

**CLASSIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE UM
EMPREENDIMENTO ALIMENTÍCIO DE PEQUENO PORTE
LOCALIZADO EM RIO VERDE, GOIÁS**

**Kamila Faria Paraguassú¹
Davi Santiago Aquino²**

RESUMO

A geração de resíduos sólidos urbanos é intrinsecamente atribuída às atividades humanas e o adequado gerenciamento dos mesmos é fundamental para a preservação da saúde pública, para a minimização de impactos ambientais negativos e para o reaproveitamento de matéria e energia. No Brasil, os empreendimentos são responsáveis pelos seus resíduos gerados. Para que ocorra a correta gestão destes resíduos, é importante o conhecimento da quantidade gerada, bem como de sua classificação qualitativa. Este trabalho realizou a classificação e a composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados em um empreendimento alimentício de pequeno porte localizado em Rio Verde, Goiás. Os resultados obtidos por intermédio de cem dias de coleta de dados, entre os meses de janeiro a julho de 2016, demonstram que o empreendimento gera resíduos não perigosos tanto inertes como não inertes. A fração orgânica é preponderante na gravimetria e a geração diária do empreendimento é equivalente à geração diária de quinze brasileiros. Ao invés do aterramento, os resíduos deveriam ser destinados para compostagem, reciclagem ou produção de sabão, conforme sua tipologia, visando à sustentabilidade ambiental das atividades do empreendimento estudado.

Palavras chave: resíduos sólidos, gestão ambiental, composição gravimétrica.

¹ Engenheira Ambiental pelo Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde. E-mail: kamila_paraguassu@hotmail.com

² Engenheiro Ambiental e mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa. Docente e Coordenador do curso de Engenharia Ambiental, do IF Goiano - Campus Rio Verde. E-mail: davi.aquino@ifgoiano.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Toda atividade antrópica gera resíduos sólidos e o aumento na produção dos mesmos acompanha a evolução da humanidade, pois nos tempos mais remotos a geração era constituída basicamente por porções residuais de alimentos, possibilitando sua assimilação pelo ambiente, enquanto que, atualmente a produção de resíduos aumentou de forma significativa, tanto em volume quanto na diversidade da tipologia.

A referida mudança na geração de resíduos ocorreu no Brasil e em todo mundo após a Revolução Industrial do século XVIII, acompanhada pela crescente urbanização. A grande diversidade encontrada na composição dos resíduos sólidos urbanos (RSU) pode ser influenciada pelas variações climáticas, sazonais e até mesmo pelo porte da cidade ou do empreendimento gerador. Apenas em meados do século XIX, com o surgimento de novas tecnologias trazidas pela civilização industrial, a sociedade começou a se preocupar com os problemas inerentes aos resíduos sólidos, dentro do contexto ambiental. A preocupação com o adequado gerenciamento de resíduos orienta os corretos acondicionamento, armazenamento e destinação final dos mesmos, visando proporcionar à população uma adequada qualidade de vida.

No Brasil, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal Nº 12.305 de 2010 classifica os resíduos sólidos urbanos como resíduos domiciliares e de limpeza pública aqueles que se originam de varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana (BRASIL, 2010). Os resíduos sólidos de origem urbana compreendem aqueles produzidos pelas inúmeras atividades desenvolvidas em áreas com aglomerações humanas do município. Geralmente, encaminham-se para a disposição final sob responsabilidade da respectiva municipalidade os resíduos de origem domiciliar ou aqueles com características similares, como os de limpeza pública e os comerciais, que são de responsabilidade do próprio gerador (ABNT, 2004a).

As quantidades de resíduos sólidos gerados por determinada população ou empreendimento são bastante variáveis, pois são influenciadas por fatores como: poder aquisitivo ou porte do empreendimento, época do ano, modo de vida ou de R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 6, n. 2, p.97 -110, jul./set. 2017.

produção e sazonalidade. No Brasil, a geração de RSU em 2014 foi de aproximadamente 78,6 milhões de toneladas, o que representa um aumento de 2,9% em relação a 2013, índice superior à taxa de crescimento populacional no país no período, que foi de 0,9% (ABRELPE, 2014).

