

RELATÓRIO DA GRAVIMETRIA REALIZADA NA CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS DE LONDRINA/PR

APRESENTAÇÃO

Dados geográficos e socioeconômicos do Município de Londrina	
Localização do Município de Londrina	Região Norte do Estado do Paraná
Área da unidade territorial	1.652,569 km ² [IBGE, 2018]
População estimada	569.733 [IBGE, 2019]
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	0,778 [IBGE, 2010]
Escolarização – 6 a 14 anos	97,3% [IBGE, 2010]
PIB per capita	R\$ 34.444,56 [IBGE, 2017]
Distritos do município	8 distritos + sede
Clima	É do tipo Cfa - clima subtropical úmido com verão úmido, dado massas tropicais instáveis, com precipitações em todas as estações do ano e com a temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C.

Fonte: IBGE; Perfil Londrina 2019.

Central de Tratamento de Resíduos - CTR	
Localização	A 26 km do perímetro urbano da cidade, no sentido sul, próximo ao Distrito de Maravilha.
Área	30 alqueires
Aterro sanitário	Quatro células já encerradas; quinta célula em operação; sexta célula em construção.
Compostagem	Realizada em um complexo específico, composto por quatro barracões semifechados, com piso concretado e pátio aberto, também com piso concretado.
Quantidade de resíduos sólidos destinada à CTR	Cerca de 412 ton/dia.

Fonte: CMTU.

Coleta pública de resíduos sólidos urbanos em Londrina	
Empresa contratada na ocasião	Kurica Ambiental
Capacidade de cada caminhão (peso e volume da carga)	Média de 12 ton, equivalente a cerca de 19 m ³
Setorização do serviço	São 66 setores de coleta, sendo 4 com coleta diária e o restante com coleta de 3 dias semanais
Dias de prestação do serviço	Segunda-feira à sábado

Fonte: Kurica Ambiental.

OBJETO

Gravimetria realizada na Central de Tratamento de Resíduos – CTR, do Município de Londrina.

Os resíduos sólidos urbanos contabilizados advêm da coleta pública domiciliar realizada na sede do município e nos distritos.

OBJETIVO

Conhecer as características quantitativas e qualitativas dos resíduos sólidos urbanos que são destinados à CTR do Município de Londrina, avaliando a eficiência dos serviços de coleta seletiva e de logística reversa, bem como o nível de sensibilização apresentado pela população londrinense sobre o descarte correto dos resíduos.

Além de a data escolhida estar no período de inverno, a gravimetria mostra a composição gerada durante a quarentena provocada pelo vírus Covid-19.

JUSTIFICATIVA

A gravimetria – ou análise da composição quantitativa e qualitativa dos resíduos sólidos urbanos gerados pelo município – é uma das etapas básicas da elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS.

METODOLOGIA E MATERIAIS

O estudo gravimétrico ideal deveria considerar todas as rotas representativas da cidade e dos distritos rurais, em todos os dias semanais que cada setor recebe o serviço. A maioria dos setores recebe três coletas semanais, mas há 4 de maior adensamento populacional e com maior fluxo comercial, onde as coletas são diárias.

