

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

VILSON GALDINO RIBEIRO JUNIOR

**COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA E A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS
URBANOS NO MUNICÍPIO DE CURITIBA, PARANÁ.**

CURITIBA
2013

VILSON GALDINO RIBEIRO JUNIOR

**COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA E A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS
URBANOS NO MUNICÍPIO DE CURITIBA, PARANÁ.**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Professor Doutor André Andrian Padial

Coorientadora: Professora Doutora Ana Flávia Locateli Godoi

CURITIBA
2013

Aos meus pais, que se doaram inteiros e renunciaram de muitas coisas para que eu pudesse seguir meu caminho...

“Se a vida não fica mais fácil, fique mais forte!”

(Autor desconhecido)

Resumo

A análise da composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos (RSU) de um município permite identificar quais materiais estão presentes na amostra. Através dos resultados, pode-se identificar o padrão de produção desses resíduos, auxiliando assim na elaboração de um plano de gerenciamento de RSU adequado ao município. Para determinar a composição gravimétrica dos RSU do município de Curitiba, foram selecionadas quatro localidades para análise, de acordo com níveis socioeconômicos. Ao comparar os resultados com o apresentado por Tavares (2007), não foi verificada alteração na composição dos RSU.

Palavras-chave: análise gravimétrica; gerenciamentos resíduos sólidos urbanos; Curitiba.

Abstract

The analysis of the gravimetric composition of municipal solid waste (MSW) allows a municipality to identify which materials are present in the sample. Through the results, we can identify the pattern of production of these residues, thereby assisting in the preparation of a management plan appropriate to the MSW municipality. To determine the gravimetric composition of MSW in the city of Curitiba, four sites were selected for analysis according to socioeconomic levels. By comparing the results with the one presented by Tavares (2007), there was no change in composition of the MSW.

Keywords: gravimetric analysis, urban solid waste management; Curitiba.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	6
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	8
2.1	O cenário dos RSU no Brasil	9
2.2	Crescimento dos RSU no município de Curitiba	11
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	12
3.1	Área de estudo.....	12
3.2	Resíduos sólidos.....	12
3.3	Análise gravimétrica.....	13
4.	RESULTADOS.....	15
5.	DISCUSSÃO.....	19
5.1	Crescimento populacional.....	19
5.2	Crescimento da produção de resíduos	19
5.3	Composição gravimétrica.....	20
6.	CONCLUSÃO.....	21
	REFERÊNCIAS.....	22
	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	23

1. INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) têm, a cada dia, recebido mais atenção, tanto por parte da população em geral, como por parte dos gestores público. E essa atenção se deve ao fato de que, se não houver a disposição correta dos mesmos, o impacto ao meio ambiente pode ser imensurável (PNUD, 2010). O volume de resíduos gerado tem aumentado rapidamente, devido aos padrões de consumo da sociedade atual, em que se prioriza o consumo de produtos não duráveis, além do acelerado crescimento das populações urbanas e a alta taxa de industrialização (SANTOS, 2012).

Segundo o IBAM (2001), resíduo sólido é todo material indesejado, que não tem mais utilidade para quem o descarta e necessita ser removido para um recipiente destinado a este ato, tendo como principal elemento para caracterização sua origem. Ou seja, RSU, objeto deste trabalho, podem ser resíduos comerciais, lixo de rua, restos de varrição, entulhos de construção, sedimentos de fossas sépticas e excrementos, além dos resíduos gerados nas residências. Mesmo havendo uma classificação clara, ainda ocorre a disposição incorreta dos mesmos. É comum que itens recicláveis e orgânicos sejam dispostos juntos no momento da coleta. Além disso, mesmo que sejam dispostos em locais separados, também há a possibilidade da disposição final ser a mesma para ambos.

Um bom plano de gerenciamento de RSU deve levar em conta toda a cadeia do lixo: desde a coleta, o transporte, tratamento adequado e disposição final segura. Uma das ferramentas que vem auxiliar a elaboração desse plano é a análise gravimétrica dos RSU. Essa ferramenta permite avaliar a origem e composição dos resíduos gerados numa determinada localidade. A interpretação desses dados quantitativos e qualitativos permite conhecer alguns outros aspectos, como a parcela que pode ser destinada a reciclagem e potencial energético. Também é possível, auxiliado por esses dados, criar campanhas que conscientizem a população para a redução de consumo.

