**AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS
URBANOS DA CIDADE DE XANGRI-LÁ**

Pâmela de Medeiros Engelmann (*), Gustavo Henrique Araújo dos Santos, Pedro Rocha da Rocha, Rogério Vescia Lourega, Jeane Estela Ayres de Lima

* Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. E-mail: pamelaengelmann@hotmail.com.

RESUMO

O gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos (RSUs) é um problema global em virtude da grande quantidade e heterogeneidade de resíduos que são produzidos em todo mundo. Afim de determinar a melhor maneira de gestão desses resíduos é de extrema importância que estudos sejam realizados para determinar suas características. Tanto a quantidade como a composição dos resíduos são parâmetros que auxiliam no planejamento, dimensionamento e escolha da tecnologia mais adequada de gestão. Assim esse trabalho visa determinar e avaliar a quantidade e as características gravimétricas dos resíduos sólidos urbanos produzidos na Cidade de Xangri-lá, Rio Grande do Sul. Um levantamento mensal da quantidade de resíduo produzido na cidade foi realizado ao longo do ano de 2018. Além disso, foram realizadas amostragem de resíduos para a determinação gravimétrica em duas estações do ano (inverno e verão). Os dados demonstram que há uma grande variação sazonal na quantidade de resíduos produzidos pela cidade, com um aumento significativo nos meses de janeiro e fevereiro. A análise da composição gravimétrica mostrou que os RSUs de Xangri-lá são compostos majoritariamente por resíduos orgânicos, principalmente em virtude da existência de coleta seletiva na cidade e também pelo fato desta fração ser mais pesada em relação as outras devido ao grande conteúdo de água presente.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos Urbanos, Gerenciamento de resíduos, Composição Gravimétrica.

ABSTRACT

Municipal solid waste (MSW) management is a global problem due to the large amount of waste produced worldwide. In order to determine the best way to manage these wastes, it is extremely important that studies are carried out to determine their characteristics. Both the quantity and the composition of the waste are parameters that help in planning, designing and choosing the most appropriate management technology. This work aims to determine and evaluate the quantity and gravimetric characteristics of urban solid waste produced in the city of Xangri-la, Rio Grande do Sul. A monthly survey of the amount of waste produced in the city was carried out throughout 2018. In addition, samples were sampled for gravimetric determination at two seasons (winter and summer). The data show that there is a large seasonal variation in the amount of waste produced by the city, with a significant increase in the months of January and February. The analysis of the gravimetric composition showed that the RSUs of Xangri-lá are composed mainly by organic residues, mainly due to the existence of selective collection in the city and also because this fraction is heavier in relation to the others due to the great water content present.

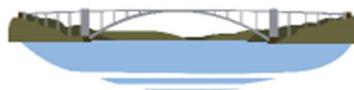
KEY WORDS: Municipal Solid Waste, Waste Management, Gravimetric Composition.

INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos urbanos (RSUs) são gerados durante as atividades diárias dos seres humanos de forma ininterrupta. O volume de resíduos gerados tem aumentado e a tendência é que as taxas continuem a crescer nos próximos anos (CZAJCZYŃSKA et al., 2017; DENG et al., 2017). Isso é decorrente do aumento da população mundial, nas últimas décadas, e dos hábitos atuais de consumo, onde as pessoas estão consumindo mais produtos para satisfazerem suas necessidades (SUTHAR; RAYAL; AHADA, 2016).

RSUs podem incluir papel, resíduos de alimento, resíduos orgânicos, resíduos de poda, plástico, metais, têxteis, vidro e outros resíduos produzidos em domicílios residenciais, estabelecimentos comerciais e pequenas empresas de um município (GUPTA; YADAV; KUMAR, 2015; SHARHOLY et al., 2008). A composição dos RSUs é bastante heterogênea e apresenta uma ampla variação de um município para outro dependendo da cultura local, grau de industrialização, padrão de vida da população, da existência de programas de reciclagem e reaproveitamento eficientes, entre outros (CZAJCZYŃSKA et al., 2017; SHONHIWA, 2013; TAHERYMOOSAVI et al., 2017).

O gerenciamento, tratamento e a destinação final ambientalmente adequada desses resíduos são alguns dos maiores desafios do setor de saneamento básico, visto que a gestão inadequada pode trazer impacto a qualidade de vida bem como



danos ao meio ambiente, principalmente, em virtude da contaminação do ar, da água e do solo (CZAJCZYŃSKA et al., 2017). A gestão inadequada faz com que muitas cidades mundiais, assim como as brasileiras, descartem seus resíduos diretamente em aterros sanitários e lixões sem passarem por etapas de reciclagem, reuso e aproveitamento energético. Além de fatores ambientais, a disposição em aterros é problemática pela escassez de áreas para deposição (COUTO et al., 2017; GENUINO; DE LUNA; CAPAREDA, 2018; RAMOS et al., 2018).