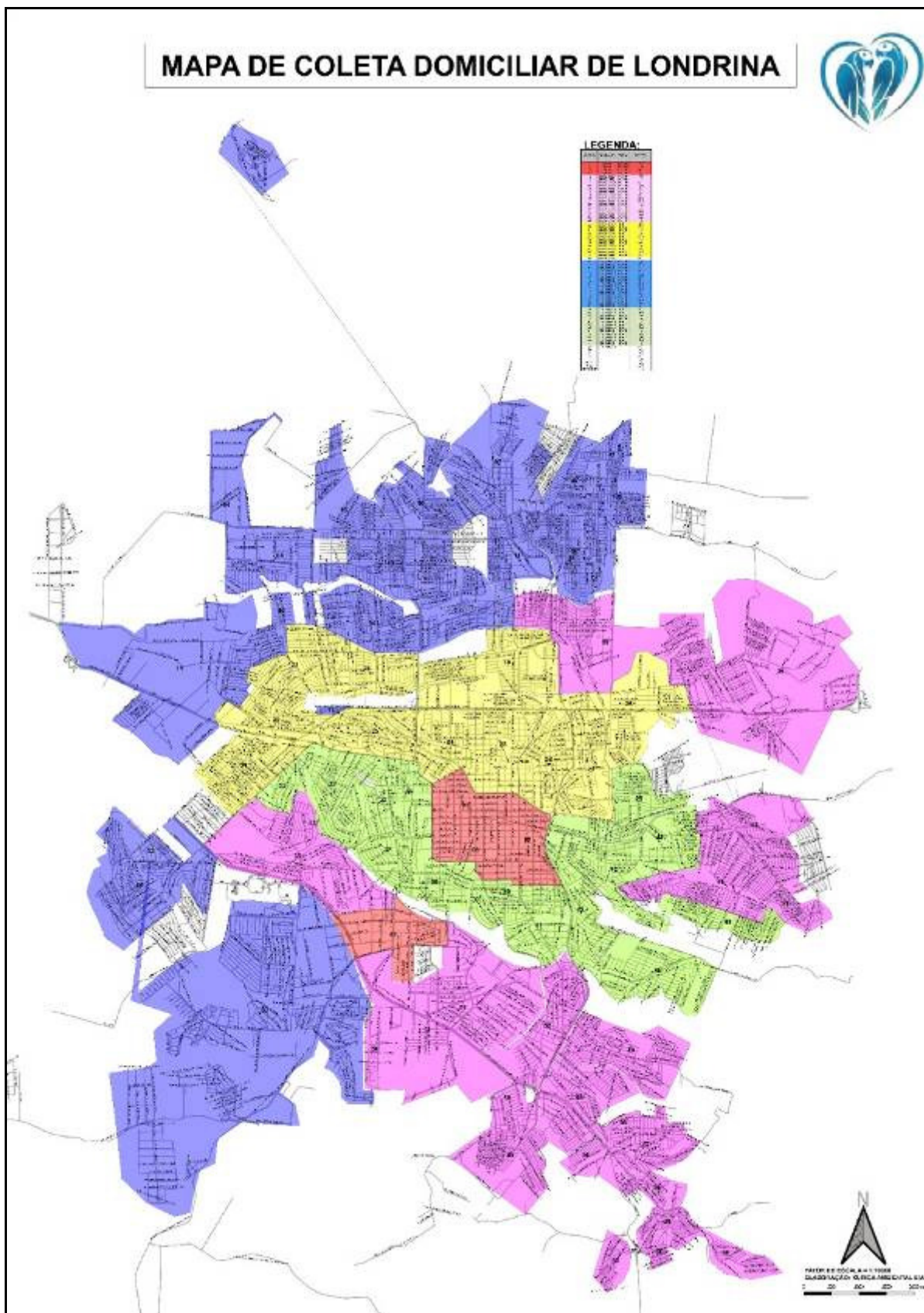
A amostra extraída deve representar a composição de toda a carga selecionada e espera-se que esta, por sua vez, represente o contexto de geração desta rota – ou setor – de coleta.

No entanto, considerando a disponibilidade de apenas uma semana de uma balança emprestada para este fim, o tempo estimado de 02h30min para cada amostragem e o mínimo contato possível dos trabalhadores operacionais com os resíduos, dos 66 setores de coleta (figura 1), foram selecionados 12 (quadro 1), seguindo critérios de:

- Localização no município;
- Zoneamento e atividades econômicas permitidas;
- Densidade populacional;
- Poder aquisitivo;
- Dias e turnos de coleta que tornassem possível conciliar a análise de cada carga.

Definiu-se, então, um cronograma de amostragem, os grupos de resíduos a considerar no levantamento, os materiais necessários e a metodologia a ser empregada. Cada carga selecionada teve informações registradas, que depois foram compiladas no quadro 2, inclusive a pesagem de cada caminhão coletor, na entrada e na saída.

Figura 1 – Mapa de Coleta Domiciliar de Londrina.



Autoria: Kurica Ambiental.

Quadro 1 – Setores de coleta selecionados para o estudo gravimétrico.