No Brasil, até alguns anos atrás, devido à falta de técnicos com formação adequada para atuar na gestão de resíduos, a falta de legislação e fiscalização,

tanto por parte dos Governos Federal, Estadual e Municipal, cada município possuía uma condição diferente em relação à política de gestão de RSU. Apesar disso, há uma expectativa que o panorama mude devido à Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída em 2010, que dispõe novas diretrizes relativas à gestão e ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Diversos aspectos, tais como sociocultural, socioeconômico, potencial turístico, climático e geográfico podem influenciar na composição quantitativa e qualitativa dos resíduos de uma localidade (NUCASE, 2007). Ou seja, cada município possui uma produção de resíduos sólidos com composições diferenciadas, variando de acordo com a renda, escolaridade e aspectos culturais do município. Essas características devem ser levadas em conta durante a elaboração de um plano de gerenciamento de (RSU), para que cada tipo de resíduo receba o destino adequado.

Além disso, a composição do lixo pode variar temporalmente em decorrência da variação do consumo e das necessidades da sociedade (TAVARES, 2007). Apesar da variação ao longo de um ano demonstrada por TAVARES (2007), ainda pouco se sabe sobre a variação ao longo dos anos. Dessa forma, análises sucessivas devem ser comparadas para subsidiar as mudanças no gerenciamento dos resíduos sólidos a fim de aperfeiçoar toda a cadeia do lixo. Auxiliados pela análise de variação entre bairros de diferentes padrões socioeconômicos, e pela variação temporal, os gestores responsáveis por elaborar e executar as políticas de gerenciamento de resíduo podem fazê-lo da maneira mais apropriada, de acordo com as características dos resíduos produzidos.

Com dados dos materiais destinados a um aterro sanitário, o centro de gerenciamentos de resíduos Iguaçu (CGR Iguaçu), foram objetivos desse trabalho:

- Analisar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos gerados no município de Curitiba no ano de 2011
- Demonstrar se há materiais que podem ser separados na fonte geradora e que podem ser destinados para outro tratamento (por exemplo, estações de reciclagem) que não seja ao CGR Iguaçu.
- Avaliar se há diferenças na composição gravimétrica dos resíduos sólidos entre bairros com diferentes padrões socioeconômicos.

- Verificar se houveram alterações em relação à análise gravimétrica apresentada por TAVARES (2007).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A história dos resíduos sólidos se confunde com a história do homem. Desde o início de sua existência os seres humanos produzem resíduos. Mas estes eram mais simples, e não eram causadores de grandes problemas. Com o passar do tempo e o surgimento de novos hábitos e modos de vida, como o aparecimento das primeiras cidades, a relação homem – resíduo se alterou. O aumento do consumo ocasionou o aumento da produção de resíduos (SANTOS, 2012). O surgimento da “era industrial” no século XVIII, acentuou mais ainda esse problema. Surgiu a possibilidade de transformar, de modo mais intenso do que através da manufatura, insumos minerais, vegetais e animais em infinitas formas de produtos. Esse aumento da produção, aliado à disposição incorreta dos resíduos, acaba oferecendo abrigo, água e alimentos para que animais vetores de doenças possam se desenvolver (NUCASE, 2007).

De acordo com a Lei Federal nº 12.305/10, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, resíduos sólidos urbanos são os resíduos domiciliares. Estes tem origem nas atividades domésticas em residências urbanas e da limpeza urbana, como varrição, limpeza de vias públicas e outros serviços de limpeza urbana (ABRELPE, 2012).

Considerações ambientais se tornaram importantes com o passar do tempo, principalmente por causa de leis mais rígidas, que visam mitigar os efeitos da coleta, transporte, tratamento e disposição do RSU ao meio ambiente. Com isso, houve uma melhora dos sistemas de gestão de RSU (WILSON, 2002).

