

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS RECICLÁVEIS GERADOS AO LONGO DE UMA SEMANA NA UTFPR LONDRINA

Yasmin Santos Alves¹
Tatiane Cristina Dal Bosco²

Reciclagem e Gerenciamento de Resíduos

Resumo

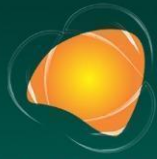
A crescente geração de resíduos sólidos leva ao aumento da preocupação com sua devida segregação e destinação. O Decreto Federal nº 10.936/2022 determina a obrigatoriedade das instituições públicas implantarem a Coleta Seletiva Cidadã, separando na fonte e doando resíduos recicláveis a cooperativas de catadores. Na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina, esse sistema de coleta seletiva foi implementado em 2012, acompanhado pela elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS). Este trabalho visou quantificar os resíduos recicláveis gerados em uma semana na UTFPR – Campus Londrina, no primeiro semestre de 2024, determinando a geração per capita, a composição gravimétrica e a massa específica. A amostragem foi realizada por quarteamento, seguida de segregação, pesagem e determinação do volume dos resíduos. A geração *per capita* estimada dos resíduos recicláveis foi de 0,0112 kg/hab.dia, predominando papel, papelão e plástico. Foram contados 222 copos descartáveis na amostragem de 50%, estimando-se 444 copos semanais para cerca de duas mil pessoas, um número que reforça a necessidade de campanhas de sensibilização para que a comunidade acadêmica use as canecas que são distribuídas a todos no momento de ingresso na UTFPR. As massas específicas apresentaram divergências em relação à literatura, destacando a importância da determinação *in loco* para o correto gerenciamento dos resíduos. Concluiu-se que a quantidade de resíduos recicláveis gerados semanalmente aumentou em comparação a um estudo de 2019, indicando a necessidade de intensificar ações de conscientização para reduzir o consumo e buscar a melhoria contínua do descarte, a fim de oferecer à cooperativa um material de qualidade e evitar problemas sanitários.

Palavras-chave: Coleta Seletiva; Educação Ambiental; Gravimetria.

¹ Aluna do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina, yasmintosalves@alunos.utfpr.edu.br

² Docente do Departamento acadêmico de Engenharia Ambiental e Sanitária; Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina, tatianebosco@utfpr.edu.br

REALIZAÇÃO



INTRODUÇÃO

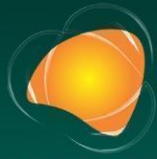
A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecida pela Lei Federal nº 12.305 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010), considera resíduos sólidos todos os materiais em estado sólido ou semissólido originados das atividades humanas e que eventualmente sejam descartados. Esta Política estabelece uma articulação institucional em torno de diretrizes e princípios para o gerenciamento adequado de resíduos sólidos, envolvendo os três níveis: o governo, o setor produtivo e a sociedade em geral (ANJOS, 2016).

O Decreto Federal nº 5.940/2006 (BRASIL, 2006), que obrigava órgãos públicos a separar resíduos recicláveis na fonte, a partir da Coleta Seletiva Solidária, foi revogado pelo Decreto Federal nº 10.936/2022 (BRASIL, 2022). Este novo decreto instituiu o Programa Coleta Seletiva Cidadã, mantendo a obrigação anteriormente estabelecida e a necessidade de que se faça a doação dos resíduos recicláveis às cooperativas ou associações de catadores.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina implantou esse sistema de coleta seletiva em 2012, segregando resíduos nas diversas fontes geradoras (salas de aula, corredores, laboratórios, setores administrativos, etc.) e destinando os recicláveis para cooperativas de catadores. Este sistema é sustentado por um amplo trabalho de sensibilização e orientação da comunidade acadêmica (DAL BOSCO e PRATES, 2017).

Dados mais recentes da ABRELPE (2022) indicam que a quantidade de resíduos sólidos gerados no Brasil atingiu aproximadamente 81,8 milhões de toneladas, o que equivale a cerca de 224 mil toneladas diárias. Esse índice na geração de resíduos, se não administrado corretamente, especialmente em grandes centros urbanos, pode gerar consequências em todas as etapas do gerenciamento, desde a segregação até a disposição final.

O monitoramento quantitativo dos resíduos sólidos em instituições de ensino configura-se como pilar fundamental para a construção de uma gestão de resíduos sólida



e eficaz, pautada nos princípios da sustentabilidade. A partir da coleta de dados precisos sobre a quantidade e tipo de materiais descartados, é possível subsidiar decisões estratégicas com base em informações concretas, norteadas pela elaboração e atualização do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), previsto na PNRS como obrigação legal a todos os grandes geradores de resíduos sólidos e geradores de resíduos perigosos (BRASIL, 2010).