Nº do setor	Região	Dias de coleta	Turno de coleta	Bairros mais representativos	Zoneamento permitido
3	Centro	diário	noturno	Centro, Av. Higienópolis	residencial - comercial
4	Norte	ter/qui/sáb	manhã	Jd. Vista Bela	agroindustrial - residencial - comercial
10	Norte	ter/qui/sáb	manhã	Residencial Quadra Norte	residencial - comercial - especial
23	Oeste	seg/qua/sex	noturno	Jd. Shangri-lá	residencial - comercial
28	Leste	seg/qua/sex	noturno	Pq. das Indústrias Leves	industrial - comercial
34	Oeste	seg/qua/sex	noturno	Jd. Bandeirantes	residencial - comercial
46	Leste	seg/qua/sex	manhã	Jd. Albatroz, Cj. Vitória Régia, Jd. San Conrado	residencial - comercial - especial
50	Sul	seg/qua/sex	manhã	Jd. Igapó	residencial - comercial - especial
52	Sul	diário	noturno	Gleba Palhano	residencial - comercial
53	Sul	ter/qui/sáb	manhã	Residencial Portal de Versalhes	residencial - comercial - especial
58	Sul	seg/qua/sex	manhã	Jd. União da Vitória	residencial - comercial - especial
60	Sul	seg/qua/sex	manhã	Distritos: Paiquerê, Irerê, Selva e Maravilha	rural

Autoria: Equipe de elaboração do PMGIRS.

Quadro 2 – Informações sobre as cargas selecionadas e as amostras extraídas.

	Cargas amostradas												Totais
	Setor 03	Setor 04	Setor 10	Setor 23	Setor 28	Setor 34	Setor 46	Setor 50	Setor 52	Setor 53	Setor 58	Setor 60	
Número da amostra	1	8	12	7	11	2	9	10	5	4	3	6	
Data da coleta	27/06	02/07	04/07	01/07	03/07	29/06	03/07	03/07	30/06	30/06	29/06	01/07	
Dia da semana	sábado	quinta	sábado	quarta	sexta	segunda	sexta	sexta	terça	terça	segunda	quarta	
Data da amostragem	29/06	02/07	06/07	02/07	04/07	30/06	03/07	03/07	01/07	30/06	30/06	01/07	
	Caminhão coletor												
Placa	BBU 7572	BBS 7855	BCW 2C69	BBL 4386	BAQ1911	BBS 7855	BBC0F74	BBO0396	BBO0D95	BBF 3601	BBL 4386	PKE 0B05	
Peso bruto (ton)	20,300	24,470	22,380	22,820	24,430	23,530	26,120	27,350	27,150	22,910	25,210	17,180	
Tara (ton)	13,540	12,800	11,360	13,360	13,500	12,960	13,760	13,830	14,300	11,490	13,300	11,640	
Peso líquido (ton)	6,760	11,670	11,020	9,460	10,930	10,570	12,360	13,520	12,850	11,420	11,910	5,540	128,010
	Amostra extraída de cada caminhão coletor												
Peso líquido (kg)	329,72	319,22	425,47	287,65	274,38	296,95	315,20	389,70	376,75	404,38	374,88	332,52	4.126,82
Volume (Litros)	1.109,15	1.347,01	1.466,20	1.431,20	1.291,68	1.294,20	1.229,00	1.678,80	1.296,00	1.406,05	1.009,90	1.413,05	15.972,24
Volume (m ³)	1,11	1,35	1,47	1,43	1,29	1,29	1,23	1,68	1,30	1,41	1,01	1,41	15,97

Autoria: Equipe de elaboração do PMGIRS.

As cargas selecionadas foram coletadas entre os dias 27/06 (sábado à noite) e 04/07 (sábado de manhã). O estudo gravimétrico foi realizado entre os dias 29/06 e 04/07, ambos de segunda-feira.

Os materiais utilizados foram:

- Equipamentos de proteção individual;
- Vassoura;
- Pá de lixo;
- Sacos de plásticos transparentes, capacidade 100 litros;
- Máquina pá carregadeira retroescavadeira CAT 416-E;
- Balança Digitron capacidade de 0 a 1.000 kg - Modelo UCL 1.000;
- Cinco tambores de metal com as aferições informadas no quadro 3.

