Nos pequenos municípios do país a realidade não é diferente, porém dados técnicos relativos às características dos resíduos produzidos são escassos, dificultando assim seu conhecimento e a escolha de alternativas eficazes de gerenciamento. Dessa maneira, o presente trabalho teve como objetivo determinar as principais características físicas dos resíduos sólidos domiciliares gerados no município de Rolim de Moura - Rondônia - Brasil, no ano de 2014, sendo elas: geração per capita, densidade, composição gravimétrica e teor de umidade. O cálculo da geração per capita dos resíduos se deu através da determinação da geração semanal, obtida por meio de campanhas de pesagem realizadas no município. A densidade, a composição gravimétrica e o teor de umidade foram determinados a partir de amostras representativas dos resíduos coletados nas rotas dos bairros Centro, Jardim Tropical e São Cristóvão. Os resíduos sólidos domiciliares apresentaram uma geração per capita média de $0.607 \text{ kg.hab}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, uma densidade média de 143.26 kg.m^{-3} , um teor de umidade de 51.7% e uma composição formada por: 44.9% de material orgânico, 38.7% de materiais passíveis de reciclagem e 16.4% de outros tipos de materiais. Os resultados obtidos por este estudo podem contribuir significativamente para que os órgãos municipais responsáveis pela gestão dos resíduos sólidos urbanos adotem estratégias e ações eficientes.

Palavras chave: densidade, composição gravimétrica, geração per capita, teor de umidade.

Introdução

Durante muito tempo os resíduos não eram vistos como um problema, uma vez que eram gerados em pouca quantidade e constituíam-se basicamente de materiais biodegradáveis que rapidamente eram decompostos pela natureza. No entanto, este assunto tem sido discutido constantemente na mídia e nas pautas dos principais eventos relacionados ao meio ambiente, visto que a geração crescente de resíduos, bem como sua diversificada composição, têm se tornado um grande problema para a maior parte dos países por conta dos impactos ambientais causados pela “política do descarte” (Polaz e Teixeira, 2009).

Dessa forma, fatores econômicos e comportamentais da população influenciam, cada vez mais, no crescimento da geração de resíduos. O consumismo e a utilização de produtos com ciclo de vida cada vez mais curto contribuem para o aumento do volume de resíduos produzidos pelas cidades e conseqüentemente para os problemas ambientais (Godecke *et al.*, 2012; Gonçalves *et al.*, 2013).

Com uma produção ascendente e uma composição que abriga elementos cada vez mais diversos e perigosos, os resíduos sólidos urbanos (RSU) se tornam grandes causadores de degradação ambiental e de agravos à saúde pública, pois nem sempre seu manejo ocorre de forma adequada. Segundo Gouveia (2012), a disposição inadequada dos RSU, normalmente em lixões, é a principal causa da contaminação/poluição das águas, do solo e do ar, bem como da proliferação de vetores causadores de doenças.

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE (2015), o Brasil produziu no ano de 2014 cerca de 78.6 milhões de toneladas de RSU, um aumento de 2.9% em relação ao ano de 2013, índice acima da taxa de crescimento populacional (0.9%). Com relação ao destino final dos resíduos, dados da versão preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (MMA, 2012) revelam que 41.7% dos resíduos sólidos domiciliares e/ou públicos gerados no país ainda não possuem uma destinação final adequada. No entanto, a criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (Brasil, 2010) constitui-se em um importante avanço para o enfrentamento dos problemas de geração e manejo dos resíduos sólidos no país, uma vez que são estabelecidas diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento dos mesmos.

A PNRS (Brasil, 2010) define os resíduos sólidos domiciliares (RSD) como “os originários de atividades domésticas urbanas”; no entanto, autores como Monteiro *et al* (2001), Mansor (2010) e Dalfré (2012) denominam estes resíduos como sendo o conjunto de todos os resíduos gerados nas atividades domésticas e comerciais de uma cidade.

Os RSD representam os maiores volumes de resíduos coletados, logo o conhecimento de suas características é fundamental para o apropriado gerenciamento. Segundo Rezende *et al.* (2013), para um bom planejamento é necessário quantificar e conhecer detalhadamente o que se gera, pois isso permitirá a escolha das melhores técnicas de manejo dos resíduos. Monteiro *et al.* (2001) e Barros (2012) indicam a caracterização física como a principal técnica para este fim, uma vez que ela permite identificar as principais características necessárias para a definição de estratégias e para o dimensionamento de equipamentos e instalações.