Diante de tal problemática, uma das soluções para reduzir os impactos ambientais da destinação final de RSUs é a implantação e operação de sistemas de gestão eficientes que visem a redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos RSUs para produção de energia e, apenas por fim, a disposição em aterros sanitários. Uma parte importante desses modelos de gestão ambientalmente adequados é a implantação de processos alternativos para produção de energia a partir dos RSUs. Para isso, o conhecimento das propriedades físicas, químicas e microbiológicas dos RSUs é de fundamental importância para a escolha da técnica mais adequada de tratamento e para o dimensionamento dos projetos.

Sendo assim, a caracterização dos RSUs é de fundamental importância para auxiliar nas tomadas de decisões quanto à forma adotada de gerenciamento (ABDEL-SHAIFY; MANSOUR, 2018). Um dos parâmetros primordiais de avaliação é taxa de geração por habitante (kg/habitante.dia), pois ela é essencial no planejamento de todo o sistema de gerenciamento do lixo, principalmente no dimensionamento de instalações e equipamentos (CEMPRE, 2018). Além disso, a obtenção de dados precisos e confiáveis sobre a composição de resíduos (porcentagem de cada fração dos RSUs) são cruciais tanto para o planejamento e a avaliação ambiental da gestão de resíduos quanto na decisão sobre sua utilidade na produção de energia (ABDEL-SHAIFY; MANSOUR, 2018).

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é determinar e avaliar a quantidade e as características gravimétricas dos resíduos sólidos urbanos produzidos na Cidade de Xangri-lá, Rio Grande do Sul.

METODOLOGIA

O município de Xangri-lá por estar localizado na região litorânea do estado do RS apresenta como particularidade a variação da sua densidade populacional no decorrer do ano e por consequência a variação na quantidade de resíduos gerados. Desta forma, ao longo do ano de 2018 um levantamento da quantidade mensal de resíduos produzidos pela cidade foi realizado. Para tal, os dados dispostos nos relatórios elaborados mensalmente pela prefeitura municipal de Capão da Canoa, responsável pelo aterro onde os resíduos de Xangri-lá são dispostos, foram compilados e analisados.

A amostragem dos resíduos foi realizada em duas estações do ano: inverno e verão. As datas de coleta e as áreas da cidade atingidas pela amostragem em cada dia de coleta estão dispostas no Quadro 1, assim como a denominação que será dada a cada dia, para melhor apresentar os resultados.

Quadro 1. Datas de coleta e as áreas da cidade atingidas pela amostragem. Fonte: Autor do Trabalho.

	Data	Bairros	Nome
Inverno	13.09.2018	Bairros e condomínios lado mar e bairro Figueirinha	Inverno Mar
	24.10.2018	Bairros e condomínios lado serra e bairro Guará	Inverno Serra
Verão	10.01.2019	Bairros e condomínios lado serra e bairro Guará	Verão Serra
	15.01.2019	Bairros e condomínios lado mar e bairro Figueirinha	Verão Mar

Em cada um dos dias de coleta, os resíduos provenientes da cidade de Xangri-lá foram dispostos na forma de pilha, como mostra a Figura 1.A, em cima de uma lona plástica a fim de evitar contaminação dos mesmos. Em seguida, 5 toneis de 200 litros foram preenchidos com amostras provenientes de cinco pontos (topo e as quatro laterais) da pilha de resíduos, conforme observado na Figura 1.B (PESSIN et al., 2006). Na sequência, o conteúdo dos 5 toneis foi despejado sobre outra lona plástica, Figura 1.C, onde os sacos foram abertos e os resíduos misturados com o auxílio de pás e enxadas (Figura 1.D). Por fim, foram realizados dois quartearmento (com descarte vis-à-vis), Figuras 1.E e 1.F, de acordo com a recomendação da Norma Brasileira (ABNT) 10007/2004 com a finalidade de reduzir o tamanho da amostra.



Figura 1: A) Pilha de resíduos provenientes dos caminhões de coleta da cidade de Xangri-lá; B) Tonéis contendo resíduos de 5 pontos da pilha; C) Resíduos dos toneis sobre a lona plástica; D) Processo de abertura e mistura dos resíduos sobre a lona plástica; E) Primeiro quartejamento com descarte vis-à-vis; F) Segundo quartejamento com descarte vis-à-vis. Fonte: Autor do Trabalho.

Os resíduos resultantes do processo de quartejamento foram separados manualmente nos seguintes componentes: matéria orgânica, plástico, vidro, papel e papelão, alumínio, metais, eletrônicos, pano, trapo, couro e borracha, madeira e isopor. Após o processo de separação as frações foram pesadas separadamente com o auxílio de uma balança portátil, conforme a Figura 2, para posterior determinação da porcentagem de cada componente na fração total.