2.1 Cenário dos RSU no Brasil

No Brasil, em 2012, foram coletadas 56.561.856 toneladas de RSU, resultando numa média de 1,22 kg/hab./dia. A região Sul, onde está situado o município de Curitiba, é a região com a menor média *per capita* (Tabela 1).

Tabela 1 – Índice de geração de resíduos *per capita* (kg/hab./dia) no Brasil por Região da Federação em 2012. Fonte: adaptado de ABRELPE (2012).

Regiões	População Urbana (hab.)	RSU Gerado (t/dia)	Índice <i>per capita</i> (kg/hab./dia)
Norte	12.010.233	13.754	1,145
Nordeste	39.477.754	51.689	1,309
Centro-Oeste	12.829.644	16.055	1,251
Sudeste	75.812.738	98.215	1,295
Sul	23.583.048	21.345	0,905
Total Brasil	163.713.417	201.058	1,228

Como é padrão para os RSU, aproximadamente metade dos RSU tem origem orgânica. O material restante é composto por metais, papéis, plásticos, vidros, entre outros materiais (Tabela 2).

Tabela 2 - Quantidade e proporção (% peso) de diferentes tipos de materiais que compõem os resíduos sólidos urbanos coletados em 2011 no Brasil. Fonte: adaptado de ABRELPE (2012).

Material	Quantidade (t/ano)	Proporção (% peso)
Metais	1.640.294	2,9
Papel, Papelão e Tetrapak	7.409.603	13,1
Plástico	7.635.851	13,5
Vidro	1.357.484	2,4
Matéria Orgânica	29.072.794	51,4
Outros	9.445.830	16,7
TOTAL	56.561.856	100

Considerando a quantidade de RSU coletados, uma parcela considerável não recebe a destinação final adequada no Brasil. De acordo com a ABRELPE (2012), apenas 58% dos RSU coletados em 2012 foram dispostos num aterro sanitário. Os 42% restantes, correspondentes a aproximadamente 76.000 toneladas diárias coletadas, foram dispostos de maneira não adequada, em lixões ou aterros controlados. Tanto lixões quanto aterros controlados não possuem um conjunto total de sistemas que impedem danos contra o meio ambiente. Além disso, cerca de 6.200.000 toneladas de lixo que deixaram de ser coletados em 2012, acabando depositados de forma irregular no meio ambiente (ABRELPE, 2012).

Apesar de normas e legislações mais rígidas, 3.352 municípios brasileiros (60% do total) fizeram uma destinação final inadequada - veja proporção de municípios destinando em aterros controlados e lixões na Tabela 3. Proporcionalmente, a região Sul é a que mais contém municípios que destinam RSU em aterros sanitários (Tabela 3). Por outro lado, a região norte contém a maior proporção de municípios que destinam de maneira inadequada os RSU (Tabela 3).

Tabela 3 – Quantidade (e proporção) de municípios com as diferentes formas de destinação final dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil e por Região da federação. Fonte: adaptado de ABRELPE (2012).

Destinação Final	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	Brasil
Aterro Sanitário	90 (20%)	450 (25%)	157 (34%)	814 (49%)	702 (59%)	2.213 (40%)
Aterro Controlado	110 (24%)	505 (28%)	149 (32%)	643 (39%)	366 (31%)	1.773 (32%)
Lixão	249 (56%)	839 (47%)	160 (34%)	211 (12%)	120 (10%)	1.579 (28%)
Total de municípios	449	1.794	466	1.668	1.188	5.565

Cerca de 60% dos municípios brasileiros apresentaram alguma iniciativa de coleta seletiva, sendo que muitas das vezes essas iniciativas são a disponibilização de pontos de entrega voluntária ou convênio com cooperativas de catadores, que não abrangem a totalidade do território ou da população do município (ABRELPE, 2012).

2.2 Crescimento dos RSU no município de Curitiba

Os RSU de Curitiba cresceram acima do crescimento populacional no período de 1994 até 2001 (Figura 1). Isso resulta em uma crescente preocupação por parte dos governantes responsáveis pelo gerenciamento dos RSU. Entre 2001 e 2005 houve um decréscimo na quantidade de RSU produzidos. Porém, esses resultados provavelmente são devidos à forma na qual os dados foram gerados a partir de 2001 (TAVARES, 2007).