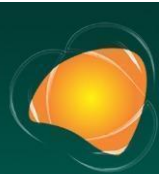
Com base no exposto, percebe-se a importância de que o gerenciamento de resíduos comece pela análise da composição gravimétrica dos materiais gerados *in loco*, a fim de se conhecer os resíduos gerados e fundamentar ações gerenciais subsequentes. Conforme Soares (2011) salienta, esses estudos viabilizam uma avaliação preliminar do impacto ambiental potencial, das possibilidades de reutilização, reciclagem e, até mesmo, valorização energética e orgânica dos resíduos.

A composição gravimétrica indica o percentual de cada material em relação ao peso total da amostra analisada, dela podendo decorrer outras análises, como a de massa específica, sendo o peso do material sem compactação e expresso em kg/m^3 (Rezende et al., 2013) e a de geração *per capita*, relacionando à quantidade de resíduos gerados e ao número de pessoas, em determinado período de tempo, que contribuíram para essa geração (Bidone; Povinelli, 1999).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização e a quantificação dos resíduos sólidos recicláveis gerados em uma semana na UTFPR Campus Londrina, no primeiro semestre de 2024.

METODOLOGIA

O estudo foi conduzido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina, cidade localizada ao norte do estado, no mês de março. No ano de 2024, a comunidade acadêmica contava com cerca de 2.000 pessoas entre servidores, alunos e funcionários terceirizados.



Os resíduos recicláveis analisados foram gerados ao longo de sete dias em todos os ambientes do campus, como salas de aula, banheiros, laboratórios, etc., e retirados da Área de Transbordo Temporário (ATT), local onde os resíduos são temporariamente armazenados antes de serem processados ou transportados para locais de tratamento ou disposição final. A fim de analisar 50% dos resíduos totais, seguindo a norma NBR 10.007 (ABNT, 2004), foi realizado o quarteamento, da seguinte forma: os sacos foram colocados em círculo e, utilizando uma trena, dividiu-se o montante em quatro partes iguais. Em seguida, foram selecionadas, aleatoriamente, duas partes opostas, descartando as demais, conforme observado na Figura 1.

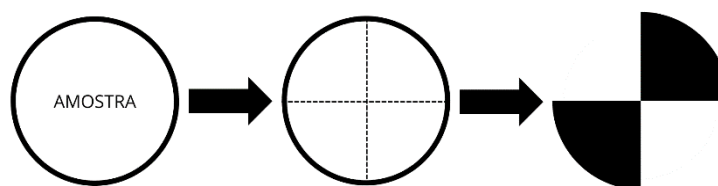


Figura 1: Ilustração do processo de quarteamento.

Fonte: Autoria própria (2024).

Para determinar a geração per capita dos resíduos recicláveis, os sacos foram pesados com o auxílio de uma balança. A somatória total do peso líquido foi dividida pela quantidade de dias de geração e pelo número de pessoas da comunidade acadêmica, conforme a equação 1:

$$\text{Geração per capita (kg/hab. dia)} = \frac{\Sigma \text{Peso líquido (kg)}}{\text{dias de geração} * n^{\circ} \text{ pessoas}} \quad (1)$$

Após a pesagem, o material foi separado de acordo com as seguintes categorias: papel, papelão, plástico, metal, isopor, vidro, rejeito, embalagem cartonada, e foram novamente pesados, dentro de baldes graduados, possibilitando o cálculo do percentual de cada categoria em relação à massa total da amostra, e consequentemente a determinação



da composição gravimétrica dos resíduos, além da massa específica de cada categoria, conforme a equação 2:

$$\text{Massa Específica (kg/L)} = \frac{\text{massa resíduo (kg)}}{\text{dias de geração} * n^{\circ} \text{ pessoas}} \quad (2)$$

Destaca-se que, no momento da segregação dos resíduos em categorias, também foi contado o número de copos descartáveis gerados naquela semana, encontrados nos 50% de resíduos amostrados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do quarteamento, obteve-se 33 sacos de materiais recicláveis, que variavam de 30 a 100 L, com uma média de 2,7 kg/saco, totalizando aproximadamente 78,5 kg de resíduos recicláveis gerados durante uma semana e 222 copos descartáveis. Com esses valores obtidos para a amostragem de 50% calculou-se a estimativa de geração para 100% dos resíduos, que foi de aproximadamente 157 kg/semana. Deste modo, a geração *per capita* estimada para o total de resíduos foi de 0,0112 kg/hab.dia.