Para haver uma melhor gestão dos resíduos sólidos urbanos, é preciso conhecer o que é gerado. Para isto, a caracterização gravimétrica dos mesmos é essencial, visto que a gravimetria é a determinação dos constituintes dos resíduos sólidos e de suas respectivas percentagens em peso e volume, em uma amostra representativa (ABNT, 2004b). A composição gravimétrica constitui uma informação importante na compreensão do comportamento dos resíduos e expressa percentualmente a presença de cada componente em relação ao peso total da amostra dos resíduos.

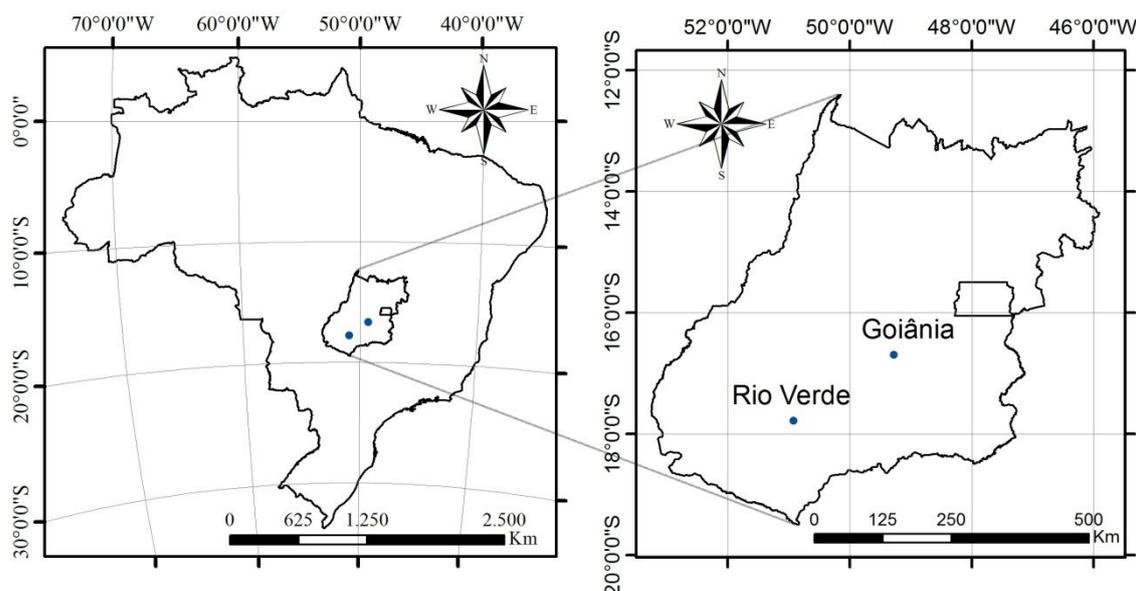
Diversos estudos são realizados objetivando a quantificação de resíduos gerados por uma cidade ou por algum tipo de população, a exemplo de Rezende et al. (2013) que determinaram a composição gravimétrica do município paulista de Jaú e de Thode Filho et al. (2014) que fizeram o mesmo para os resíduos sólidos gerados num *campus* de uma instituição de ensino em Duque de Caxias, estado do Rio de Janeiro. Entretanto, os resíduos de uma atividade comercial são sobremaneira variáveis em função das características do empreendimento, conforme já abordado pelo presente artigo, e são escassos os dados sobre a classificação e a quantificação de resíduos sólidos de empreendimentos alimentícios, notadamente os de pequeno porte.

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou realizar a classificação e a quantificação dos resíduos sólidos gerados por um empreendimento alimentício localizado na cidade de Rio Verde, estado de Goiás, como instrumento para embasar o adequado gerenciamento desta tipologia de resíduo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido num empreendimento alimentício localizado na área urbana da cidade de Rio Verde, estado Goiás. Este município tem população estimada para o ano de 2015 de 207.296 habitantes, sua extensão territorial é de 8.379,66 km² e dista 231 km de Goiânia, capital estadual (IBGE, 2016), conforme se apresenta na Figura 1.

Figura 1: localização do município de Rio Verde, em cuja área urbana situa-se o empreendimento estudado.