Dessa forma, estudos que visam entender como os RSU variam entre bairros com diferentes padrões socioeconômicos, e como os diferentes materiais são depositados ao longo dos são fundamentais para auxiliar esforços eficientes no gerenciamento.

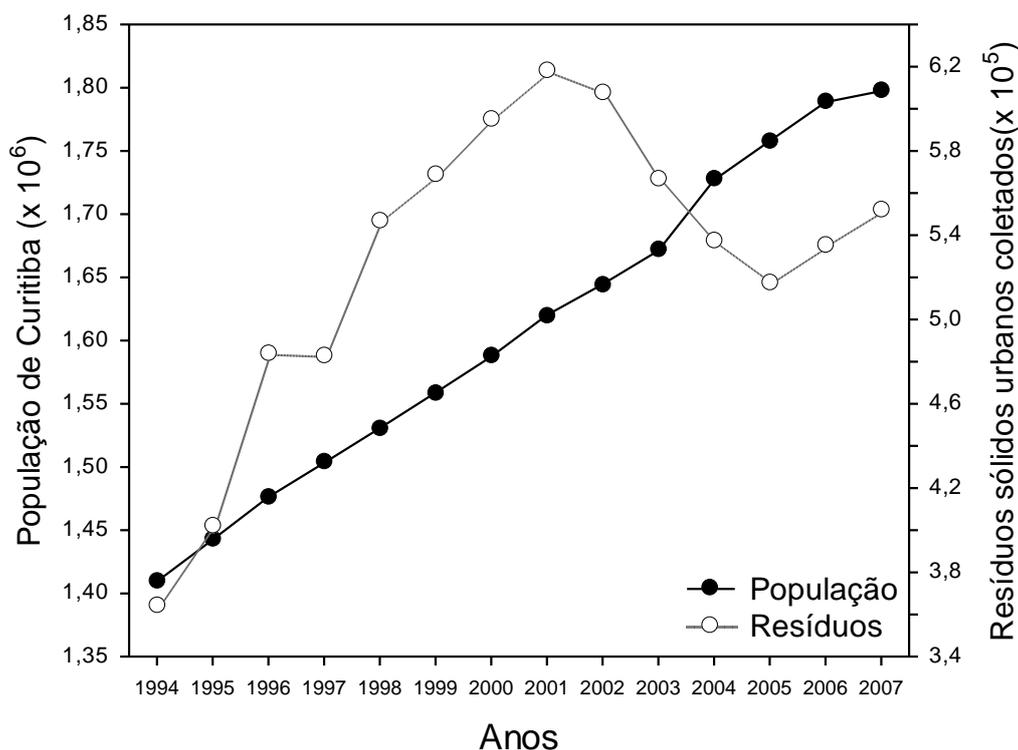


Figura 1 - Crescimento populacional e dos resíduos sólidos urbanos no município de Curitiba entre 1994 e 2001 (Fonte: IPPUC, disponível em www.ippuc.org.br).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

Localizada nas coordenadas a 25°25'48" de latitude Sul e 49°16'15" de longitude Oeste, Curitiba é a capital do Estado do Paraná. Possui um clima Subtropical. Está situada a 945 m de altitude, apresentando pluviosidade média de 1500 mm/ano. No inverno, as temperaturas são baixas, apresentando média de 13°C. Já no verão a média sobe para 21°C. Possui um relevo levemente ondulado.

Possui 1.851.215 habitantes (IBGE/2009). Está dividida em 75 bairros. Curitiba é considerada "Capital Ecológica", pois apresenta uma média de área verde/habitante de 64,5 m², bem acima da meta internacional, que é de 12 m²/hab.

Como Curitiba é o centro de uma região metropolitana de alta densidade populacional, a produção diária de resíduos sólidos é influenciada tanto pela população residente quanto por pessoas provenientes de outras localidades.

