

**RESÍDUOS SÓLIDOS RECICLÁVEIS EM UNIVERSIDADE: QUANTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA**

Karine Zucco Salton*, Amanda Stringuetta Galo, Thiago Moreschi, Tatiane Cristina Dal Bosco, Cristiane Yoshie Hirakuri.

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina, karynesalton@gmail.com.

RESUMO

Com a crescente geração de resíduos sólidos, também há uma crescente preocupação com a sua destinação. Conforme o Decreto nº 5.940/2006, as instituições públicas federais são obrigadas a implantar a Coleta Seletiva Solidária, a fim de que os resíduos sejam separados na fonte e destinados a cooperativas de catadores. Na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina, em que o estudo foi realizado, a Coleta Seletiva Solidária foi implantada em 2012 e, desde então, ações são realizadas para a correta segregação dos resíduos na fonte e o correto gerenciamento dos resíduos sólidos, bem como a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS). Assim, as características físicas dos resíduos sólidos gerados na instituição precisam ser determinadas para orientar a destinação dos resíduos e as ações de sensibilização em prol da coleta seletiva. Neste trabalho, objetivou-se quantificar os resíduos recicláveis gerados ao longo de uma semana na UTFPR – Campus Londrina e determinar a geração per capita, a composição gravimétrica e a massa específica. Realizou-se uma amostragem representativa dos resíduos por meio do quarteamento e, em seguida, os resíduos foram segregados, pesados e o volume ocupado por eles foi observado. Constatou-se que a geração per capita dos resíduos recicláveis foi de 3,548 g hab dia⁻¹ e que os resíduos gerados em maior proporção, em massa, são: o papel, o papelão e o plástico. Foram segregados e contados os copos descartáveis junto aos recicláveis. Encontrou-se quarenta e cinco copos. Sabendo-se que a amostragem abrangeu apenas 25% da massa total, em razão do quarteamento, por estimativa, teve-se a geração de cento e oitenta copos em uma semana. Tendo em vista que na Universidade encontram-se duas mil e duzentas pessoas por dia, o número de copos é significativamente pequeno. Isso indica que as campanhas de sensibilização e o estímulo ao uso de canecas próprias tem grande efetividade. Quanto à massa específica dos resíduos, obteve-se grande divergência em relação a dados da literatura, o que aponta para a necessidade de determinação deste parâmetro considerando a realidade do gerador. Concluiu-se que a quantidade de resíduos recicláveis gerados ao longo de uma semana no Campus diminuiu em comparação a um estudo semelhante realizado no ano de 2015, comprovando a efetividade da adoção de práticas mais sustentáveis que visam à minimização dos resíduos.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos recicláveis, coleta seletiva, composição gravimétrica, geração per capita, massa específica.

ABSTRACT

With the growing generation of solid waste, there is also a growing concern about its destination. According to Decree No. 5.940 / 2006, federal public institutions are obliged to implement Solidary Selective Collection, in order that the waste be separated at source and destined to collectors' cooperatives. At the Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Londrina, where the study was carried out, Solidary Selective Collection was implemented in 2012 and, since then, actions have been carried out for the correct segregation of waste at the source and the correct management of solid wastes as well such as the elaboration of the Solid Waste Management Plan (PGRS). Thus, the physical characteristics of the solid waste generated in the institution must be determined to guide the destination of the waste and the actions of sensitization in favor of the selective collection. In this paper, the aim was to quantify the recyclable waste generated over a week in UTFPR - Campus Londrina and to determine per capita generation, gravimetric composition and specific mass. A representative sampling of the residues was carried out by means of the "quarteamento" and then the residues were segregated, weighed and the volume occupied by them was observed. The per capita generation of recyclable waste was reported to have been 3,548 g per person per day, and that waste generated in the largest proportion by mass is: paper, cardboard and plastic. The disposable plastic cups were segregated and counted. It was found forty-five cups. Knowing that sampling covered only 25% of the total mass, due to the "quarteamento", by estimation, one hundred and eighty cups were generated in one week. Considering that there are two thousand and two hundred people per day in the University, the number of cups is significantly small. This indicates that awareness campaigns and the encouragement of the use of own mugs have great effectiveness. Regarding the specific mass of the waste, a great divergence was obtained in relation to data from the literature, which points to the necessity of determining this parameter considering the reality of the generator. It was concluded that the amount of recyclable waste generated during a week in the Campus decreased compared to a similar study carried out in the year 2015, proving the effectiveness of adopting more sustainable practices aimed at minimizing waste.