Salton et al. (2019) realizaram um estudo semelhante, no mesmo Campus, em 2019, e estimaram que a geração semanal era de 48,840 kg. Já Yoshida (2016), em 2015, observou que, ao longo de cinco semanas, a geração semanal variou de 60 a 150 kg de resíduos recicláveis. Nota-se, portanto, um aumento na taxa de geração semanal em relação ao estudo mais recente, diferença que pode ser explicada pelos novos hábitos de consumo pós pandemia, principalmente de alimentos industrializados, sempre envoltos em embalagens plásticas, garrafas e produtos descartáveis. Além disso, o estudo foi realizado no primeiro mês de aula, época em que o fluxo de novos alunos no Campus é maior, além de eventos de recepção e *coffee-breaks*. Outra diferença diz respeito à disponibilidade de papel toalha para a secagem de mãos nos banheiros, prática que foi



retomada após a pandemia e que, em 2017, havia sido eliminada e substituída por secadores a ar.

Na Tabela 1 retrata-se a quantidade de resíduos gerados durante uma semana, demonstrando o total amostrado e o estimado.

Tabela 1: Quantidade de resíduos gerados na UTFPR Campus Londrina no primeiro semestre de 2024.

Categoria	Massa (kg)
Papel	46,48
Papelão	6,6
Plástico	19,86
Metal	2,58
Isopor	0,4
Vidro	0,24
Rejeito	1,76
Embalagem Cartonada	0,54
Total 50%	78,46
Total 100%	156,92

Na Figura 2 pode ser observada a composição gravimétrica da amostra analisada.

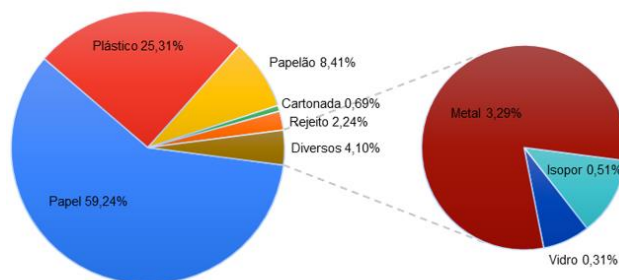


Figura 2: Composição Gravimétrica da amostra.

Fonte: Autoria própria (2024).



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

Nota-se que papel, plástico e papelão são gerados em maior quantidade, o que já era esperado, pois trata-se de uma instituição de ensino, onde o consumo e descarte de papel é mais comum. Os estudos de Bresolin et al. (2014), realizado na UTFPR-MD, de Yoshida (2016), realizado na UTFPR-LD e de Pereira et al. (2020), realizado na UTFPR-FB, também mostraram predomínio de geração dessas três categorias de resíduos recicláveis.

Apesar das ações de conscientização existentes no Campus, incluindo a distribuição de canecas para todos aqueles que ingressam no Campus (estudantes e servidores) e de não serem oferecidos copos descartáveis na cantina e no restaurante universitário, o número estimado foi de 444 copos. A geração *per capita* foi estimada em 0,0317 copos/hab.dia, um valor baixo considerando uma semana de geração e duas mil pessoas por dia. Alguns desses copos encontrados continham identificações que remetiam a experimentos laboratoriais, cujo uso, muitas vezes, é inevitável, fato que pode explicar a quantidade desse resíduo encontrado. Em 2019, no trabalho de Salton et.al (2019) estimou-se a geração de 180 copos para o mesmo período e quantidade de pessoas.

Constatou-se que 1,76 kg, ou seja, 2,24% da amostra ou o equivalente à estimativa de 4,48% da geração total, foi considerado rejeito, uma vez que a segregação não foi possível devido à contaminação, pois havia a presença de restos de alimentos, cascas de frutas, chicletes/balas e papéis sujos nos coletores destinados aos resíduos recicláveis. Segundo Yoshida (2016), em um estudo realizado na mesma universidade, a média de rejeitos era de aproximadamente 12% da amostra. Já Salton et Al. (2019), em um estudo posterior, observaram uma redução de 9% dos rejeitos em relação ao estudo de Yoshida (2016), indicando a efetividade das ações de sensibilização realizadas no Campus. No entanto, a presença atual de rejeitos junto aos recicláveis no presente estudo indica a necessidade de intensificação de ações de conscientização, visando à melhoria contínua da qualidade do material destinado às cooperativas de catadores.

As massas específicas de cada categoria foram calculadas de acordo com a equação 2, e os resultados encontrados estão apresentados na Tabela 2.