3.2 Resíduos Sólidos

Os resíduos sólidos urbanos utilizados nesse trabalho são provenientes do município de Curitiba, sendo a coleta das amostras realizadas logo na chegada do caminhão coletor de lixo ao CGR Iguaçu, após pesagem. A amostragem foi previamente definida, de acordo com os tipos de renda das localidades.

Esses dados foram levantados junto a Secretaria Municipal de Limpeza Pública, ao instituto de Planejamento e Pesquisa de Curitiba, e a empresa Estre Ambiental/Cavo Serviços e Saneamento, além de outros trabalhos publicados sobre o tema.

3.3 Análise gravimétrica

A análise gravimétrica, de acordo com a literatura, pode ser realizada de diversas maneiras. Entretanto, o mais frequentemente utilizado é o método do quarteamento, que é descrito pela NBR10007/2004. Este método foi aplicado nesse trabalho. Nesse método, uma amostra pré-homogeneizada é dividida em quatro partes iguais. Dessas quatro partes, são selecionadas duas partes opostas entre si para constituir uma nova amostra, e as partes restantes são descartadas. As partes selecionadas são novamente misturadas e o processo é repetido até que se obtenha o volume desejado.

Todo esse trabalho foi realizado por uma equipe técnica da empresa contratada para executar a análise gravimétrica. No total, foram realizadas 9 amostragens durante o período de 05/10/2011 à 20/10/2011.

Os materiais considerados e suas características estão sumarizados na Tabela 4. As características consideram se os materiais têm potencial para combustível, reciclagem e biodegradação. Essas características permitem aos gestores dimensionar coleta, transporte, o tratamento e a disposição mais adequada para o resíduo, podendo até mesmo obter ganhos econômicos através de reciclagem. Devido ao detalhamento acurado dos materiais do presente estudo, há mais classificações disponíveis em relação a trabalhos anteriores (veja classificação em TAVARES, 2007).

Tabela 4 - Característica dos materiais coletados (Adaptado de TAVARES, 2007).

Material	Combustível	Biodegradável	Reciclável
Alumínio			X
Ferrosos			X
Não ferrosos			X
Cobre encapado			X
Ondulado 1	X	X	X
Ondulado 2	X	X	X
Kraft	X	X	X
Sulfite	X	X	X
Jornais e Revistas	X	X	X
Tetra Pack	X		X
Higiênicos	X	X	
Fraldas	X		

Material	Combustível	Biodegradável	Reciclável
PET Cristal	X		X
PET Colorida	X		X
PEAD Rígido	X		X
PEAD Flexível	X		X
PEBD Flexível	X		X
PP Recipiente	X		X
PP Aparas	X		X
PS Copos	X		X
PS Rígido	X		X
PS Expandido	X		X
PVC Rígido (Civil)	X		X
PVC Flexível	X		X
Borracha	X		X
Trapo	X	X	X
Madeira	X	X	X
Pedra			
Vidro			X
Eletrônicos			X
Hospitalar	X		
Orgânicos		X	X

Os dados da composição gravimétrica foram comparados entre o centro do município de Curitiba e entre bairros de baixo, médio e alto padrão socioeconômico com testes de qui-quadrado (χ^2). Para tentar representar da melhor maneira toda a coleta no município de Curitiba, os bairros foram selecionados com base em estudo socioeconômico prévio. Nesse estudo, foram cruzados dados de renda familiar e nível de escolaridade. Dessa forma, as seguintes localidades foram selecionadas:

- 1) Centro: Praça Rui Barbosa e Largo da Ordem;
- 2) Baixo Padrão: Meia Lua e Palmeiras;
- 3) Médio Padrão: São Lourenço, Três Marias e Vila Osternak;
- 4) Alto Padrão: Batel e Bigorriho.

Além disso, a composição total observada nesse estudo foi comparada com a composição de anos anteriores publicada por TAVARES (2007), também com um teste de χ^2 , para verificar se existem alterações na composição dos resíduos. A proporção de materiais nos RSU de Curitiba publicada por TAVARES (2007) está sumarizada na Tabela 5. Essa tabela revela a composição média dos RSU de Curitiba coletados entre de julho de 2005 e junho de 2006. Durante esse mesmo período, foram coletadas

aproximadamente 530.000 toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos no município de Curitiba. A população do município era de 1.757.904 habitantes.