Assim, este trabalho surgiu da necessidade de obter dados quali-quantitativos dos RSD no município de Rolim de Moura - Rondônia - Brasil e tem como objetivo determinar a geração *per capita*, a densidade, a composição gravimétrica e o teor de umidade dos RSD gerados em 2014, por meio da técnica de caracterização física.

Materiais e métodos

Área de Estudo

O município de Rolim de Moura está localizado na região Centro-Sudeste do estado de Rondônia, distante aproximadamente 480 km da capital Porto Velho (FIGURA 1). Situado na microrregião de Cacoal, o município de Rolim de Moura possui uma área territorial de 1,457.89 km², sendo 17.5 km² de área urbana, composta por 16 bairros e um distrito, onde se realizou o estudo (IBGE, 2010b; Miranda *et al*, 2005).

Com uma população de 50,648 habitantes, dos quais 41,429 residem na área urbana, e um PIB de aproximadamente R\$ 792.96 mil, Rolim de Moura é o sétimo município do estado de Rondônia

em população e economia (IBGE, 2010b; 2011). Importante polo regional, o município tem sua economia voltada principalmente aos setores de serviços, agropecuária e indústrias do ramo madeireiro.

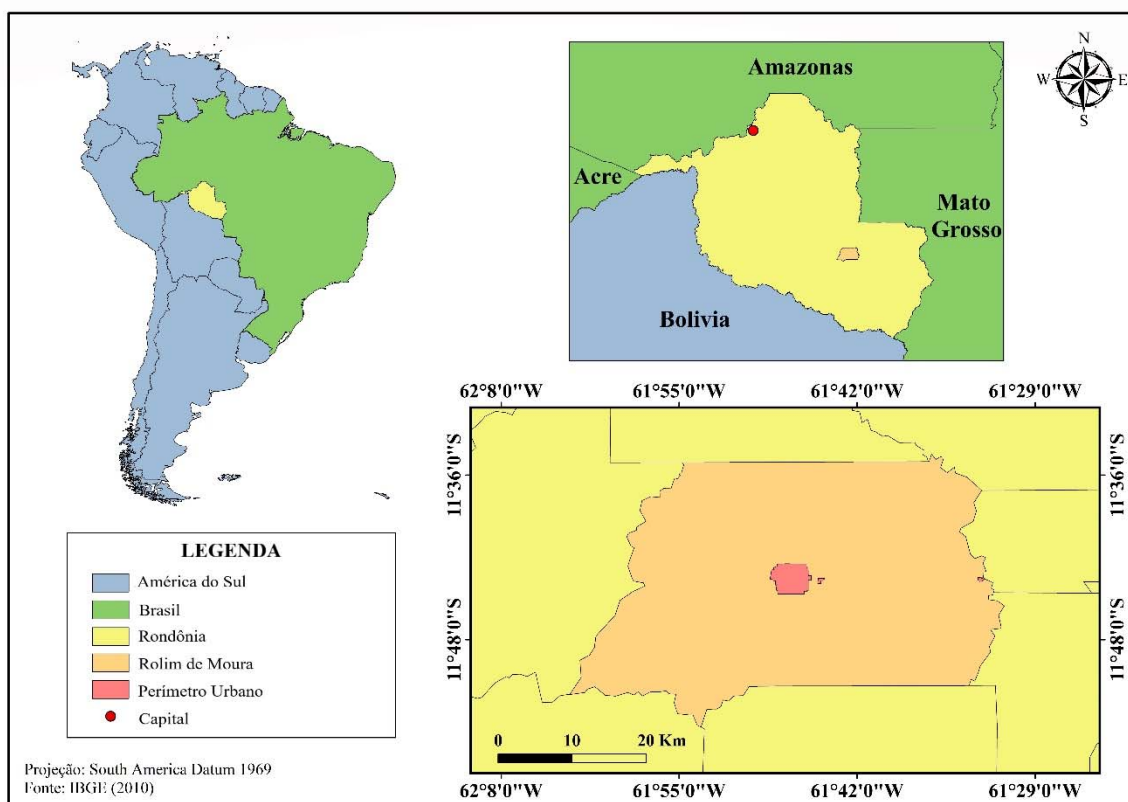


Figura 1. Mapa de localização do município de Rolim de Moura - Rondônia - Brasil.

A coleta e o transporte dos resíduos no município são feitos por empresa terceirizada, sendo empregado o sistema de coleta do tipo porta a porta, onde, em dias específicos, as equipes coletoras percorrem as ruas da cidade recolhendo os resíduos previamente acondicionados nas lixeiras. A empresa dispõe de dois veículos do tipo compactador e de quatro equipes coletoras, as quais são formadas por um motorista e três garis cada.