KEYWORDS: Recyclable waste, selective collection, gravimetric composition, per capita generation, specific mass.

INTRODUÇÃO

O Decreto nº 5.940/2006 (BRASIL, 2006) prevê a obrigatoriedade dos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta de separarem os resíduos recicláveis na fonte, por meio da Coleta Seletiva Solidária (CSS). Muitas universidades estão inserindo a sustentabilidade em suas políticas e implantando em seus Câmpus a CSS (CARVALHO, 2015).

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina conta com um sistema de coleta seletiva implantado desde 2012, com segregação dos resíduos nas diferentes fontes geradoras (salas de aula, corredores, laboratórios, setores administrativos, entre outros) e a destinação dos resíduos recicláveis para cooperativas de catadores. Para tanto, conta-se com amplo trabalho de sensibilização e orientação da comunidade acadêmica (DAL BOSCO e PRATES, 2017).

O monitoramento quantitativo dos resíduos gerados em uma instituição de ensino é fundamental para subsidiar a tomada de decisões relacionada ao gerenciamento de resíduos e, no caso em estudo, proporcionar a elaboração e a atualização do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS). Da mesma forma, as características físicas precisam ser determinadas para orientar a destinação dos resíduos e as ações de sensibilização em prol da coleta seletiva.

Para o sucesso de qualquer programa de gerenciamento de resíduos é fundamental conhecer detalhadamente o que se gera para planejar todo o sistema de gestão. Este planejamento deve considerar os conceitos indispensáveis de não geração e redução da geração de resíduos, além de definir como será a coleta, o transporte, a reciclagem e a destinação final dos resíduos, envolvendo a participação e a responsabilidade compartilhada entre o poder público, as pessoas envolvidas na geração (população) e o setor produtivo (REZENDE et al., 2013). PAVAN (2008) destaca que a gestão integrada de resíduos sólidos, conjunto de rotinas e normas relacionadas à coleta, acondicionamento e destino final de resíduos, incorpora a responsabilidade e o envolvimento da comunidade. Um programa de gestão integrada de resíduos sólidos (PGIRS) inclui a separação na origem, controle e redução dos riscos ambientais, minimização da geração, coleta, correto manuseio, tratamento e destino final e sensibilização da comunidade envolvida.

Dentre as características dos resíduos sólidos que devem ser determinadas pode-se destacar a geração per capita, a composição gravimétrica e a massa específica.

Conforme o Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, a geração per capita relaciona a quantidade de resíduos urbanos gerada diariamente e o número de habitantes de determinada região, a composição gravimétrica traduz o percentual de cada componente em relação ao peso total da amostra de lixo analisada, e a massa específica é o peso do lixo solto em função do volume ocupado livremente, sem qualquer compactação, expresso em kg/m^3 , onde sua determinação é fundamental para o dimensionamento de equipamentos e instalações.

Para a determinação destas características, faz-se necessária a amostragem representativa destes resíduos. Segundo recomendações da NBR 10.007 (ABNT, 2004) o método para esta amostragem representativa é intitulado “quarteamento”, que consiste em um processo de divisão em quatro partes iguais de uma amostra pré-homogeneizada, sendo tomadas duas partes opostas entre si para constituir uma nova amostra. As partes restantes são descartadas e as partes não descartadas são misturadas totalmente e o processo de quarteamento é repetido até que se obtenha o volume desejado para análise.

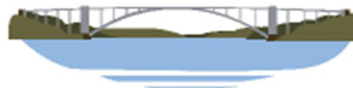
Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar fisicamente os resíduos recicláveis gerados ao longo de uma semana pela comunidade acadêmica da UTFPR Câmpus Londrina.