Fonte: elaboração dos autores com base cartográfica extraída de SIEG (2016)

O empreendimento estudado pelo presente trabalho enquadra-se como uma confeitaria, onde são realizadas atividades de produção alimentícia e comércio de bebidas. O empreendimento supramencionado é de pequeno porte, possui seis funcionários e seu período de funcionamento é da seguinte forma: segunda-feira e sábado das 08h às 13h e terça-feira a sexta-feira das 08h às 18h. Para o desenvolvimento de suas atividades, são utilizados materiais destinados à produção de bolos, tortas, doces, salgados e comercialização de bebidas. Os resíduos sólidos gerados são provenientes das etapas de produção, manutenção, operação e administração. As atividades realizadas no empreendimento são apresentadas na Figura 2.

Figura 2: Fluxograma das atividades realizadas no empreendimento



Fonte: elaborado pelos autores, 2016

Para a execução do presente trabalho, realizaram-se diariamente, nas dependências do empreendimento, a separação das frações e a pesagem dos resíduos sólidos no período de 13 de abril a 11 de agosto de 2015. Pesou-se a totalidade dos resíduos diários, não havendo, portanto, quarteamento dos mesmos. Como o empreendimento não exerce suas atividades aos domingos, semanalmente houve seis aferições gravimétricas consecutivas, totalizando 100 dias de coleta de dados.

Após a segregação e quantificação, os resíduos foram classificados de acordo com a NBR 10.004/2004 (ABNT, 2004a) e agrupados em três categorias: recicláveis (papel, papelão, plástico, metal e isopor), orgânicos e não perigosos (óleo de cozinha).

A gravimetria das frações definidas como orgânicos, papel, papelão, plástico e metal ocorreu através de separação e pesagem realizadas no próprio empreendimento, com o uso de máscara, luvas e uma balança digital portátil com gancho (marca *Sportfishing Xingu*) com capacidade de até 50 Kg. Não houve diferenciação entre os tipos de plásticos, como PET, rígido e plástico filme. Adicionalmente, na fração papel foram incluídas as embalagens do tipo longa vida.

Aferiu-se semanalmente o volume do óleo de cozinha gerado no empreendimento no mesmo período de coleta de dados mencionado R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 6, n. 2, p.97 -110, jul./set. 2017.

anteriormente. Adicionalmente, quantificou-se ainda a geração diária de embalagens de isopor e de sacolas plásticas.

Após o período de coleta de dados, os mesmos foram sistematizados em planilha eletrônica para análise estatística. A análise dos dados obtidos através da quantificação dos resíduos sólidos gerados foi realizada no programa Microsoft Office Excel®, a fim de se obterem a evolução temporal e a média diária da geração das frações orgânicas, papel, papelão, plástico e metal. Similarmente, obtiveram-se resultados para as gerações de sacolas, isopor e óleo de cozinha usado.

Depois de realizada a análise de acordo com a estatística descritiva, as médias das gerações de cada dia da semana de funcionamento foram comparadas entre si, havendo, portanto, seis tratamentos. Cada tratamento foi composto por um dia útil de funcionamento do empreendimento, de segunda-feira a sábado, a fim de se analisar se há algum dia da semana cuja geração se difere das demais. A comparação de médias foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico de uso livre Sisvar®.

Posteriormente, as médias obtidas foram comparadas com trabalhos de composição gravimétrica de empreendimentos similares e com gravimetrias de resíduos sólidos urbanos gerados em cidades do estado de Goiás e no Brasil, visando embasar a discussão quando à geração do empreendimento estudado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentam-se na Tabela 1 as gerações médias \pm desvio padrão das frações de resíduos gerados no empreendimento, bem como a classificação das mesmas, de acordo com a NBR 10.004/2004 (ABNT, 2004a). As médias diárias são provenientes de 100 dados, enquanto a média semanal para o óleo provém de 17 observações.