De acordo com as informações da Autarquia Municipal de Saneamento de Rolim de Moura – SANEROM e da empresa prestadora dos serviços de coleta e transporte dos resíduos, o município possui dez roteiros de coleta, os quais atendem toda a população urbana. As coletas ocorrem de segunda a sábado nos períodos diurno e noturno, com uma frequência diária na região comercial e de duas vezes na semana nas regiões residenciais (Oliveira e Aguiar, 2013).

Apesar da PNRS definir os RSD como os originários das atividades domésticas, por questões metodológicas e devido ao serviço de coleta e transporte no município acontecer de maneira diferenciada na região comercial e nas regiões residenciais, adotou-se a definição de RSD conforme os autores Monteiro *et al* (2001), Mansor (2010) e Dalfré (2012).

Os resíduos coletados têm como destino final o lixão municipal de Rolim de Moura, localizado na área rural, distante aproximadamente quatro quilômetros do centro urbano do município. Em funcionamento há mais de 15 anos, este local inicialmente operava como aterro controlado, porém com as mudanças na gestão pública municipal, o mesmo não teve os cuidados necessários na aplicação das técnicas próprias e transformou-se em um lixão. Além das causas de poluição já mencionadas da disposição final inadequada de resíduos, o grande problema encontrado no local refere-se à queima dos mesmos e à geração de fumaça, que provocam transtornos e problemas respiratórios para a população residente na sede do município, por conta da proximidade do lixão com a cidade.

Caracterização dos resíduos

A caracterização dos RSD do município de Rolim de Moura ocorreu no período de maio a setembro de 2014, e consistiu na determinação das principais características físicas dos resíduos, sendo elas: geração *per capita*, densidade, composição gravimétrica e teor de umidade.

A geração *per capita* dos RSD no município foi estimada por meio de três campanhas de pesagem, nos meses de maio, julho e setembro de 2014, entre os dias 10 e 20 de cada mês, a fim de se evitar as influências sazonais, conforme recomendado por Monteiro *et al.* (2001). Cada campanha teve duração de uma semana e todos os veículos coletores eram pesados diariamente ao final de suas rotas de coleta. A pesagem dos veículos foi feita utilizando uma balança rodoviária da marca Açores, modelo SI 930/5, capacidade de 29,995 kg e erro máximo permitido de 7.5 kg (classe de exatidão III), instalada na entrada do lixão municipal, onde os caminhões eram pesados na chegada (carregados) e na saída (descarregados), para que assim fosse determinada a massa líquida dos resíduos.

Dessa forma, o total de RSD coletados ao final de cada campanha foi contabilizado e assim, determinou-se a geração semanal destes resíduos por meio da média aritmética. Conhecida a geração semanal média e a população atendida pela coleta, calculou-se a geração *per capita* de resíduos, conforme a Equação 1:

$$Q = \frac{(M)}{P}$$

Equação (1)

Onde,

Q = geração per capita (kg.hab⁻¹.dia⁻¹);

M = média de RSU domiciliares produzidos diariamente no município (kg);

P = população atendida (hab.)

Já a densidade e a composição gravimétrica dos RSD foram determinadas por meio de amostragem, sendo utilizado um percentual de 30% das rotas de coleta existentes no município, totalizando um número de três rotas. As rotas selecionadas foram: Centro, Jardim Tropical e São Cristóvão. A primeira foi escolhida automaticamente por ser a única rota com coleta de resíduos predominantemente comerciais, as demais foram selecionadas por um sorteio aleatório simples entre as rotas com coleta de resíduos predominantemente domésticos. As rotas de coleta de resíduos domésticos sorteadas caracterizam-se por atingirem regiões/bairros cuja população predominante pode ser enquadrada como sendo de classe baixa a média. A amostragem e caracterização dos resíduos ocorreram nos dias 14 e 15 de agosto de 2014, com as respectivas cargas de resíduos das rotas selecionadas.

Após a descarga, os resíduos foram retirados de suas embalagens, normalmente sacos plásticos, e homogeneizados em local adequado. Para a obtenção de amostras representativas, foi empregada a técnica de quarteamento descrita pela NBR 10.007, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004). O volume de resíduos obtido após a aplicação da técnica foi de 1 m³ (um metro cúbico) para cada uma das rotas, conforme sugerido pelos autores Barros (2012) e Monteiro *et al.* (2001). O processo de amostragem dos resíduos está ilustrado na Figura 2.