OBJETIVOS

O trabalho objetiva quantificar os resíduos recicláveis gerados ao longo de uma semana na UTFPR Câmpus Londrina e realizar a sua caracterização física no que diz respeito à geração per capita, composição gravimétrica e massa específica.

METODOLOGIA

Os resíduos recicláveis de uma semana, gerados na UTFPR Câmpus Londrina, foram retirados da Área de Transbordo Temporária (ATT) e todos os sacos foram colocados em círculo (Figura 1). Com vistas a realizar o quarteamento, segundo a NBR 10.007 (ABNT, 2007) utilizou-se uma trena e dividiu-se o montante de resíduos em quatro partes iguais. Pegou-



se, aleatoriamente, duas partes opostas, descartando as restantes. Repetiu-se este procedimento mais uma vez, de tal modo que a análise foi realizada com 25% dos resíduos totais.



Figura 1: Preparo dos resíduos sólidos para amostragem conforme o quarteamento (ABNT, 2004). Fonte: Autor do Trabalho.

Para a determinação da geração per capita dos resíduos recicláveis na Universidade, pesou-se todos os sacos amostrados com o auxílio de uma balança. Assim, a somatória do peso líquido de todos os sacos, multiplicado por 4 (tendo em vista que amostrou-se apenas 25% da geração total de resíduos), foi dividida pela quantidade de dias de geração (seis dias) e, depois, pelo número de alunos e servidores, conforme a equação 1:

$$Q_{rgh} = [(C_n / N) / P_b] * 4 \quad \text{equação (1)}$$

Onde,

Q_{rgh} = Resíduos gerados por habitante/dia estimados ($g \cdot hab^{-1} \cdot dia^{-1}$)

C_n = Peso líquido dos resíduos nos sacos (kg)

N = Número de dias de geração

P_b = Alunos e servidores (hab)

Em seguida, separou-se todo o material conforme as categorias: papel, plástico, papelão, metal, isopor, espuma, rejeito, embalagem cartonada e pesou-se cada um deles, a fim de determinar a composição gravimétrica dos resíduos. Em seguida, calculou-se o percentual em relação à massa total amostrada.

Além disso, por conta da grande campanha de sensibilização realizada anualmente na Universidade visando minimizar o consumo de copos descartáveis, contou-se a quantidade de copos descartáveis encontrados em meio aos resíduos recicláveis.

Utilizando-se um balde de 12 L, os resíduos, separados por tipo, foram pesados, de modo a determinar a massa específica de cada categoria. Para o cálculo da massa específica utilizou-se a equação 2:

$$M_e = m/v \quad \text{equação (2)}$$

Onde,

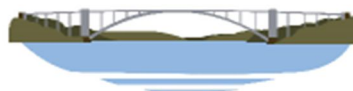
M_e = Massa específica da amostra ($kg \cdot L^{-1}$)

m = Massa da amostra (kg)

v = Volume da amostra

RESULTADOS

Atualmente, a população da Universidade estudada consiste em aproximadamente duas mil e duzentas pessoas. Na Tabela 1 apresenta-se o quantitativo de resíduos recicláveis gerados em uma semana (seis dias úteis), com destaque para o valor obtido por meio da amostragem e o estimado a partir do quarteamento realizado.

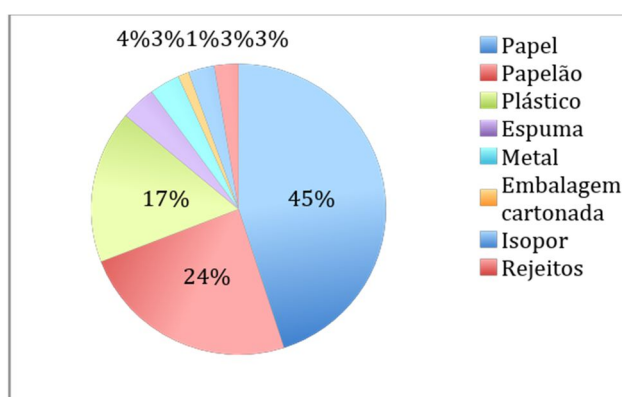
**Tabela 1. Massa dos resíduos amostrados em kg e estimativa do valor total****Fonte: Autor do trabalho.**

