

## I-037 - ANÁLISE GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NÃO RECICLADOS ORIUNDOS DAS COOPERATIVAS DA CIDADE DE LONDRINA-PR

**Victória Alves Lourenço<sup>(1)</sup>**

Graduada em Administração pela Universidade Estadual de Londrina.

**Lilian Aligleri<sup>(2)</sup>**

Doutora em Ciências no Programa de Administração da Universidade de São Paulo. Docente do Departamento de Administração da Universidade Estadual de Londrina. Coordenadora do grupo de pesquisa cadastrado no CNPQ sobre Gestão de Resíduos Sólidos Recicláveis na cidade de Londrina-PR

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rodovia Celso Garcia Cid – PR 445, km 380 – Cidade Universitária/Departamento de Administração/CESA – São Paulo - Paraná - - CEP: 86057-970 - Brasil - Tel: +55 (43) 33714275 - e-mail: lilian.aligeri@uel.br

### **RESUMO**

Este estudo teve o objetivo de caracterizar os resíduos sólidos urbanos não reciclados oriundos das cooperativas, através do método da composição gravimétrica, no município de Londrina-Paraná. Para isso, foi realizada uma pesquisa aplicada, descritiva com enfoque quantitativo dividida em duas fases: a primeira, por meio de uma pesquisa de campo na Cooperoeste – Cooperativa dos Catadores de Materiais Recicláveis e Resíduos Sólidos da Região Oeste de Londrina e, a segunda fase, foi desenvolvida essencialmente por meio de pesquisa bibliográfica e documental a partir do estudo de Arrobas (2017) e de dados da coleta seletiva cedidos pela Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização (CMTU), órgão responsável pela gestão dos resíduos urbanos na cidade. Os dados revelam que 84% da massa dos materiais considerados rejeitos tem potencial de reciclagem e são encaminhados aos aterros por falta de mercado local para comercialização. Foi possível identificar ainda que tais rejeitos, além de aumentarem localmente o impacto ambiental dos resíduos e comprometer o espaço do aterro sanitário, geram uma despesa pública municipal de transporte no valor de R\$ 312 mil reais ao ano. O estudo possibilitou conhecer a face complexa do fenômeno urbano de geração de resíduos trazendo vários desafios para a gestão pública, tanto no que diz respeito a comercialização dos rejeitos das cooperativas que são destinados ao aterro, quanto na educação e conscientização dos municípios em relação a triagem e destino dos resíduos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos sólidos, cooperativas, coleta seletiva, gravimetria.

### **INTRODUÇÃO**

Apenas no ano de 2016 os brasileiros geraram 78,3 milhões de toneladas de resíduos (ABRELPE, 2016). Estes resíduos são formados por uma grande diversidade de materiais decorrentes das atividades diárias da população e que nos últimos anos passaram de predominantemente orgânico para uma maior quantidade de materiais de difícil degradação. Portanto, a gestão de resíduos sólidos urbanos é um dos mais desafiantes temas da agenda de políticas públicas.

Uma grande parcela dos resíduos é passível de reciclada e transformar-se em insumo para novos processos produtivos que, entre outros benefícios, daria maior via útil aos aterros sanitários, diminuiria a extração e consumo de recursos naturais e traria maior eficiência energética (BARROS, 2012). Entretanto, no Brasil, estimativas do Compromisso Empresarial para Reciclagem afirmam que só 3% vão para um sistema de coleta seletiva (CEMPRE, 2016). Além disto, muitos materiais mesmo sendo destinados a reciclagem acabam transformando-se em rejeito por erro de separação na fonte geradora, precariedade do processo de triagem e armazenamento, contaminação do material e falta de compradores potenciais (VARELLA; LIMA, 2011; SANTOS et al., 2016; MOURA; PINHEIRO; CARMO, 2018). O manejo e a disposição inadequada na etapa referente ao descarte dos resíduos sólidos têm como resultado: riscos ambientais, econômicos, sociais e à saúde da população.



Assim, a reciclagem, vêm sendo compreendida, nos últimos anos, como uma oportunidade para reaproveitamentos destes materiais em novos ciclos produtivos, alavancagem de negócios, e, consequentemente, da economia, pela geração de empregos e renda para os diferentes níveis socioeconômicos. Segundo o Compromisso Empresarial para Reciclagem, a coleta, triagem e processamento dos materiais em indústrias recicadoras geraram um faturamento estimado em R\$ 10 bilhões no ano de 2013 (CEMPRE, 2015).