Figura 2. Etapas do processo de amostragem dos resíduos sólidos domiciliares: (A) descarregamento dos resíduos; (B) retirada dos resíduos de suas embalagens; (C) homogeneização; (D) aplicação do quarteamento; (E) aferição do volume e pesagem da amostra.

Com o auxílio de tambores com massa e volume conhecidos e de uma balança de plataforma, foi determinada a densidade das amostras de resíduos a partir da Equação 2.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Equação (2)

Onde,

ρ = densidade ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$);

m = massa da amostra (kg);

v = volume da amostra (m^3);

Após a determinação da densidade, as amostras foram colocadas sobre uma lona plástica e os resíduos segregados em papel/papelão, plástico, vidro, metal, matéria orgânica e outros (materiais que não se enquadravam nas demais classes) para a determinação da composição gravimétrica. Após este processo, cada componente foi pesado separadamente e calculado o seu percentual em relação à massa total da amostra conforme Equação 3.

$$C = \frac{Mc}{Mt} \times 100$$

Equação (3)

Onde,

C = porcentagem do componente (%);

Mc = massa do componente (kg);

Mt = massa total da amostra (kg);

O teor de umidade foi determinado a partir de uma amostra de resíduos extraída após o quarteamento, a qual foi retalhada/picada até que atingisse o volume de dois litros, conforme recomendado por Monteiro *et al.* (2001). A secagem das amostras ocorreu no laboratório de solos da Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR, *campus* de Rolim de Moura (RO). As amostras úmidas foram pesadas em uma balança de precisão e em seguida colocadas em uma estufa para secagem, onde permaneceram por 24 horas a uma temperatura constante de 105°C , conforme recomendado pelos autores Monteiro *et al.* (2001) e Barros (2012). Ao final da secagem as amostras foram novamente pesadas, e a partir da massa inicial e final, determinou-se o teor de umidade através da Equação 4.

$$TU = \frac{a-b}{a} \times 100$$

Equação (4)

Onde,

TU = Teor de umidade (%);

a = massa inicial da amostra úmida (kg);

b = massa final da amostra após a secagem (kg).

Resultados e discussões

Realizadas todas as etapas referentes à caracterização física dos RSD, elaborou-se a Tabela 1, que apresenta a quantidade de RSD coletados durante as campanhas de pesagem realizadas no município.

Tabela 1. Quantidade de resíduos sólidos domiciliares coletados durante as campanhas de maio, julho e setembro de 2014, em Rolim de Moura - Rondônia - Brasil.

Campanha	Resíduos sólidos domiciliares coletados (kg)								
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	TOTAL	Média	Desvio padrão
19 a 24 de maio	40,210	39,320	33,630	29,970	27,610	23,780	194,520	32,420	6,540
07 a 12 de julho	33,200	31,440	25,880	25,130	24,350	21,650	161,650	26,940	4,440
15 a 20 de setembro	34,970	33,970	30,920	28,420	24,370	19,280	171,930	28,660	5,990
MÉDIA SEMANAL							176,033		

Os resultados apresentados na Tabela 1 refletem uma maior geração de resíduos na campanha do mês de maio, sendo que a variação diária de resíduos foi também maior. Além disso, ainda que na campanha do mês de julho a quantidade de resíduos gerada tenha sido menor, a quantidade diária de resíduos teve um comportamento mais constante, com um desvio padrão de 4,440.

Desta maneira, verifica-se uma baixa variabilidade dos dados o que os torna representativos para a determinação da geração *per capita*. Assim, a geração média semanal e diária de RSD estimada para o município é de 176,033.3 kg e 25,147.6 kg respectivamente.

Considerando uma população urbana atendida pela coleta de 41,429 habitantes (IBGE, 2010), a geração *per capita* encontrada para os RSD foi de 0.607 kg.hab⁻¹.dia⁻¹, resultado inferior à estimativa apresentada pelo Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento - SNIS (2015), que é de 0.870 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ para o município.

Neste contexto, em estudos realizados nos municípios de Cacoal (Fortunato, 2015) e Ji-Paraná (Santos, 2011), ambos no estado de Rondônia, foram determinados valores de geração *per capita* de 0.850 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ e 0.684 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ respectivamente. A geração *per capita* calculada para Rolim de Moura foi inferior à encontrada nestes municípios, devido provavelmente ao fato de Rolim de Moura possuir uma população menor e uma economia menos desenvolvida.

Em cidades de pequeno porte (15,000 a 50,000 habitantes) da América Latina e o Caribe (ALC), a geração *per capita* média corresponde a 0.510 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ para resíduos domésticos e a 0.640

kg.hab⁻¹.dia⁻¹ para resíduos municipais ou domiciliares (OPS, 2005). Ao se comparar este último dado com o dado aferido no presente estudo, pode se dizer que os valores estão muito próximos.