Para as análises descritas acima, foi considerado um erro do tipo I como sendo de 0,05. As análises foram realizadas no software STATISTICA (STATSOFT, 2005).

Tabela 5. Proporção (% peso) dos materiais que compõe os resíduos sólidos urbanos do município de Curitiba em 2005 e 2006 (publicado por TAVARES, 2007).

Material	Proporção (% peso)
Metais Ferrosos	1,78
Metais Não Ferrosos	0,18
Papelão	2,98
Papel	13,00
Tetra Pak	1,45
Matéria Orgânica	47,95
Fraldas	4,33
Plástico	17,78
Borracha	0,25
Tapos	4,10
Madeira	1,03
Outros Materiais	0,60
Vidro	4,65

4. RESULTADOS

As proporções dos materiais que compõe os RSU coletados no centro e em bairros de baixo, médio e alto padrão do município de Curitiba em 2011 estão mostradas na Tabela 6 e na Figura 3. Segundo um teste de χ^2 , não há diferença na proporção geral dos materiais coletados (Tabela 7). Porém, é possível observar a menor proporção absoluta de materiais orgânicos na região central de Curitiba, e maior proporção de materiais recicláveis, como papelões, kraft, sulfite, jornais e revistas (Tabela 6, Figura 3). Entretanto, como não há réplicas suficientes para comparação de médias, o teste estatístico utilizado não foi suficiente para detectar diferenças na composição dos RSU.

Tabela 6 - Proporção (% peso) dos materiais que compõe os resíduos sólidos urbanos no centro e em bairros de baixo, médio e alto padrão do município de Curitiba em 2011.

MATERIAL	BAIRROS DO MUNICÍPIO DE CURITIBA			
	Baixo padrão % em peso	Médio padrão % em peso	Alto padrão % em peso	Centro % em peso
Alumínio	0,579	0,580	0,973	0,966
Ferrosos	1,184	0,618	1,290	0,700
Não ferrosos	0,030	0,000	0,000	0,000
Cobre encapsado	0,064	0,125	0,000	0,000
Ondulado 1	1,022	1,300	1,341	3,325
Ondulado 2	0,597	0,901	1,096	0,544
Kraft	4,284	4,122	4,521	4,438
Sulfite	1,598	2,771	1,773	5,451
Jornais e Revistas	1,993	5,476	7,619	8,001
Tetra Pack	1,176	1,105	1,078	0,992
Higiênicos	10,458	7,537	9,208	10,910
Fraldas	9,090	9,532	4,144	6,499
PET Cristal	0,825	0,684	0,892	0,910
PET Colorida	0,358	0,186	0,398	0,372
PEAD Rígido	1,228	0,599	1,117	0,511
PEAD Flexível	4,676	4,160	4,276	2,953
PEBD Flexível	6,165	4,356	5,271	7,943
PP Recipiente	3,438	1,538	1,826	2,409
PP Aparas	1,893	1,580	1,163	2,068
PS Copos	0,186	0,072	0,091	0,694
PS Rígido	0,251	0,163	0,203	0,170
PS Expandido	0,182	0,644	0,521	0,362
PVC Rígido (Civil)	0,000	0,230	0,357	0,073
PVC Flexível	0,131	0,125	0,223	0,217
Borracha	0,395	0,089	0,127	0,173
Trapo	5,714	3,308	2,372	1,098
Madeira	1,090	0,374	0,510	0,790
Pedra	0,265	0,501	0,078	1,463
Vidro	1,253	1,146	5,644	2,528
Eletrônicos	0,314	0,428	0,050	0,034
Hospitalar	0,516	0,083	0,143	0,000
Orgânicos	39,044	45,666	41,696	33,405
TOTAL	100,000	100,000	100,000	100,000