Figura 2: Pesagem das frações de resíduos. Fonte: Autor do Trabalho.



RESULTADOS

Através dos dados coletados nos relatórios mensais elaborados pela administração do aterro sanitário de Capão da Canoa foi possível construir o gráfico apresentado na Figura 3. O gráfico apresenta a quantidade de resíduo gerado pela cidade de Xangri-lá no decorrer do ano de 2018, recolhido na coleta regular e seletiva. Os dados demonstram que há uma grande variação sazonal na quantidade de resíduos produzidos pela cidade, com um aumento significativo nos meses de janeiro e fevereiro. Observa-se também uma baixa significativa nos meses de maio, junho e julho com uma tendência de crescimento a partir do mês de agosto.

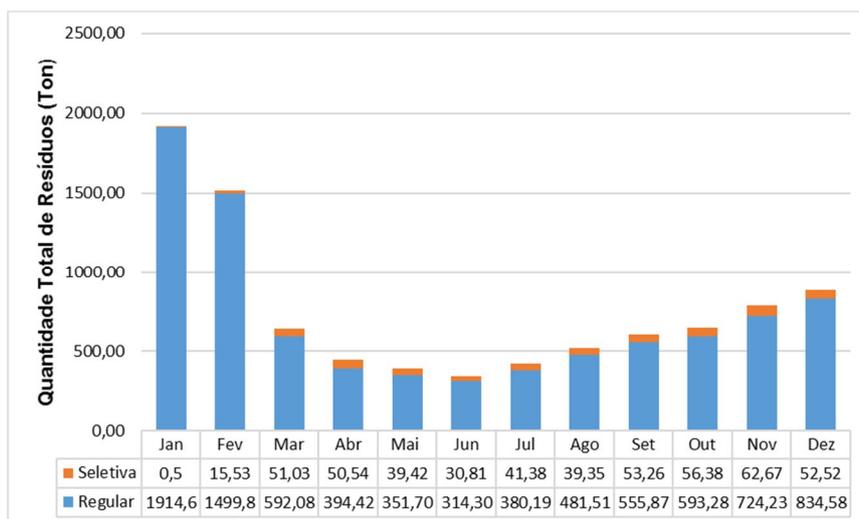


Figura 3: Gráfico da quantidade mensal de resíduos produzidos na cidade de Xangri-lá. Fonte: Autor do Trabalho.

O resultado da composição gravimétrica dos resíduos da cidade de Xangri-lá estão dispostos na Tabela 1 e 2. As tabelas mostram que em média 76,7% dos resíduos (em peso) destinados ao aterro sanitário são constituídos por matéria orgânica. O elevado percentual de matéria orgânica encontrada é decorrente da presença da coleta seletiva na cidade, que retira uma parcela dos resíduos recicláveis da corrente da coleta convencional. Além disso, de um modo geral os resíduos orgânicos apresentam como principal característica uma grande porcentagem de água na sua composição, o que torna essa fração dos RSUs mais pesada que resíduos como plásticos e papeis.

Apesar de a análise gravimétrica apontar a fração orgânica como majoritária nos resíduos de Xangri-lá, visualmente observa-se a presença de muitos materiais, como latinhas de alumínio e garrafas pets, que são leves, mas que ocupam um volume grande. Desta forma, visto que a cidade dispõe de coleta seletiva, a população deveria realizar a separação desses materiais. A análise visual dos resíduos vai de encontro com os dados apresentados no item anterior, pois a cidade destina uma quantidade muito pequena do montante total dos seus resíduos para a coleta seletiva.

Tabela 1. Resultado da composição gravimétrica dos resíduos de Xangri-lá no Inverno. Fonte: Autor do Trabalho.

Componente	Inverno Mar (%)	Inverno Serra (%)	Média Inverno (%)
Matéria Orgânica	78,31	76,34	77,34
Plástico	7,06	11,70	9,36
Vidro	6,42	0,00	3,21
Papel e Papelão	4,49	7,38	6,00
Alumínio	0,64	0,51	0,55
Metais	0,77	0,76	0,76
Pano e trapos	1,93	2,80	2,36
Madeira	0,00	0,00	0,00
Isopor	0,39	0,51	0,41
Total	100,00	100,00	100,00