Assim, este trabalho teve como objetivo caracterizar os rejeitos da reciclagem das cooperativas instaladas no município de Londrina, Paraná, através do método da composição gravimétrica. Escolheu-se a cidade de Londrina uma vez que desde a década de 1990 há um programa estruturado coleta seletiva de resíduos domiciliares, sendo que atualmente contempla 100% da área urbana e envolve mais de 230.000 domicílios. O transporte, triagem e comercialização dos materiais encaminhados ao sistema de coleta seletiva é distribuído entre sete cooperativas credenciadas pelo município que, juntas, empregam aproximadamente 440 recicladores.

## METODOLOGIA

O estudo pode ser caracterizado como predominantemente aplicado, descritivo e com enfoque quantitativo. A pesquisa envolveu diferentes bases de dados e fontes de informação científica.

Entende-se como rejeito da reciclagem os materiais recicláveis não comercializados e outros resíduos, como os orgânicos, que são considerados sobras da triagem dos materiais nas cooperativas. Sendo que no município de Londrina-PR estes são coletados pela empresa de limpeza urbana e destinados ao aterro sanitário.

A primeira fase do estudo abarcou uma pesquisa de campo e utilizou-se da análise gravimétrica a partir do procedimento de quarteamento estatístico descrito pela Norma Técnica 10007/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas. A coleta dos dados quantitativos referente à volumetria dos rejeitos da reciclagem enviados ao aterro ocorreu na Cooperoeste, a segunda maior cooperativa de reciclagem do município de Londrina-PR (atende 28.940 domicílios) e que realiza a triagem dos materiais no modelo de mesa. Assim, a amostra pode ser caracterizada como não probabilística intencional, visto que não depende da probabilidade, mas das características da pesquisa (SAMPIERI *et al.*, 2006).

Em acordo com a cooperativa, foi definido que os responsáveis pela pesagem e separação dos rejeitos seriam dois catadores pré-definidos pela própria presidente da Cooperoeste e que a amostra compreenderia um período sete dias úteis, durante o mês de outubro de 2017. Ressalta-se as pesquisadoras instruíram os catadores responsáveis pela coleta da amostra em relação aos procedimentos necessários para validar os materiais segregados. Também foi definido que a pesagem e separação dos materiais selecionados na amostra seriam separados, por tipo, pelas pesquisadoras ao final dos sete dias analisados.

A segunda fase buscou compreender a realidade municipal. Para tanto, foram analisados de forma conjunta os dados primários coletados, dados secundários fornecidos pela CMTU, órgão da administração indireta da Prefeitura Municipal que atua no gerenciamento do RSU, sendo eles: volumetria mensal de rejeitos por cooperativa; volumetria mensal de recicláveis comercializados por cooperativa; custo mensal da coleta seletiva por cooperativa; volumetria mensal de orgânicos; área geográfica de atuação de cada uma das sete cooperativas; caracterização gravimétrica dos recicláveis comercializados pelas cooperativas. Também foi considerado como fonte de dados uma análise gravimétrica dos rejeitos da reciclagem realizada na maior cooperativa com triagem em esteira de Londrina-PR (HOMSE, 2017). Segundo dados cedidos pela CMTU a massa de material triado nas cooperativas utilizando-se de esteira é de 51% e a separação realizada em mesa é 49%.

A análise dos dados foi realizada a partir da estatística descritiva, levando em consideração as quantidades, volumetrias e tipologias dos materiais encontrados nos bags de rejeitos estudados na amostra. Vale relatar também que os rejeitos, sofrem influência do material coletado nas residências, sendo que muitos materiais apresentam, conforme afirmado pelas cooperativas de reciclagem, sazonalidade de volumetria de acordo com as estações e climas apresentados durante os meses. Além disso, os dados empíricos utilizados para a análise foi baseado em cooperativas que atendem regiões específicas do município, com moradores de diferentes perfis socioeconômicos particulares. Tais fatos, podem influenciar na precisão da extração para outros períodos de tempo e regiões da cidade.



## APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS DA PRIMEIRA FASE

A pesquisa de campo realizada na CooperOeste para a coleta amostral compreendeu a mensuração em quantidade e peso de bags de rejeitos diários da reciclagem por um período de sete dias úteis, conforme apresentado no Quadro 1. Foram realizadas medições de cada bag gerado e encaminhado pela cooperativa ao aterro.

**Quadro 1:** Quantidade e Pesos em Quilos dos Bags de Rejeitos da CooperOeste

Dia	1	2	3	4	5	6	7
Peso Bag 1	30,20	40,10	45,30	78,20	30,10	60,20	24,10
Peso Bag 2	38,90	70,30	39,50	50,10	59,60	30,10	52,80
Peso Bag 3	58,50	59,10	40,10	74,20	47,10	40,10	80,20
Peso Bag 4	47,10	75,20	59,40	45,20	79,30	58,30	52,60
Peso Bag 5	40,30	80,20	50,10	20,10	80,30	50,10	70,70
Peso Bag 6	71,40	20,10	45,90	38,20	49,10	85,90	65,30
Peso Bag 7	37,10	37,10	85,90	84,80	85,90	47,30	48,20
Peso Bag 8	60,10	90,30	40,30		47,30	20,10	81,20
Peso Bag 9		38,10	38,10		20,10	60,20	75,40
Peso Bag 10		87,20	80,40		60,20		20,10
Peso Bag 11			94,60				
Peso Bag 12			91,50				
<b>Peso Total (kg)</b>	383,60	597,70	711,10	390,80	559,00	452,30	570,60
<b>Total Bags</b>	8	10	12	7	10	9	10

Fonte: as autoras

Este histórico de curto prazo, a partir dos resultados coletados junto à CooperOeste, produziu as seguintes estatísticas:

- Rejeito médio diário de 523,59 kg de resíduos sólidos;
- Desvio-padrão do rejeito diário total relativamente alto, de 112,12 kg -coeficiente de variação em torno de 20%, considerado como média dispersão;
- Peso médio dos bags foi de 55,53 kg;
- Desvio-padrão do peso dos bags é de 20,67 kg - coeficiente de variação em torno de 37,22%, considerado como alta dispersão;
- Média de aproximadamente 9,43 bags de rejeitos gerados por dia;

Deste modo, considerando, que o mês de Outubro em 2017 teve 21 dias úteis, estimou-se e assumiu-se que o número total de bags gerados durante este mês foi de 198. Sabendo o número total de bags de rejeitos calculou-se a massa descartada no mês, sendo 10.994,94 kg.

Como base na amostragem realizada pôde-se efetuar também a análise gravimétrica dos rejeitos da reciclagem separados na cooperativa em mesa, tendo sido obtida a estimativa da composição indicada no Quadro 2.

**Quadro 2: Composição dos Rejeitos da Reciclagem da CooperOeste**

Material	%
Madeira	0,44%
Roupa/Tecido	25,24%
Resíduo Orgânico	11,51%
Fralda	7,53%
Perigosos	3,10%
Outros	3,90%
Plástico	26,13%
Isopor	6,64%
Papel	8,41%
Vidro	3,99%
Metal	3,10%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Na estrutura de Rejeitos da Reciclagem da CooperOeste destaca-se alguns pontos:

- Os três principais componentes de rejeitos da reciclagem foram os plásticos, tecidos e materiais têxteis, e, resíduos orgânicos. Estes respondem, juntos, por aproximadamente 63% do peso diário coletado;
- Grande parte dos metais encontrados tratavam-se de blisters metálicos de medicamentos, sendo que alguns ainda continham comprimidos em tais embalagens;
- Ainda que o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) defina exatamente como devem ser realizadas as condutas de importação e de descarte de resíduos perigosos no Brasil, através da Resolução nº 23/1996, foram encontrados rejeitos como pilhas, luvas de latex, embalagens de soros e latas de tintas na análise, representando 3,10% do volume total.

### APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS DA SEGUNDA FASE

A segunda fase do estudo buscou estimar os volumes globais dos rejeitos das cooperativas de reciclagem do município. Os dados fornecidos pela CMTU sobre os materiais recicláveis destinados ao programa de coleta seletiva do município, permitiram concluir-se que aproximadamente 76,20% do total de resíduos da coleta seletiva é comercializado e assim, destinados a novos ciclos produtivos. Enquanto que 23,80% dos materiais encaminhados à coleta seletiva acabam tornando-se rejeito e são destinados ao aterro municipal.