Quadro 3 – Identificação, peso e capacidade dos tambores utilizados no estudo gravimétrico.

Tambor identificado	Peso (kg)	Capacidade (L)
Plástico	12,60	223
Orgânico	17,40	214
Papel	13,00	210
Têxtil	13,20	216
Rejeito	15,40	224
Outros	13,40	207

Org.: Equipe de elaboração do PMGIRS.

Os tambores de metal utilizados foram identificados por grupos de resíduos que costumam ser mais representativos e tiveram peso e capacidade de volume aferidos, antes de dar-se início aos trabalhos.

A gravimetria considerou a composição física e a quantidade dos resíduos, seguindo a metodologia do quadro 4, adaptada de Vilhena, 2018.

Quadro 4 – Etapas e ações do estudo gravimétrico.

1. Caminhão bascula toda a carga no galpão de compostagem da CTR.



2. Mecanicamente o monte é revolvido para homogeneizar os resíduos.



3. Determina-se visualmente um quadrante no monte. Então coleta-se o volume de 1 tambor (cerca de 200 litros) de resíduos do topo do monte + 1 tambor (cerca de 200 litros) de cada quina do quadrante, na base do monte.



4. Reúne-se os 5 volumes (cerca de 1 m³) em outra parte dos galpões da compostagem da CTR.



5. Rasgam-se os sacos e começa-se a catação, separando-se cada tipo de resíduo, conforme predeterminado.



6. Plástico, matéria orgânica, papel, têxteis, rejeitos sanitários e outros são colocados em tambores identificados e graduados por capacidade de volume. Cada tambor foi pesado vazio antes de começar os trabalhos.
Demais resíduos são depositados em montículos e posteriormente colocados em sacos plásticos transparentes, com capacidade para 100 litros, para terem suas medidas aferidas.



7. Findada a separação dos resíduos, cada tambor é colocado sobre a balança e tem seu peso bruto e volume ocupado anotados.

Da mesma forma, coloca-se cada saco plástico sobre a balança para aferir resíduos de volumes baixos.



8. Todas as informações são anotadas em fichas, por setor de coleta.



Org.: Equipe de elaboração do PMGIRS.

Os grupos de resíduos triados são apresentados no quadro 5, juntamente com os tipos mais presentes na amostragem.

Quadro 5 – Grupos de resíduos triados no estudo gravimétrico.

Grupos	Principais tipos de resíduos
Matéria orgânica	Alimentos em geral, folhas secas, podas de jardinagem
Papel	Todos os tipos de papel, sem adição de plástico ou de outro material
Papelão	Caixas, fragmentos de embalagens
Embalagem multicamadas	Embalagens de leite e de suco
Plástico	CD's, sacos de lixo, sacolas de supermercados, embalagens de alimentos, frascos, embalagens tipo BOPP, canudinhos, bisnagas de creme dental, mangueira de jardim
Isopor	Bandejas de alimentos, marmitex, placas protetoras de equipamentos e de eletrodomésticos novos
Metal	Latas de alimentos em conserva, latas de alumínio, lacres, ferramentas, fragmentos de utensílios domésticos
Vidro	Garrafas, potes de conserva, copos, fragmentos
Madeira	Fragmentos de madeira maciça, de MDF ou MDP, espetos de churrasco, palitos de fósforo
Têxteis	Roupas, artigos de cama/mesa/banho, tapetes, cortinas
Eletrônicos	Fios, cabos, caixas de som, placas eletrônicas, relógios, aparelhos de telefone
Resíduos de construção e demolição	Fragmentos de cerâmica, cimento, gesso
Resíduos de serviços de saúde	Seringas, ampolas de medicamento, frascos e cartelas com medicamentos, luvas, aventais, gaze, algodão, máscaras de proteção respiratória
Perigoso (sujeitos à Logística Reversa obrigatória e outros)	Pilhas, lâmpadas, embalagens e outros materiais contaminados com óleo lubrificante, materiais contaminados com graxa
Rejeitos	Rejeitos sanitários / fraldas / guardanapos e toalhas de papel

Outros	Espumas de tapeçaria, esponjas de cozinha, materiais mistos (como calçados, cintos, brinquedos e mochilas), artigos de borracha, resíduos de varrição
--------	---

Autoria: Equipe de elaboração do PMGIRS.