Tabela 1 - Levantamento quantitativo e classificação dos resíduos sólidos gerados no empreendimento

Tipo de resíduo	Classe	Geração média
------------------------	---------------	----------------------

(NBR 10.004/04)		
Orgânico	II - A	8,18 ± 3,51 Kg d ⁻¹
Papel	II - B	1,96 ± 0,98 Kg d ⁻¹
Plástico	II - B	1,19 ± 0,63 Kg d ⁻¹
Metal	II - B	2,36 ± 1,63 Kg d ⁻¹
Papelão	II - B	2,21 ± 1,48 Kg d ⁻¹
Isopor	II - B	17,7 ± 9,4 unidades d ⁻¹
Sacola plástica	II - B	18,0 ± 9,1 unidades d ⁻¹
Óleo	II - A	7,3 ± 1,0 L semana ⁻¹

Fonte: elaborado pelos autores, 2016

O empreendimento gera resíduos de diferentes classes, como II-A (não perigosos e não inertes) que são representados pelos resíduos orgânicos e óleo de cozinha usado. Também gera resíduos II-B (não perigosos e inertes), que englobam parte dos resíduos recicláveis como papel, plástico, metal, papelão e isopor (ABNT, 2004a). Não foram observadas gerações significativas de vidros durante o período de coleta de dados.

Os resíduos dos tipos orgânico e óleo de cozinha usado, classificados como II-A, apresentam a característica de biodegradabilidade e, por isso, o aterramento dos mesmos como forma de disposição final representa um desperdício de matéria e energia, visto que a fração orgânica pode ser compostada e seu composto final, após análise físico-químico e microbiológica, pode ser utilizado como corretivo de solos. Adicionalmente, o óleo usado pode ser destinado à produção de sabão, evitando que o mesmo contamine recursos hídricos, quando descartado de maneira incorreta.

Quanto às médias de geração de resíduos entre os dias de funcionamento do empreendimento, conforme se pode observar na Tabela 2, identificaram-se três grupos estatisticamente homogêneos (a1, a2 e a3). Os dias de quinta-feira e de sexta-feira pertencem ao grupo estatisticamente homogêneo no qual houve maior geração média diária, enquanto o dia de segunda-feira foi aquele que apresentou menor geração média diária, sendo o único no grupo a1.

Tabela 2 – Grupos estatisticamente homogêneos de geração média diária para cada dia de funcionamento do empreendimento, expressa em média ± desvio-padrão (nº de repetições)

Tratamento	Geração, kg d⁻¹	Grupo
Segunda-Feira	6,98 ± 3,13(18)	a1
Sábado	14,31 ± 4,19 (17)	a2

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 6, n. 2, p.97 -110, jul./set. 2017.

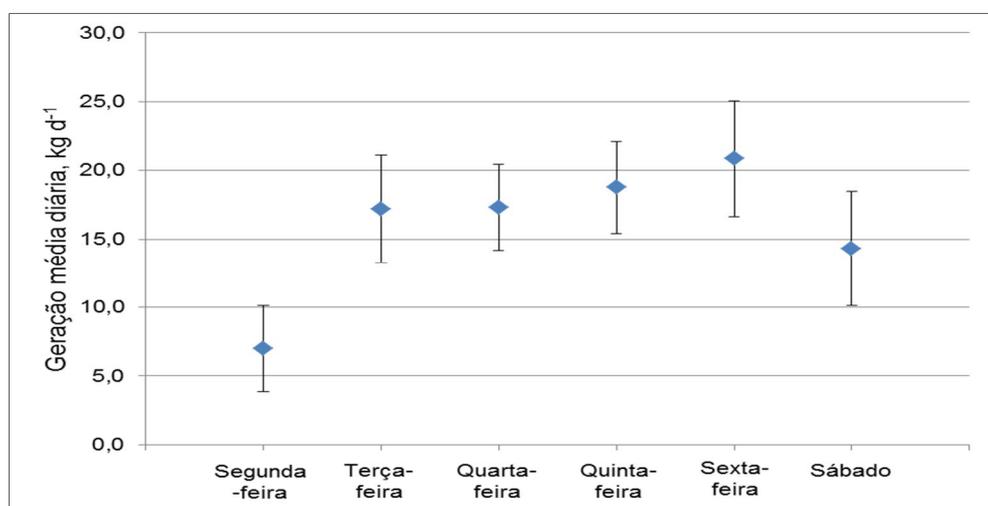
Terça-Feira	17,30 ± 3,14 (16)	a2 a3
Quarta-Feira	17,30 ± 3,14 (16)	a2 a3
Quinta-Feira	18,75 ± 3,33 (16)	a3
Sexta-Feira	20,85 ± 4,20 (16)	a3