Amostras	Massa (kg)
1	3,275
2	0,260
3	0,850
4	2,265
5	0,720
6	1,200
7	1,550
8	0,175
9	1,415
MÉDIA	1,301
TOTAL 25%	11,710
TOTAL 100 %	46,840

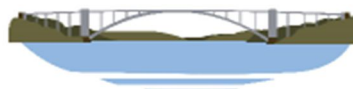
Nota-se que a geração em massa de resíduos recicláveis no Câmpus estudado é estimado em 46,840 kg. Yoshida (2016a) realizou este monitoramento em 2015 e observou, na mesma Universidade, que em cinco semanas a geração semanal variou de ~ 60 a 150 kg por semana. A diferença do observado no presente estudo em relação ao trabalho de Yoshida (2016a) pode ser explicada pelo fato de que em 2016, nos banheiros, era disponibilizado papel para secagem de mãos, que foram substituídos, em 2017, por secadores a ar. Além disso, desde 2018, o Câmpus passou a contar com a implantação de sistema eletrônico de informações, o que resultou na diminuição de processos tramitados de maneira impressa. Deve-se considerar também que épocas diferentes de amostragem, bem como condições socioeconômicas, podem influenciar na quantidade de resíduos geradas.

A partir da equação 1 observa-se que a geração per capita de resíduos recicláveis na UTFPR Campus Londrina é de 3,548 g hab⁻¹ dia⁻¹. Yoshida (2016b) determinou a geração per capita em um colégio (ensino fundamental e médio) e observou um valor de 90 g por semana. Esta diferença pode estar relacionada ao fato de que no presente estudo não foram computados os resíduos gerados no restaurante universitário e também em virtude das atividades desenvolvidas nos dois ambientes, que são distintas, de certo modo, assim como a faixa etária do público.

Na Figura 2 pode-se observar a composição gravimétrica dos resíduos recicláveis da UTFPR Campus Londrina.

**Figura 2: Composição gravimétrica dos resíduos recicláveis do Campus Londrina. Fonte: Autor do Trabalho.**

Percebe-se, na Figura 2, que os resíduos gerados em maior quantidade são: o papel, o papelão e o plástico. Conforme Biluca (2014), em estudo realizado em uma Universidade, os resíduos recicláveis mais encontrados também foram o papel, o plástico e o papelão. Segundo Yoshida (2016a), na mesma Universidade em que o presente estudo foi realizado, a média de rejeitos observados junto aos recicláveis, em decorrência de equívocos na segregação dos resíduos, era de aproximadamente 12% em peso dos resíduos amostrados. Portanto, conforme a Figura 2, nota-se que ocorreu uma redução de aproximadamente 9% de rejeitos junto aos recicláveis. Isso indica que as ações de sensibilização que vem sendo realizadas no Câmpus têm efetividade e resultam na melhor qualidade dos resíduos recicláveis gerados e encaminhados à cooperativa de catadores que coleta o material. Ressalta-se que quanto menor o índice de rejeitos junto aos recicláveis, melhor, pois estes contaminam os resíduos que poderiam ser classificados como recicláveis e podem comprometer a sua reciclagem.



Encontrou-se, dentre os resíduos recicláveis, sete copos biodegradáveis e trinta e oito plásticos descartáveis, totalizando quarenta e cinco copos. Sabendo-se que a amostragem abrangeu apenas 25% da massa total, portanto para 100%, seriam encontrados, por estimativa, cento e oitenta copos no total. Tendo em vista que na Universidade encontram-se duas mil e duzentas pessoas, o número de copos é significativamente pequeno, considerando-se o período de uma semana. Isso indica que as campanhas de sensibilização e estímulo ao uso de canecas próprias tem grande efetividade.