Após a aferição, os resíduos orgânicos eram encaminhados para a compostagem e os demais eram levados para o aterro.

A fim de averiguar se haveria relação entre a geração de resíduos e as condições meteorológicas, levantou-se as informações do quadro 6.

Quadro 6 – Condições meteorológicas do período de amostragem.

Dia	tmáx °C	tmin °C	tmed °C	Prec mm	u.r. %	ETP mm
27/jun	17,9	13,4	15,2	29,2	99	0,8
28/jun	20,1	12,4	15,5	0,0	88	1,7
29/jun	22	10,5	15,4	0	86	1,8
30/jun	26,1	11,7	18,8	6,5	82	2,2
01/jul	17	7,2	12,5	0,1	81	1,9
02/jul	18,8	4,6	10,5	0,0	79	1,8
03/jul	20,4	5,2	11,8	0,0	76	1,9
04/jul	21,1	5,7	13,2	0	81	1,2

Legenda:

tmáx (°C) = temperatura máxima

tmin (°C) = temperatura mínima

tmed (°C) = temperatura média

prec (mm) = precipitação - a chuva refere-se ao intervalo das 9:00h da véspera até 9:00h da data.

u.r. (%) = média umidade relativa - a média da umidade relativa refere-se ao dia anterior.

ETP (mm) = Evapotranspiração Potencial.

Fonte: Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR.

Org.: Equipe de elaboração do PMGIRS.

No período de realização do estudo, 2.454,86 toneladas de resíduos (peso líquido) foram encaminhadas ao aterro municipal. Destes, 4,13 ton foram analisadas, ou seja, uma fatia de 0,168%.

Considerando a população estimada em 569.733 habitantes, no período em questão houve uma geração de 0,615 kg/hab/dia de resíduos que foram encaminhados para aterramento. Não se deve confundir com geração total de resíduos por habitante, pois neste caso seria necessário incluir os recicláveis e os especiais. Além disso, a quantidade diária encaminhada para a CTR no período (350,69 ton) não corresponde à quantidade diária calculada ao longo de um ano (412 ton).

RESULTADOS

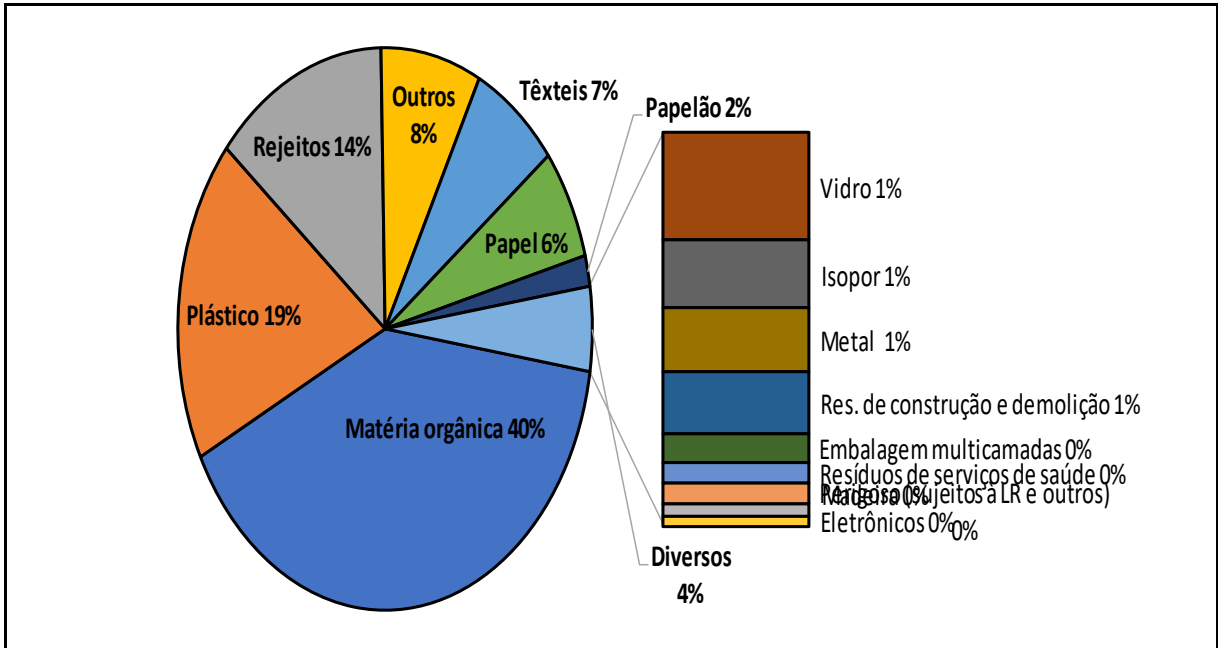
Considerando a ocorrência de precipitação no dia 27/06, esperava-se que a carga recolhida neste dia – do Setor 3 – seria a mais úmida de todas. No entanto seu estado era equivalente aos resíduos gerados nas cargas de dias de sol. Na verdade, as cargas mais pastosas foram do Setor 53, cujo dia de coleta teve pouca chuva, e do Setor 46, que estava sob tempo firme. Quanto às baixas temperaturas da semana, pouco resíduos inerentes e específicos de geração nesta situação foram identificados, como por exemplo, cascas de amendoim, cápsulas de chá e de café e palhas de pamonha. Tratando-se da estação de inverno, a presença expressiva de podas de jardinagem e de folhas secas foi notada.