**Tabela 2. Resultado da composição gravimétrica dos resíduos de Xangri-lá no Verão. Fonte: Autor do Trabalho.**

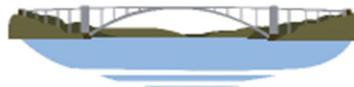
Componente	Verão Serra (%)	Verão Mar (%)	Média Verão (%)
Matéria Orgânica	73,36	78,75	76,06
Plástico	12,16	9,11	10,64
Vidro	2,32	6,83	4,58
Papel e Papelão	5,98	3,42	4,70
Alumínio	0,97	0,19	0,58
Metais	1,35	0,00	0,68
Pano e trapos	2,32	0,76	1,54
Madeira	0,77	0,00	0,39
Isopor	0,77	0,95	0,86
Total	100,00	100,00	100,00

CONCLUSÕES

Observa-se que apesar da cidade possuir coleta seletiva, uma grande quantidade de resíduos recicláveis é destinada ao aterro sanitário. Assim verifica-se a necessidade de um processo de conscientização da população para evitar que esse tipo de material que pode ser reciclado acabe sendo disposto no aterro sanitário. Além das questões ambientais, a separação correta dos resíduos recicláveis apresenta um papel social, visto que várias pessoas dependem da venda destes materiais para sobreviver. Então, quanto mais resíduos forem destinados à coleta seletiva, maior será a renda desta parcela da população da cidade e conseqüentemente melhor será a qualidade de vida dessas pessoas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abdel-Shafy, H. I.; Mansour, M. S. M. **Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization.** Egyptian Journal of Petroleum, v. 27, n. 4, p. 1275–1290, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110062118301375>. Acesso: 26 de abril de 2019.
2. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR: 10007: Amostragem de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
3. Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE). **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado.** São Paulo: CEMPRE, 2018.
4. Couto, N., Silva, V., Cardoso, J., Rouboaa, R. **2nd law analysis of Portuguese municipal solid waste gasification using CO₂/air mixtures.** Journal of CO₂ Utilization, v. 20, p. 347–356, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212982016300567>. Acesso: 26 de abril de 2019.
5. Czajczyńska, D., L. Anguilano, L., Ghazal, H., Krzyzyska, R., Reynolds, A. J., Spencer, N., Jouhara, H. **Potential of pyrolysis processes in the waste management sector.** Thermal Science and Engineering Progress, v. 3, p. 171–197, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451904917300690>. Acesso: 26 de abril de 2019.
6. DENG, N., Zhang, Q., He, G., Cui, W., Chen, G., Song, C. **Simulation analysis and ternary diagram of municipal solid waste pyrolysis and gasification based on the equilibrium model.** Bioresource Technology, v. 235, p. 371–379, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852417303449?via%3Dihub>. Acesso: 26 de abril de 2019.
7. Genuino, D. A. D.; Luna, M. D. G.; Capareda, S. C. **Improving the surface properties of municipal solid waste-derived pyrolysis biochar by chemical and thermal activation: Optimization of process parameters and environmental application.** Waste Management, v. 72, p. 255–264, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X17308784>. Acesso: 26 de abril de 2019.
8. Gupta, N.; Yadav, K. K.; Kumar, V. **Review on scenario of municipal solid waste management in India.** Journal of Environmental Sciences, v. 37, n. 3, p. 561–565, 2015.
9. Pessin, N., Conto, S. M., Telh, M., Cadore, J., Rovatti, D., Boff, R. E. **Composição gravimétrica de resíduos sólidos urbanos: estudo de caso – município de Canela – RS.** Anais Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 30. AIDIS, 2006. p.1-6. Disponível em: http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/BR05416_Pessin.pdf. Acesso: 26 de abril de 2019.
10. Ramos, A., Monteiro, E., Silva, V., Rouboa, A. **Co-gasification and recent developments on waste-to-energy conversion: A review.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 81, p. 380–398, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032117310936>. Acesso: 26 de abril de 2019.



11. Sharholy, M., Ahmad, K., Mahmood, G., Trivedi, R. C. **Municipal solid waste management in Indian cities - A review.** Waste Management, v. 28, p. 459–467, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X07000645>. Acesso: 26 de abril de 2019.
12. Shonhiwa, C. **An assessment of biomass residue sustainably available for thermochemical conversion to energy in Zimbabwe.** Biomass and Bioenergy, v. 52, p. 131–138, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953413001050>. Acesso: 26 de abril de 2019.
13. Suthar, S.; Rayal, P.; Ahada, C. P. S. **Role of different stakeholders in trading of reusable/recyclable urban solid waste materials: A case study.** Sustainable Cities and Society, v. 22, p. 104–115, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670716300130>. Acesso: 26 de abril de 2019.
14. TAHERYMOOSAVI, S., Verheyen, V., Munroe, P., Joseph, S., Reynolds, A. **Characterization of organic compounds in biochars derived from municipal solid waste.** Waste Management, v. 67, p. 131–142, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X1730435X?via%3Dihub>. Acesso: 26 de abril de 2019.