Sabendo-se de sua importância na coleta, no transporte e na disposição final de resíduos, calculou-se a massa específica com o auxílio da equação 2. Os resultados encontrados estão demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2. Massa específica dos resíduos recicláveis amostrados.

Fonte: Autor do trabalho.

CATEGORIA	Massa (kg)	VOLUME (m ³)	MASSA ESPECÍFICA (kg/m ³)	Peso específico de acordo com Tchobanoglous e Vigil (1993) (kg/m ³)
Papel	5,270	0,144	36,597	42-131
Plástico	1,990	0,114	17,456	42-131
Papelão	2,825	0,108	26,157	42-80
Espuma	0,450	0,031	14,516	-
Metal	0,390	0,012	32,500	50-160
Embalagem Cartonada	0,140	0,006	23,333	30,6
Isopor	0,335	0,013	25,769	-
Rejeitos	0,310	0,010	31,000	88-160

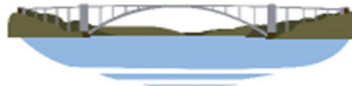
Verificou-se que nenhuma das massas específicas estão de acordo com a literatura citada na Tabela 2. Isso reforça a importância de se conhecer esta informação para o correto dimensionamento dos elementos que compõe o gerenciamento de resíduos sólidos, tendo em vista a variabilidade e as características dos materiais (ZVEIBIL, 2001).

CONCLUSÕES

Concluiu-se que a quantidade de resíduos recicláveis gerados ao longo de uma semana na UTFPR Campus Londrina diminuiu em comparação a um estudo semelhante realizado no ano de 2015, comprovando a efetividade da adoção de práticas mais sustentáveis que visam à minimização dos resíduos. Os resíduos recicláveis amostrados encontravam-se limpos e sem odor forte, com predominância de papel, plástico e papelão. Por fim, a análise da massa específica demonstrou a importância deste parâmetro ser determinado de acordo com a realidade do gerador de resíduos, tendo em vista sua variabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). (2004) **NBR 10007: Amostragem de resíduos**. Rio de Janeiro: ABNT
- BILUCA, J. **Diagnóstico da situação atual dos resíduos gerados na universidade tecnológica federal do paraná, campus francisco Beltrão**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Francisco Beltrão, 2014.
- BRASIL, Decreto nº 5.940, de 25 de outubro de 2006. **Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação as associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências**.
- DAL BOSCO, T. C.; PRATES, K. V. M. C. **Manual para Instalação e Manutenção da Coleta Seletiva Solidária**. Paco Editorial, 2017.
- GONÇALVES, M. S.; KUMMER, L.; SEJAS, M. I.; RAUEN, T. G.; BRAVO, C. E. C. **Gerenciamento de resíduos sólidos na Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Francisco Beltrão**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, n.15, p. 79-84, 2010.
- Manual de Gerenciamento Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos**.
- Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil**. Manual. São Paulo. p.120. 2014.
- PAVAN, M.O. **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. (Online), 2008.
- REZENDE, J. H; CARBONI, M; MURGEL, M. A. d. T. **Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP): Gravimetric composition and specific weight of urban solid waste in Jaú (SP)**. 2011. 8 f.



Dissertação (Mestrado) - Curso de Ecologia e Recursos Naturais, EngSanitAmbient, Faculdade de Tecnologia de Jahu, Jaú-sp, 2013.

10. TCHOBANOGLIOUS, G. T.H.; VIGIL, S. **IntegratedSolidWaste Management EngineeringPrinciplesand Management Issues**. McGrall-Hill, Inc., New York, 1993.
11. YOSHIDA, S. E. **Resíduos sólidos recicláveis da UTFPR Câmpus Londrina: Composição gravimétrica e qualidade de segregação**. 2015. 9 f. Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2016a.
12. YOSHIDA, Y. M. R. **Caracterização física de resíduos sólidos gerados em ambiente escolar e eficiência de estratégias de sensibilização na qualidade de segregação na fonte**. 2016. 119 f. Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2. – Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina. Londrina, 2016b.
13. ZVEIBIL, V. Z. (Coordenação técnica). **Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República. Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2001. 200 p.