A presença de restos de comida em grande parte dos sacos identificados como de geração residencial mostrou que as famílias isoladas pela pandemia estão trabalhando em suas cozinhas, porém não há comparativos anteriores para concluir que este serviço doméstico de fato aumentou.

Alguns resíduos ou objetos descartados despertaram curiosidade nos trabalhadores operacionais do estudo gravimétrico. Alguns deles estão relatados na sequência. No entanto, nenhuma carga despertou mais atenção do que a do Setor 4, onde foram encontrados: um cachorro de porte médio morto, uma arma de brinquedo confeccionada artesanalmente, capas de almofada e tapetes artesanais praticamente novos, uma bandeja intocada de beterrabas em bom estado, um grupo de 4 cremes de dente intocados, 1 saco de 100 litros cheio de roupas em bom estado de uso, a maior quantidade de calçados e de brinquedos inservíveis de todas as amostras analisadas.

Na soma das 12 amostras, o resultado quantitativo e qualitativo dos resíduos é representado na figura 2.

Figura 2 – Composição gravimétrica de resíduos sólidos do Município de Londrina.



Autoria: Equipe de elaboração do PMGIRS.

O grupo de Matéria Orgânica representa 40%, ou seja, a maior parte de todos os resíduos analisados neste estudo. Neste grupo havia grande presença de palhas e sabugos de milho, compreensível pela época agrícola e cultural do ano em que há maior produção de alimentos à base de milho verde. Também havia grande presença de folhas de árvores secas, devido ao período de renovação biológica das árvores, e de folhas verdes, provavelmente em decorrência de podas de jardinagem que são feitas no período de dormência das plantas para que apresentem brotos vigorosos na primavera.

Figuras 3 e 4 – Resíduos de milho, de folhas secas e de podas de jardinagem.



Autoria: Equipe de elaboração do PMGIRS.

O grupo do Plástico foi o segundo de quantidade mais representativa e a maior parte era constituída por sacos de acondicionamento de lixo, sacolinhas de supermercados, frascos de PET e invólucros de alimentos.

O grupo de Rejeitos teve grande representatividade em peso e volume devido à quantidade de fraldas – infantis e geriátricas – somando-se aos resíduos sanitários.

Destaca-se que estes três grupos representam 73% de toda a composição, enquanto que os 13 demais grupos de resíduos apresentam quantidades absolutamente inferiores.

No grupo de Têxteis, houve um equilíbrio entre composições sintéticas e composições a base de algodão, com a quantidade soberana de peças do vestuário feminino. Surpreendeu a todos o conteúdo de um saco de 100 litros onde haviam tapetes e capas de almofadas artesanais praticamente novos (figura 5).