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

Tabela 2: Massa específica dos resíduos amostrados (kg/m³)

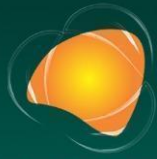
Categoria	Massa (kg)	Volume (m³)	Média (kg/m³)	Tchobanoglous e Vigil (1993)	Worrel e Vesilind (2012)
Papel	46,48	1,757	26,454	42 - 131	415 - 445
Papelão	6,6	0,2406	27,431	42 - 80	207
Plástico	19,86	0,8796	22,578	42 - 131	42 -131
Metal	2,58	0,079	32,658	50 - 160	30 - 44
Isopor	0,4	0,048	8,333	-	-
Vidro	0,24	0,012	20,00	160 - 481	-
Rejeito	1,76	0,013	135,385	88 - 160	89 -178
Embalagem Cartonada	0,54	0,023	23,478	30,6	-

Observa-se que apenas a massa específica do rejeito está de acordo com a literatura, enquanto as demais possuem valores discrepantes, reforçando ainda mais a necessidade de conhecer esse parâmetro para o correto gerenciamento da coleta, armazenamento e disposição final (Rezende et al., 2013).

Comparando os resultados do presente estudo com o de Worrel e Vesilind (2012), apenas metal e rejeito se aproximaram dos dados observados por eles, comportamento que pode se justificar pelo fato dos autores terem trabalhado com resíduos sólidos urbanos. Dessa forma, a determinação dos dados *in loco* é a melhor forma de garantir a precisão do dimensionamento de elementos essenciais ao gerenciamento dos resíduos sólidos.

CONCLUSÕES

A partir da caracterização física dos resíduos recicláveis gerados na UTFPR Campus Londrina, durante a semana analisada, estimou-se que foram gerados



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

aproximadamente 157 kg, prevalecendo a presença de papel, plástico e papelão. Concluiu-se que a quantidade de resíduos recicláveis gerados semanalmente aumentou se comparado a um estudo semelhante no ano de 2019, evidenciando a necessidade, reforço e intensificação de ações de conscientização para redução do consumo, além do descarte de maneira correta, de forma a evitar a contaminação dos resíduos, odores e atração de vetores.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Comissão de Gestão de Resíduos Sólidos da UTFPR Campus Londrina, pelo apoio na coleta dos dados aqui analisados, e aos estudantes Camila Couto da Costa e Leonardo Machado pela colaboração na obtenção dos dados durante a gravimetria.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022**. Disponível em: <<https://www.abrema.org.br/panorama/>>. Acesso em 25/06/2024.

ANJOS, J. T. dos. **Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Para Uma Instituição Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Goiás**. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Gestão Pública da Universidade de Brasília. Brasília: UnB, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABTN. **Norma Brasileira NBR nº 10007: Amostragem de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.

BIDONE, F.R.A.; POVINELLI, J. (1999) **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos: EESC; USP.

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**.

BRASIL, Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. **Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**.



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

BRASIL, Lei nº 12.305, de 2 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, DF, 3 ago. 2010.

BRESOLIN, A. C., DURKS, A. F., PIETROBON, J. **Caracterização os Resíduos Sólidos Gerados na Universidade Tecnológica do Paraná – Câmpus Medianeira.** Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. Medianeira, PR, 2014.

DAL BOSCO, T. C.; PRATES, K. V. M. C. **Manual para Instalação e Manutenção da Coleta Seletiva Solidária.** Paco Editorial, 2017.

PEREIRA, I. C; LUI, E. S; RIBEIRO, P. S. d. C; C, M; V, C. N. **Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Gerados no Campus da UTFPR Francisco Beltrão: Ferramenta Para Aprimorar A Gestão de Resíduos no Campus.** 11º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos. Porto Alegre. 2020. Disponível em:

<<https://institutoventuri.org/ojs/index.php/FIRS/article/view/84>>. Acesso em 26/06/2024.

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. 6 IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais Dissertação (Mestrado) - Curso de Ecologia e Recursos Naturais, EngSanitAmbient, Faculdade de Tecnologia de Jahu, Jaú-sp, 2013.

SALTON, K. Z. *et al.* **Resíduos Sólidos recicláveis em Universidade: Quantificação e Caracterização Física.** Ibeas - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. Londrina, 2019.

SOARES, E. L. S. F. **Estudo da Caracterização Gravimétrica e Poder Calorífico dos Resíduos Sólidos Urbanos.** Dissertação. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, COOPE da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UFRJ, 2011.

TCHOBANOGLIOUS, G. T.H.; VIGIL, S. **Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues.** McGrall-Hill, Inc., New York, 1993.

WORRELL, W. A.; VESILIND, P. A. **Solid Waste Engineering.** Cengage Learning, n.2. Stamford, CT, USA. 2012.

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, 2016.