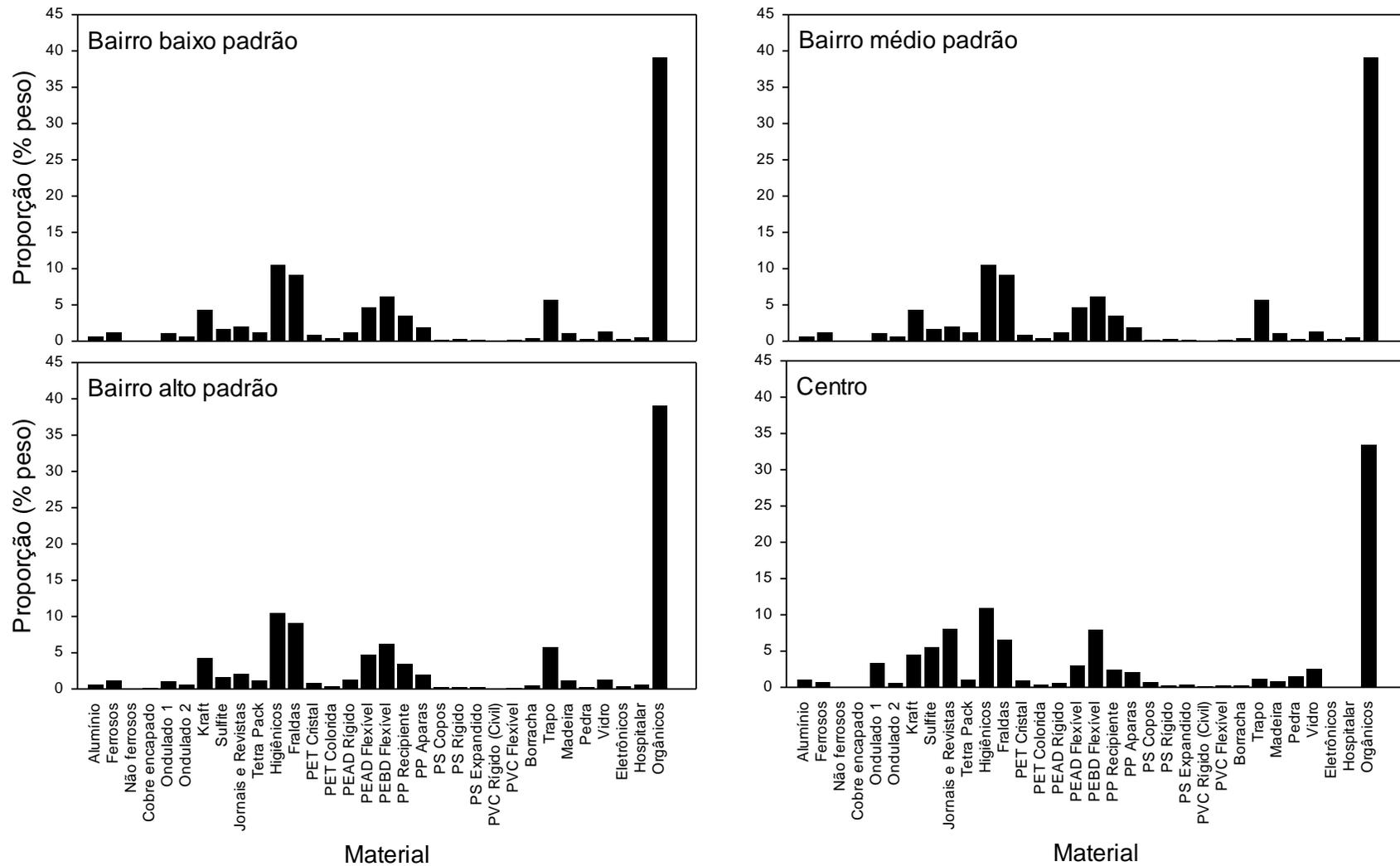


Figura 3. Proporção de materiais (% peso) que compõe os resíduos sólidos urbanos em bairros de baixo, médio e alto padrão socioeconômico, e no centro do município de Curitiba. As proporções dos materiais coletados não diferem entre as regiões acima descritas de acordo com um teste de χ^2 (Tabela X).