Figura 5 – Capas de almofadas e tapetes artesanais.



Autoria: Equipe de elaboração do PMGIRS.

Também foi curioso do Setor 60 a quantidade expressiva de meias finas de uso feminino, que foram encontradas em sacos diferentes (figura 6).

Figura 6 – Meias finas de uso feminino.



Autoria: Equipe de elaboração do PMGIRS.

No grupo Outros, houve quantidade expressiva de resíduos de espuma, aparentemente oriundos de oficinas de tapeçaria de automóveis e de estofados (figuras 7 e 8).

Figuras 7 e 8 – Resíduos de espuma.



Autoria: Equipe de elaboração do PMGIRS.

A borracha foi prevista inicialmente para compor um grupo, mas devido à baixa presença, foi incluída no grupo Outros. Seu lugar foi ocupado pelos Resíduos de Serviços de Saúde, que por mostrar-se bem presente foi desmembrado do grupo Perigoso.

Aliás, como resíduos Perigosos, o que mais apareceu, embora constituindo poucas unidades, foram lâmpadas fluorescentes, pilhas e embalagens de óleo lubrificante.

No grupo de Papel não houve muitos materiais de grande valor comercial. Eram muitas aparas, fragmentos, folhas soltas de blocos comerciais e a maior parte continha anotações e informações que aparentemente não se desejava expor à vista de algum curioso.

Já o grupo Papelão apresentava condições favoráveis para a reciclagem (figura 9).

Figura 9 – Resíduos de papelão.



Autoria: Equipe de elaboração do PMGIRS.

O gráfico da figura 2 apresenta uma fatia nominada como Diversos, onde são enquadrados os grupos de baixa representatividade no estudo gravimétrico. Devido ao critério “peso” utilizado, o grupo do Vidro, o dos Resíduos de Construção Civil e Demolição e o da Madeira são mais expressivos do que outros que estavam em maior volume, como é o caso do Isopor e das Embalagens Multicamadas (figura 10), bem como dos Resíduos de Serviços de Saúde.

Figura 10 – Resíduos de vidro, isopor e embalagens multicamadas.



Autoria: Equipe de elaboração do PMGIRS.

O grupo de Resíduos de Serviços de Saúde (figura 11) teve presença em praticamente todos os setores, com alguns casos de medicamentos de uso humano vencidos. Em algumas cargas selecionadas foram vistas ampolas de medicamento de uso veterinário.

Figura 11 – Resíduos de Serviços de Saúde.



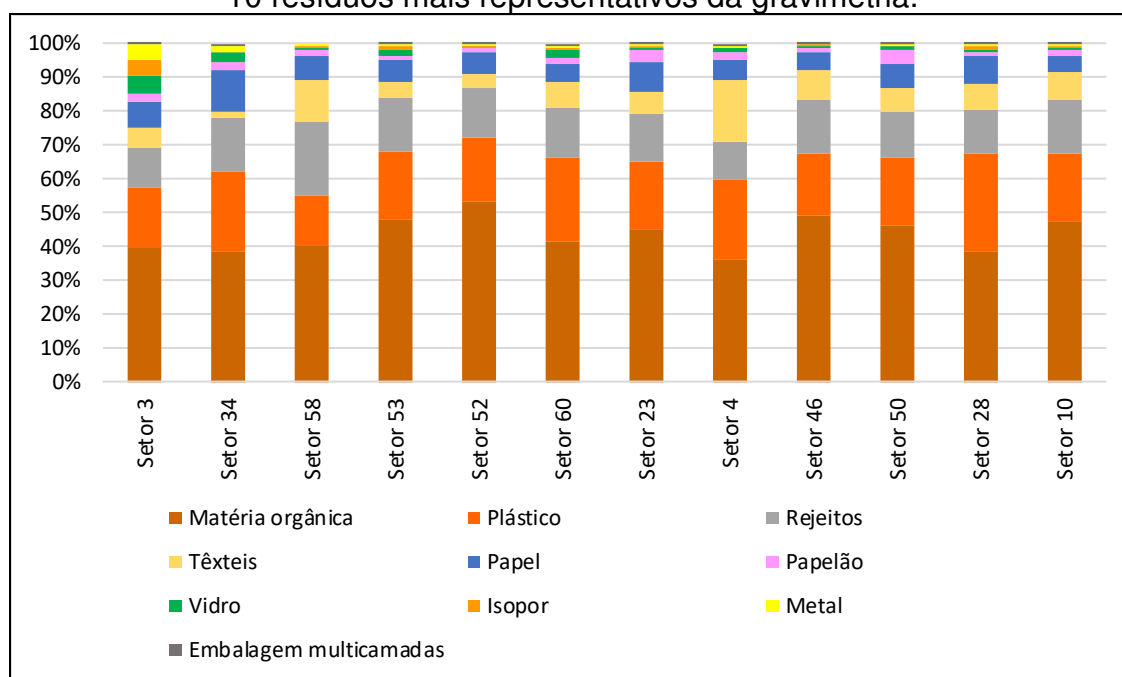
Autoria: Equipe de elaboração do PMGIRS.