A Tabela 2 indica a massa e o volume das amostras obtidas após o processo de quarteamento e a respectiva densidade encontrada para os resíduos.

Tabela 2. Densidade dos resíduos sólidos domiciliares gerados em 2014 no município de Rolim de Moura - Rondônia - Brasil.

Rota	Resíduo	Amostra		
		Massa (kg)	Volume (m ³)	Densidade (kg.m ⁻³)
Centro	Comercial	126.20	1.0	126.20
Jardim Tropical	Doméstico	164.50	1.0	164.50
São Cristóvão	Doméstico	139.10	1.0	139.10
MÉDIA				143.26

A densidade média encontrada para os RSD foi de 143.26 kg.m⁻³, valor relativamente menor que o valor de referência apresentado por Diaz (1996, *apud* Barros, 2012), que é de 207.0 a 237.0 kg.m⁻³ para os resíduos descarregados do caminhão compactador, os quais correspondem especificamente ao caso em estudo.

A densidade calculada para o município em estudo, também se apresentou abaixo do intervalo encontrado por Rocha e Aguiar (2012), os quais indicaram uma variação de 171.46 a 262.81 kg.m⁻³ em um estudo comparativo realizado em municípios de diversas regiões do Brasil. Em pesquisa realizada no município de Cuenca, Província de Azuay, Equador, os autores encontraram um peso específico dos RSD de 179.48 kg.m⁻³ para a área urbana e de 168.55 kg.m⁻³ para a área rural (Arévalo e Muñoz, 2010), estando também, o valor determinado no presente estudo, inferior a estes dados.

Os resultados apresentados na Tabela 2 revelam uma densidade superior dos resíduos de origem doméstica em relação aos de origem comercial, esta diferença decorre principalmente por conta da composição dos resíduos, isto porque os resíduos comerciais apresentam uma maior quantidade de material leve e volumoso (papéis, papelão, plásticos e isopores) o que acaba gerando uma densidade menor. Já nos resíduos domésticos, normalmente ocorre o contrário, pois a matéria orgânica, material relativamente pesado por conta da sua umidade, é predominante neste tipo de resíduo.

A Figura 3 apresenta os resultados da determinação da composição gravimétrica dos resíduos, diferenciando-os por sua origem. Percebe-se que nos resíduos de origem doméstica, a matéria orgânica é o maior constituinte, com 50.5%, composta principalmente por restos de alimentos e

vegetais; já nos resíduos comerciais, os materiais com potencial reciclável (plásticos, papéis, papelão, metais e vidros) compreendem a maior parcela dos resíduos, com 52.5%, constituídos principalmente por caixas de papelão, isopores, sacos plásticos e papéis. Em ambas as origens, os demais materiais (outros), constituídos principalmente por tecidos, borrachas, madeira e higiênicos (fraldas, papéis higiênicos e absorventes), tiveram percentuais bem próximos.

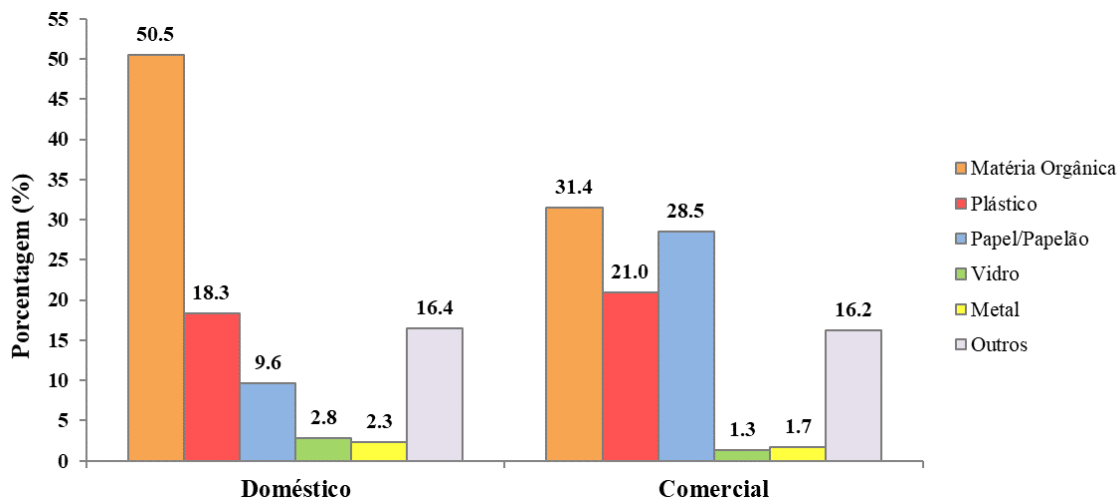


Figura 3. Composição gravimétrica dos resíduos de origem doméstica e comercial no município de Rolim de Moura – Rondônia - Brasil.