As médias seguidas de mesma letra e número não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: elaborado pelos autores, 2016

Em dias de segunda-feira o empreendimento não funciona para os clientes, ocorrendo apenas confecção dos produtos a serem comercializados no dia seguinte. Em contrapartida, os dias de quinta-feira e sexta-feira possuem maiores encomendas de tortas e salgados. Assim, o resultado do teste de Tukey a 5% de probabilidade é corroborado pelo fluxo de produção do empreendimento estudado.

Na Figura 3 pode-se observar a média da geração diária de resíduos sólidos de cada tratamento, constituídos pelos dias de funcionamento do empreendimento, com seus respectivos intervalos de confiança ao nível de 95%.

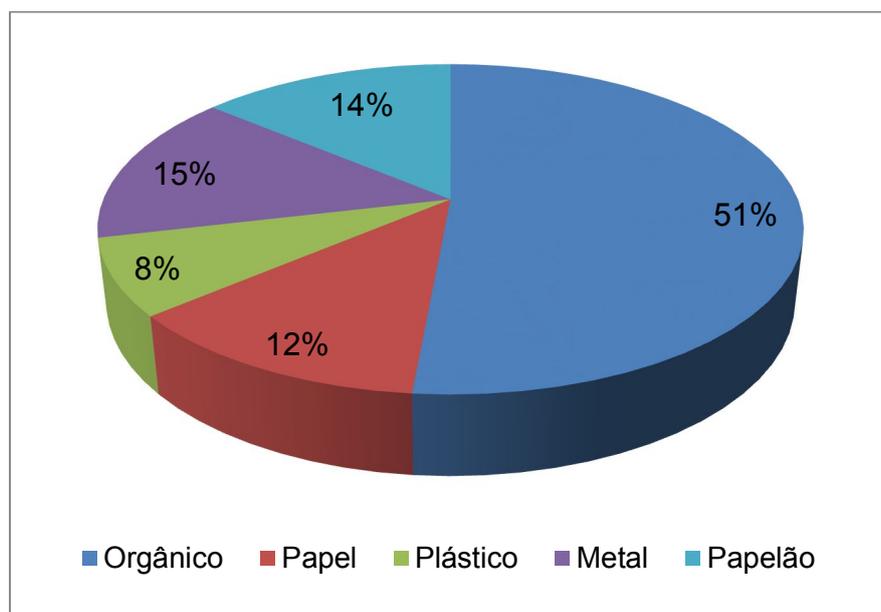
Figura 3 - Média da geração diária de resíduos (Kg d⁻¹) de cada tratamento e os respectivos intervalos de confiança ao nível de 95%



Fonte: elaborado pelos autores, 2016

A composição gravimétrica dos resíduos gerados no empreendimento estudado pode ser observada na Figura 4, expressa pela média diária em porcentagem das frações consideradas, quais sejam: orgânica, papel, plástico, metal e papelão.

Figura 4 - Média diária em porcentagem das frações orgânica, papel, plástico, metal e papelão gerados no empreendimento



Fonte: elaborado pelos autores, 2016

Pode-se constatar pela interpretação da Figura 4 que o componente com maior percentual encontrado nas amostras de resíduos analisadas foi o da fração orgânica, totalizando mais da metade de todos os resíduos gerados. Em seguida há parcela de metais, papelão, papel e por fim plástico com 8% da geração total.

Apresenta-se na sequência uma comparação dos dados obtidos através do levantamento quantitativo dos resíduos gerados no empreendimento com a composição gravimétrica de uma panificadora, devido ao fato deste ser o empreendimento encontrado que mais se assemelhou à confeitaria estudada pelo presente trabalho. Pimenta e Marques Júnior (2006) realizaram a composição gravimétrica na referida panificadora de pequeno porte, com 15 funcionários, jornada de trabalho de 44 horas semanais, fabricação de 80 produtos de panificação e pastelaria e uma produção diária de aproximadamente 7000 pães. Os resultados da gravimetria realizada por estes autores foram de 78,32% para fração orgânica; 1,18% para papel; 6,34% para plástico; 1,60% para metal e 6,32% para papelão. Assim, pode-se constatar que a fração orgânica encontrada em ambos os estudos é a principal da geração, embora em diferentes proporções, fato tipicamente comum aos empreendimentos alimentícios, cujos insumos são predominantemente de origem orgânica.