Dividindo as volumetrias pelo número total de habitantes da cidade, estima-se que, em média, cada morador da cidade de Londrina-PR destina 21,47kg pela coleta seletiva anualmente, sendo que 16,37 kg é de fato reciclado, enquanto 5,11 kg é encaminhado ao aterro da cidade.

A partir da análise conjunta dos dados primários coletados, dos documentos cedidos pela CMTU e do estudo realizado por Arrobas (2017) foi possível identificar que os dois principais componentes dos rejeitos da reciclagem, em ambos os tipos de triagem estudada, foram os plásticos e materiais têxteis. Tais materiais representam mais da metade do total de rejeitos gerados pelas cooperativas locais, conforme pode ser visualizado no Quadro 3.

**Quadro 3: Composição Percentual de Rejeitos da Reciclagem em Cooperativa por Tipo de Separação**

Material	Triagem em Mesa	Triagem em Esteira
Madeira	0,44%	7%
Roupa/Tecido	25,24%	32%
Resíduo Orgânico	11,51%	7%
Fralda	7,53%	1%
Perigosos	3,10%	1%
Outros	3,90%	-
Plástico	26,13%	36%
Isopor	6,64%	3%
Papel	8,41%	8%
Vidro	3,99%	2%
Metal	3,10%	3%

Fonte: as autoras a partir de dados próprios, dados da CMTU (2017) e dados de Arrobas (2017).

Apesar da constatação anterior, foi apontado que 7% dos rejeitos oriundos das cooperativas que utilizam a esteira como método de separação, tem a madeira como matéria prima enquanto que nas cooperativas que utilizam o método de triagem em mesa, totalizam apenas 0,44%. Ou seja, ainda que existam semelhanças, tais análises revelam que o tipo de seleção pode influenciar no tipo de rejeitos da reciclagem encontrados e enviados ao aterro.

Outro fato identificado na análise foi a presença de materiais orgânicos, assim como fraldas e papéis de uso pessoal com dejeto, sangue e restos de comida nos resíduos coletados por ambas cooperativas estudadas na cidade de Londrina. Tais materiais acabam contaminando aqueles que seriam passíveis de reciclagem, prejudicando sua comercialização. Junto a tais materiais, foram encontrados também rejeitos como pilhas, luvas de látex e embalagens de soros.

No quadro 4 é apresentado os tipos de rejeitos oriundos das cooperativas com potencial de reciclagem, assim como sua massa em quilos. A discriminação do que seria ou não rejeitos da reciclagem com potencial de recicabilidade foi realizada a partir da pesquisa bibliográfica na primeira fase do estudo.

**Quadro 4: Volumetria dos rejeitos oriundos das cooperativas na cidade de Londrina-PR**

Material	Rejeito/Ano (Kg)
Madeira	125.384,17
Roupa/Tecido	836.941,81
Plástico	915.776,75
Isopor	127.041,84
Papel	233.131,70
Vidro	79.663,77
Metal	86.795,54
<b>Total (Kg)</b>	<b>2.404.735,58</b>

Fonte: as autoras

Por meio da análise foi possível notar que 84,22% do total de rejeitos das cooperativas poderia ser reaproveitado mas, atualmente, têm o aterro como seu destino. Vale lembrar, entretanto, que alguns rejeitos, embora com potenciais de recicabilidade, não podem ser reaproveitados, uma vez que, em estudo realizado por Varella e Lima (2011) a baixa qualidade do material coletado pode ser devido a materiais que não são recicláveis e que estão misturados com os recicláveis e aos próprios materiais recicláveis que pela sua aderência, sujidade (contaminação dos materiais com solo e restos de alimentos ou líquidos) ou nível de mistura (dispersão dos materiais recicláveis no interior do material bruto) diminuem a recicabilidade e triabilidade (potencial de triagem real de um material).

O reaproveitamento dos materiais considerados rejeitos das cooperativas, porém com potencial de reciclagem, além de preservar o meio ambiente também gera riquezas para o município:

- A geração de renda às cooperativas e cooperados;
- O resgate da auto-estima e cidadania dos catadores;
- A redução de despesas com a coleta, transferência e disposição final dos resíduos separados pelos catadores que, portanto, não serão coletados, transportados e dispostos em aterro pelo sistema de limpeza urbana.