Com o objetivo de determinar a composição gravimétrica dos RSD do município foi realizado o somatório da massa dos materiais/componentes das amostras dos resíduos de origem residencial e comercial, resultando então nos seguintes percentuais: 44.9% para matéria orgânica; 38.7% para materiais com potencial reciclável; e 16.4% para os demais materiais. Os resultados detalhados da composição gravimétrica dos RSD estão apresentados na Figura 4.

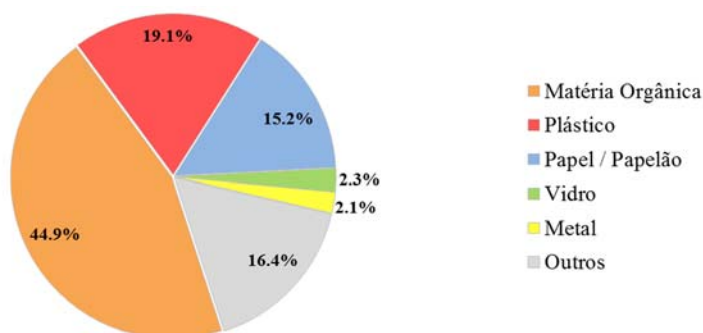


Figura 4. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares gerados em 2014 no município de Rolim de Moura – Rondônia - Brasil.

Comparando o resultado obtido com estudos realizados em cidades de porte similar tais como Salinas – MG (Costa *et al.*, 2012) e Cáceres – MT (Alcântara, 2010), assim como comparando com a média nacional (Brasil, 2011), obteve-se a Figura 5.

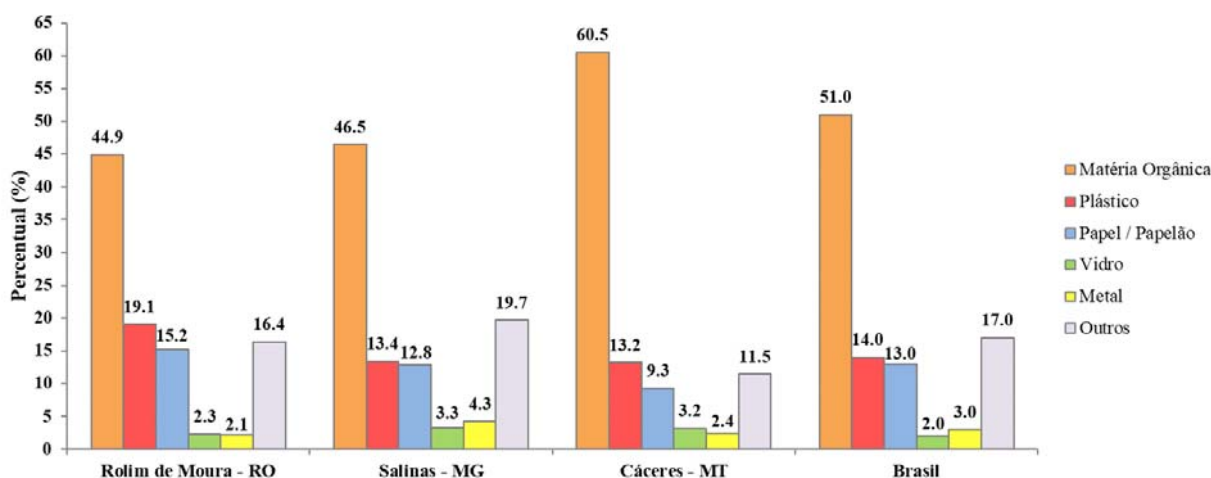


Figura 5. Comparação entre as composições gravimétricas médias para os municípios de Rolim de Moura - RO, Salinas - MG e Cáceres - MT e do Brasil.

Fonte: Adaptado de Costa *et al.* (2012), Alcântara (2010) e Brasil (2011).

Pela Figura 5 é possível observar que a composição gravimétrica média dos RSD do município de Rolim de Moura – RO assemelha-se à composição gravimétrica de Salinas, mas que, estas duas, estão distantes da composição gravimétrica de Cáceres, cidade que apresenta uma geração de matéria orgânica bem mais alta se comparada com os dois municípios anteriores.

A composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares da ALC, caracteriza-se por um alto percentual de matéria orgânica putrescível (ao redor de 56%), seguido por percentuais menores de papel/papelão e plástico (OPS, 2005). Ao comparar estes valores à média brasileira, percebe-se que a porcentagem de matéria orgânica é próxima, porém, destaca-se uma tendência inversa com relação à geração das frações plástico e papel/papelão.

O teor de umidade representa a quantidade de água presente no lixo, sendo encontrado para os RSD do município um teor médio de 51.7%, valor este dentro da faixa estimada por Monteiro *et al.* (2001) e pela OPS (2005), que é de 40 a 60% e bem próximo ao encontrado no estudo de Fortunato (2015) para o município de Cacoal, que foi de 55.1%.

Cabe ressaltar que existe certa escassez de dados referentes ao teor de umidade, possivelmente pelas metodologias encontradas na literatura não descreverem em detalhe o procedimento para obtenção da amostra. Contudo, esta é uma das características mais importantes dos resíduos, pois a mesma é fundamental no cálculo da produção de lixiviado e da decomposição biológica da massa de lixo.

Conclusões

Os RSD do município apresentaram uma geração *per capita* média no valor de $0.607 \text{ kg.hab}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, uma densidade média de 143.26 kg.m^{-3} , um teor de umidade de 51.7% e uma composição gravimétrica com os seguintes percentuais: material orgânico 44.9%, plástico 19.1%, papel/papelão 15.2%, metal 2.1% e outros tipos de material 16.4%.

Dentre os resultados obtidos, destaca-se a composição gravimétrica dos resíduos, uma vez que ela demonstra que o município apresenta potencial para desenvolver ações de reaproveitamento e reciclagem de alguns materiais, principalmente daqueles gerados na região comercial, onde os percentuais para o plástico e o papel/papelão são bastante significativos.

Tendo em vista que informações disponíveis relacionadas às características físicas dos RSD no município de Rolim de Moura limitam-se apenas ao dado de geração *per capita* (de $0.87 \text{ kg.hab}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) apresentado pelo SNIS (2015), não havendo qualquer outro estudo técnico no município, os resultados obtidos por este estudo poderão servir como base para o adequado planejamento e dimensionamento de equipamentos e instalações do sistema de limpeza urbana municipal, uma vez que a caracterização física é uma importante ferramenta para promover uma adequada gestão e gerenciamento dos resíduos gerados em uma cidade.

A determinação das características físicas dos resíduos permite o acompanhamento das modificações que os resíduos sofrem ao longo do tempo, a avaliação da eficiência das medidas de gerenciamento que tenham sido adotadas, assim como possibilita analisar o desempenho do município com relação a metas nacionais e internacionais definidas em prol de uma melhor gestão dos RSU.

De modo geral, os resultados obtidos contribuem para difundir e aprofundar o conhecimento sobre a temática de resíduos sólidos na região de estudo, a geração de padrões nacionais mais fidedignos com a realidade dos municípios brasileiros e a adoção de medidas mais coerentes com a realidade dos municípios.

A nível nacional e internacional, a maioria de estudos que realizam a caracterização dos RSU focam prioritariamente na composição gravimétrica dos materiais/frações que compõem os resíduos, apresentando-se um déficit na determinação de outras características, sejam elas físicas

e/ou químicas (Saéz y Urdaneta, 2014). O presente estudo vem então, a preencher esta falta de dados técnicos quantitativos, trazendo de maneira completa a determinação de quatro importantes características físicas dos RSD do município de Rolim de Moura.

Agradecimentos

Agradecemos ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC e à Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR por apoiar a realização da pesquisa e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo apoio no financiamento do projeto.