Devido à dificuldade de se encontrarem dados de demais empreendimentos semelhantes à confeitaria, optou-se pela comparação da composição gravimétrica obtida pelo presente estudo com as gravimetrias de resíduos sólidos urbanos obtidas por estudos tanto em âmbito nacional quanto para uma cidade de Goiás, estado no qual está localizado o empreendimento estudado. Assim, por intermédio da Tabela 3, pode-se observar a composição gravimétrica dos RSU realizada por Pasqualetto et al. (2006) em Caldas Novas - GO, e por Monteiro et al. (2001) no Brasil.

Tabela 3 - Composição gravimétrica dos RSU em % gerados em Caldas Novas-GO e no Brasil

Local	Papel	Plástico	Vidro	Metal	Orgânico	Outros
Caldas Novas (GO)	13,36%	12,76%	1,62%	2,14%	58,61%	11,51%
Brasil	25%	3%	3%	4%	65%	-

Fontes: Monteiro et al. (2001) e Pasqualetto et al. (2006)

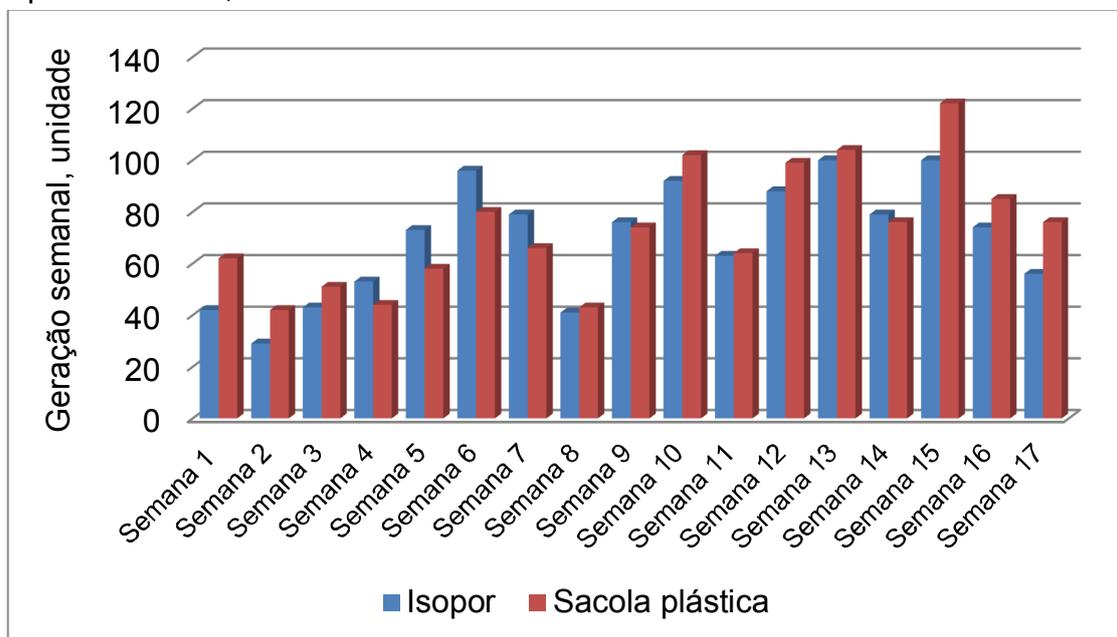
Os resultados da composição gravimétrica obtidos pelo presente trabalho, apresentados na Figura 4, mostram que o componente com maior percentual encontrado nas amostras de resíduos analisadas na confeitaria foi o da fração orgânica, com 51%, estando este valor abaixo da média nacional (Tabela 3). A porcentagem de metal obtida no presente estudo foi 15%, valor superior àqueles obtidos nos locais apresentados na Tabela 3. Este fato pode ser justificado devido ao empreendimento analisado ser uma confeitaria e grande parte da produção de seus alimentos ter como embalagem materiais metálicos, como as latas de leite condensado, leite em pó, milho enlatado e diversos outros insumos alimentícios, utilizados no cotidiano do empreendimento.