Considerando que o custo médio pago pela prefeitura por tonelada para o transporte dos rejeitos das cooperativas até o aterro foi de R\$129,46 (CMTU, 2017), estimou-se que a redução de gastos municipais com o translado de tais materiais, caso fossem comercializados, seria de quase R\$ 312 mil em um ano. E, juntamente a este fato, também pode-se concluir que, se os mesmos rejeitos com potencial de reciclagem fossem comercializados a R\$0,13/por quilo pelas cooperativas, seria possível gerar aproximadamente R\$ 313 mil por ano de receita aos cooperados.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

É imprescindível a existência de um mercado para cada um dos materiais encaminhados aos barracões de reciclagem (VELIS; VRANCKEN, 2015) uma vez que a partir do estudo foi possível concluir que num período de 10 anos serão lançados no aterro municipal mais de 17,5 mil toneladas apenas dos dois principais rejeitos com potencial de reciclagem – tecido e plástico.

Os resultados demonstraram que se faz necessário investimento e apoio do poder público local junto as cooperativas de reciclagem para auxilia-los na comercialização de materiais passíveis de serem reciclados. A prefeitura poderia intermediar negociações com diferentes tipos de organizações e empreendedores independentes para adquirir os materiais com potencial de reciclagem que hoje não comercializados pelas cooperativas do município, entre eles diferentes tipos de plásticos. Desta forma, além de gerar receita para as cooperativas e reduzir o custo com o manuseio de tais rejeitos, empregos seriam gerados e consequentemente renda na região. Identificou-se também a necessidade de maior investimento em educação ambiental da população para mobilizar a comunidade em relação a correta separação e gerenciamento dos resíduos em suas residências.

Acredita-se que os resultados possam fundamentar e oferecer subsídios para a melhoria do sistema já existente de forma que, conhecendo a realidade do município será possível o desenvolvimento de ações e projetos para favorecer os atores sociais envolvidos na gestão dos resíduos domiciliares recicláveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRELPE. *Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil 2016*. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2017. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>. Acesso em: 25 mai 2018.
2. BRASIL. *Lei federal 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. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: jul, 2011
3. BARROS, R.T.V. *Elementos de gestão de resíduos sólidos*. Belo Horizonte: Tessitura, 2012. 424 p.
4. CMTU. *Coleta Seletiva*. 2017. Disponível em: <<http://www.cmtuld.com.br/index.php/coleta-recicavel.html>>. Acesso em: 21 out 2017.
5. HOMSE, R. A. M. *Resíduos descartados como rejeitos por cooperativa de catadores: composição e análise da perda de receita*. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2017.



6. MOURA, J. M. M.; PINHEIRO, I. G.; CARMO, J. L. Gravimetric composition of the rejects coming from the segregation process of the municipal recyclable wastes. *Waste Management*, vol. 74, p. 98-109, april, 2018.
7. SANTOS, F. F. et al. Atores da cadeia de reciclagem: influência e impactos na atividade de triagem de materiais em uma cooperativa de Sorocaba-SP. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, vol. 10, n. 3, p. 85-101. São Paulo, Set./Dez, 2016.
8. TEODÓDIO, A. S. S.; DIAS, S. F. L. e SANTOS, M. C. Procrastinação da Política Nacional de Resíduos Sólidos: catadores, governos e empresas na governança urbana. *Ciência e Cultura*, vol. 68, n. 4, São Paulo, Oct./Dec. 2016.
9. VARELLA, C. V. S.; LIMA, F. P. A. O refugo da coleta seletiva: porque os materiais recicláveis não são reciclados. In: *XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Belo Horizonte, MG, Brasil, 04 a 07 de outubro de 2011. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011\\_tn\\_sto\\_143\\_903\\_19322.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_sto_143_903_19322.pdf). Acesso em dez, 2016.
10. VELIS, C.A ; VRANCKEN, K.C. Which material ownership and responsibility in a circular economy? *Waste Management & Research*, vol. 33, p.773–774, 2015.
11. WORLD BANK. *What a waste: a global review of solid waste management*. World Bank, 2012. Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/pt/302341468126264791/What-a-waste-a-global-review-of-solid-waste-management>. Acesso em: fev, 2017.