A amostra do Setor 23 apresentou uma quantidade bem superior de Resíduos de Serviços de Saúde devido a dois sacos oriundos da UPA Centro-Oeste (Unidade de Pronto Atendimento do Jardim do Sol). Ciente de que a rede de saúde pública municipal tem um protocolo rigoroso sobre os procedimentos de destinação de todos os resíduos que gera, a SEMA entrou em contato com a Autarquia Municipal de Saúde, que imediatamente tomou as devidas providências, de notificação e correção.

No final de cada amostragem, os resíduos eram encaminhados para o aterro, devido ao risco de estarem contaminados com o vírus Covid-19.

Com relação às proporções de resíduos encontradas em cada setor, a figura 12 apresenta os 10 grupos mais representativos do estudo gravimétrico.

Figura 12 – Comparativo entre os setores analisados, referente ao percentual dos 10 resíduos mais representativos da gravimetria.



Autoria: Equipe de elaboração do PMGIRS.

Os grupos de resíduos de menor presença na amostragem geral – basicamente caracterizados por embalagens e recipientes de produtos alimentícios – são mais expressivos no Setor 3, onde há maior fluxo comercial e de consumo *in loco*.

As embalagens de marmitex são mais presentes nas áreas de concentração comercial e industrial, como dos Setores 3 e 28.

O setor 58 (do Jardim União da Vitória) teve a maior presença de Rejeitos, em contrapartida ao setor 4 (do Residencial Vista Bela), que teve a menor quantidade. No entanto este surpreendeu com a grande quantidade de Têxteis e de calçados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As informações obtidas em um estudo gravimétrico são fundamentais para o planejamento e o monitoramento do serviço de destinação final de resíduos sólidos urbanos.

Este é o primeiro estudo gravimétrico oficial realizado na CTR do Município de Londrina. Em 2011, houve um levantamento dos resíduos que eram encaminhados tanto para o aterro quanto para a coleta seletiva. No entanto, a classificação dos resíduos destinados à CTR, em três frações – orgânicos (41,88%), rejeitos (36,87%) e recicláveis (21,23 %) –, e a metodologia adotada quanto aos tipos de resíduos enquadrados em cada grupo não favorecem a comparação com o presente estudo. A evolução e o acompanhamento, com periodicidade semestral ou anual, seguindo o padrão criado por este, garantirão ao longo do tempo a análise evolutiva da prestação dos serviços e das políticas públicas que a gestão de resíduos sólidos necessita.

Considerando o modelo adotado pelo Município de Londrina para a prestação de serviço na CTR, a recomendação é que sejam inclusas no termo de referência / contratação dos serviços cláusulas para que este procedimento seja adotado periodicamente, com vistas à análise da prestação do serviço contratado.

REFERÊNCIAS

VILHENA, André (Coordenação Geral). **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 4ª Ed. São Paulo (SP): CEMPRE, 2018. 316p. 11.264kbytes. Disponível em: <http://cempre.org.br/upload/Lixo_Municipal_2018.pdf>.