As frações de papelão e papel com 14% e 12% respectivamente, estão abaixo da média nacional e em linha quando comparados ao município de Caldas Novas. Por fim, plástico com uma média de 8%, encontra-se superior à média nacional e inferior à geração do município citado na Tabela 3. Ressalta-se que esta comparação possui muitas limitações devido à diferença de natureza dos geradores: município, média nacional e um empreendimento alimentício.

Os quantitativos semanais da geração de sacolas plásticas e de embalagens de isopor podem ser observados na Figura 5. A partir dos resultados

obtidos, é possível constatar que na maior parte das semanas a geração de sacolas plásticas é superior quando comparada ao isopor.

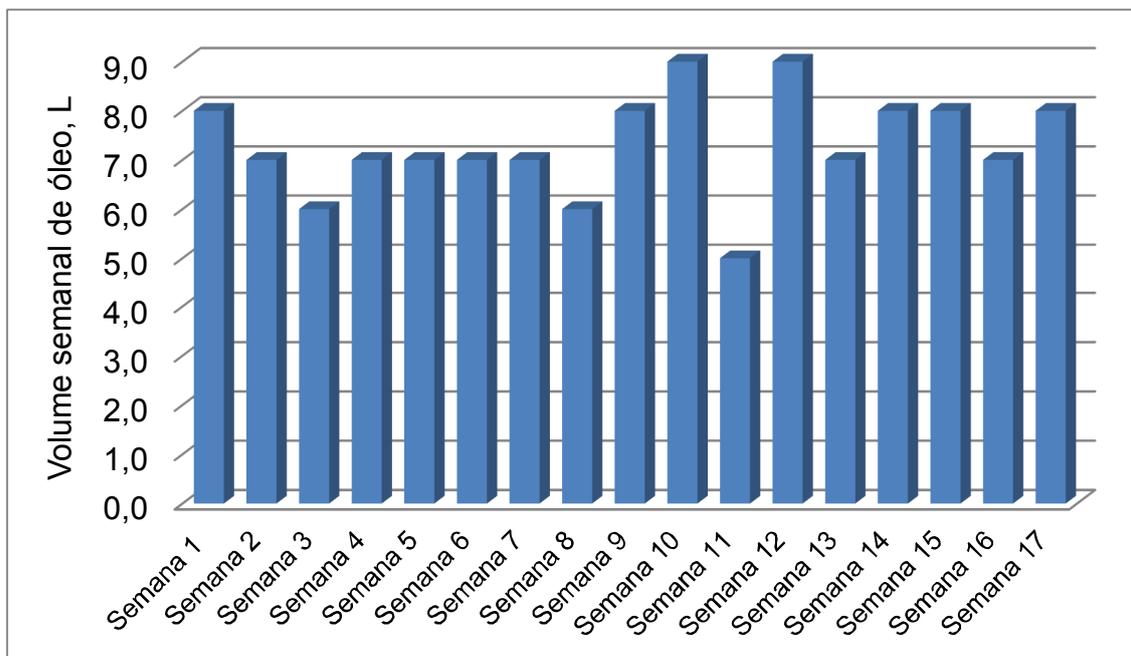
Figura 5 - Quantitativos semanais de sacolas e embalagens de isopor gerados no empreendimento, em unidades semana⁻¹.



Fonte: elaborado pelos autores, 2016

Em relação ao quantitativo semanal de óleo de cozinha usado, apresentado na Figura 6, nota-se que a geração é aproximadamente 7 litros por semana e não possui grandes variações.

Figura 6 - Quantitativo semanal de óleo gerado no empreendimento, em L semana⁻¹.