Referências bibliográficas

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2004) *NBR 10007: amostragem de resíduos sólidos*.
- ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. (2015) *Panorama Nacional de Resíduos Sólidos 2014*. Acesso em 31 de outubro de 2016, disponível em: <http://abrelpe.org.br/panorama/>
- Alcântara, A.J.O. (2010) *Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos e caracterização química do solo da área de disposição final do município Cáceres - MT*, Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, 89 pp.
- Arévalo, C., Muñoz, F. (2010) *Evolución de las características de los residuos sólidos en el Cantón Cuenca*. Universidad del Azuay, Ecuador, 55 pp.
- Barros, R.T.V. (2012) *Elementos de gestão de resíduos sólidos*. 1a ed., Tessitura, Belo Horizonte, 424 pp.
- Brasil, Presidência da República Casa Civil (2010) *Lei Federal nº 12.305 - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos*, Publicação Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília – DF, 02 de agosto de 2010. Acesso em 02 de dezembro de 2013, disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm
- Brasil, Ministério do Meio Ambiente. (2011) *Plano nacional de resíduos sólidos - versão preliminar para consulta pública*. Acesso em 29 de novembro de 2018, disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/253/_publicacao/253
- Costa, L.E.B., Costa, S.K., Rego, N.A.C., Junior, M.F.S. (2012) Gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos domiciliares e perfil socioeconômico no município de Salinas, Minas Gerais, *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, **3**(2), 73-90.
- Dalfré, R.R. (2012) *Gerenciamento de resíduos sólidos em indústria de cerâmica: estudo de caso*, Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 79 pp.
- Fortunato, C.F. (2015) *Determinação das características físicas dos resíduos sólidos urbanos domiciliares do município de Cacoal, Rondônia*, Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental), Departamento de Engenharia Ambiental, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Ji-Paraná, 55 pp.
- Godecke, M.V., Naime, R.H, Figueiredo, J.A.S. (2012) O consumismo e a geração de resíduos sólidos no Brasil, *Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, **8**(8), 1700-1712.
- Gonçalves, M.A., Tanaka, A K., Amedomar, A.A. (2013) A destinação final dos resíduos sólidos urbanos: alternativas para a cidade de São Paulo através de casos de sucesso, *Future Studies Research Journal*, **5**(1), 96-129.
- Gouveia, N. (2012) Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectivas de manejo sustentável com inclusão social, *Ciência & Saúde*, **17**(6), 1503-1510.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010) *Censo Demográfico 2010*. Acesso em maio de 2015, disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/Rondonia.pdf

- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2011) *Produto interno bruto a preços correntes e produto interno bruto per capita segundo as grandes regiões, as unidades da federação e os municípios – 2007-2011*. Acesso em maio de 2015, disponível em:
http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2011/default_xls.shtm
- Mansor, M.T.C., Camarão, T.C.R.C., Capelini, M., Kovacs, A., Filet, M., Santos, G.A., Silva, A.B. (2010) *Cadernos de Educação Ambiental: Resíduos Sólidos*, SMA, São Paulo, 147 pp.
- Miranda, E.E, Gomes, E.G, Guimarães, M. (2005) Mapeamento e estimativa da área urbanizada do Brasil com base em imagens orbitais e modelos estatísticos, *XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Goiânia, Brasil. Acesso em 29 de novembro de 2018, disponível em:
<http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.12.11.18/doc/3813.pdf>
- MMA, Ministério do Meio Ambiente. (2012) *Plano Nacional de Resíduos Sólidos*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Acesso em dezembro de 2016, disponível em:
http://www.sinir.gov.br/images/sinir/Arquivos_diversos_do_portal/PNRS_Revisao_Decreto_280812.pdf
- Monteiro, J.H.P., Figueiredo, C.E.M., Magalhães, A.F., Melo, M.A.F., Brito, J.C.X., Almeida, T.P.F., Mansur, G.L. (2001). *Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos*. IBAM, Rio de Janeiro.
- Oliveira, M.C., Aguiar, R. (2013) *Entrevista* [out. 2013]. Entrevistado por Douglas L. R., Rolim de Moura.
- OPS, Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud: División de Salud y Ambiente (2005). *Informe de la evaluación regional de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. Washington, D.C.
- Polaz, C.N.M., Teixeira, B.A.N. (2009) Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos: um estudo para São Carlos (SP). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, **14**(3), 411-420.
- Rezende, J.H., Carboni, M., Murgel, M.A.T., Capps, A.L.A.P., Teixeira, H.L., Simões, G.T.C., Russi, R.R., Lourenço, B.L.R., Oliveira, C.A. (2013) Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP), *Engenharia Sanitária e Ambiental*, **18**(1), 1-8.
- Rocha, I.L., Aguiar, M.I. (2012) Análise comparativa de estudos sobre a caracterização física dos resíduos urbanos gerados em diferentes municípios brasileiros, *Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação*, Palmas, Brasil.
- Sáez, A., Urdaneta, J.A. (2014) Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe, *Omnia*, **20**(3), 121-135.
- Santos, L.R. (2011) *Caracterização física dos resíduos sólidos urbanos do município de Ji-Paraná – RO*, Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental), Departamento de Engenharia Ambiental, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Ji-Paraná, 48 pp.
- SNIS, Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento. (2015) *Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2013*. Brasília: Ministério das Cidades, Secretária Nacional de Saneamento Ambiental.