Fonte: elaborado pelos autores, 2016

Somadas as frações de resíduos sólidos gerados no empreendimento, a geração diária média do mesmo é de 15,72 kg. A geração média de RSU de cada brasileiro estimada para 2014 foi de 1,062 kg por dia (ABRELPE, 2014). Assim, o equivalente populacional do empreendimento estudado em relação à sua geração de resíduos sólidos é de 14,8 habitantes, ou seja: um dia de funcionamento do estabelecimento comercial gera o mesmo que aproximadamente 15 brasileiros geram de resíduos sólidos urbanos em um dia. Desta forma, sabendo que mais da metade desta geração é constituída por resíduos orgânicos, é sobremaneira importante a destinação desta fração para compostagem. Analogamente, as frações classificadas como recicláveis devem ser destinadas a catadores, respectivas associações ou mesmo empresas recicladoras, objetivando que os materiais sejam reciclados, contribuindo para a sustentabilidade ambiental das atividades do empreendimento estudado.

4 CONCLUSÃO

Todos os resíduos sólidos gerados no empreendimento foram classificados como II A (não perigosos - não inertes) ou II B (não perigosos - inertes). O componente com maior percentual encontrado nas amostras de resíduos analisadas foi o da fração orgânica (51%), seguido pelos metais (15%), papelão (14%), papel (12 %) e plástico (8%), havendo diferença estatística significativa entre as gerações de cada dia útil de funcionamento do estabelecimento. A geração diária de resíduos da confeitaria é equivalente à geração diária de 15 brasileiros, necessitando que os resíduos comerciais sejam corretamente destinados, por intermédio de compostagem e reciclagem, além da produção de sabão a partir do óleo de cozinha usado.

CLASSIFICATION AND MEASUREMENT OF SOLID WASTE IN A SMALL FOOD ENTERPRISE LOCATED IN RIO VERDE, GOIÁS STATE

ABSTRACT

The generation of municipal solid waste is intrinsically related to human activities and its proper management is essential for the preservation of public health, for the reuse of materials and energy, and to minimize negative environmental impacts. In Brazil, the enterprises are responsible for their waste. In order to have proper management, it is important to know the amount of generated waste, as well as its qualitative classification. This paper describes the classification and gravimetric composition of solid waste generated by a small food enterprise in Rio Verde, Goiás State. The results obtained through a hundred days of data collection, between January and June 2016, showed that the enterprise generated both inert and non-inert non-hazardous waste. The organic component was preponderant in the gravimetric composition. The daily waste generation of the enterprise was equivalent to the daily generation of fifteen individual Brazilians. Instead of burial in the ground, as is now the case, the waste should be destined for composting, recycling or soap production, as its type, aiming at the sustainability of the activities of the studied enterprise.

Keywords: solid waste, environmental management, gravimetric composition.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004: resíduos sólidos - classificação**. Rio de Janeiro, 71p. 2004a

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10007: amostragem de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 21p. 2004b

ABRELPE. Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil – 2014**. São Paulo: ABRELPE, 2014.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, ago. 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas de população**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2015/estimativa_tcu.shtm> Acesso em 02 de jul 2016.

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. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

PASQUALETTO, A.; ANDRADE, H. F.; PRADO, M. L.; PINA, G. P. R. Caracterização física de resíduos sólidos domésticos do município de Caldas Novas, GO. In: **Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 30, Punta del Este. p. 26-30, nov. 2006.

PIMENTA, H. C. D.; MARQUES JÚNIOR, S. Modelo de gerenciamento de resíduos sólidos: um estudo de caso na indústria de panificação em Natal-RN. In: **XXVI Encontro Nacional De Engenharia De Produção**, 2006, Fortaleza – CE. Anais... Fortaleza: ENEGEP/ABEPRO, 2006. p. 1 – 10

REZENDE, H. R.; 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. Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 1-8, 2013.

SIEG. Sistema Estadual de Geoinformação. **SIG-Shapefiles**. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br/>>. Acesso em 02 maio 2016.

THODE FILHO, S.; MARQUES, A. J.; SANTOS, J.; RIBEIRO, K. F.; DE MEDEIROS, M. R. A. M.; SANTOS, P. G.; FRANÇA, S. S. Um estudo sobre a composição gravimétrica dos resíduos sólidos do IFRJ campus Duque de Caxias, RJ. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, ed. especial, p. 30-35, 2014.

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 6, n. 2, p.97 -110, jul./set. 2017.