Tabela 7. Resultados de um teste de χ^2 comparando a proporção dos materiais que compõe os resíduos sólidos urbanos em bairros de baixo, médio e alto padrão socioeconômico, e no centro do município de Curitiba. O valor da estatística de χ^2 está mostrada abaixo da diagonal, e os valores de P acima da diagonal.

	Baixo padrão	Médio padrão	Alto padrão	Centro
Baixo padrão	-	0,98	0,73	0,16
Médio padrão	17,00	-	0,95	0,75
Alto padrão	25,88	19,48	-	0,95
Centro	38,61	25,33	19,13	-

Não há diferença significativa entre a proporção dos materiais que compõe os RSU de Curitiba observada por TAVARES (2007) e a observada no presente estudo (Figura 4).

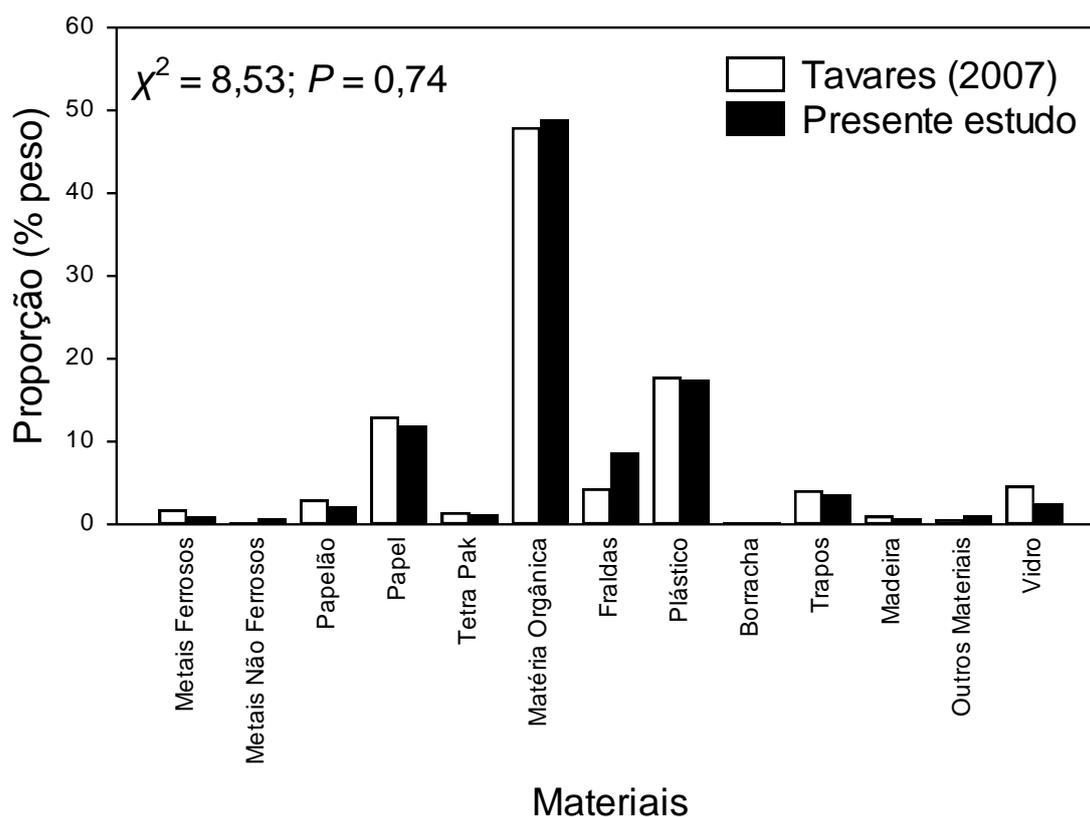


Figura 4. Proporção de materiais (% peso) que compõe os resíduos sólidos urbanos de Curitiba publicados por TAVARES (2007) e observados no presente estudo.

5. DISCUSSÃO

5.1 Crescimento populacional

De acordo com a figura 1, a população no município de Curitiba saltou de 1,4 milhões de habitantes em 1994, para aproximadamente 1,8 milhões em 2007, representando um crescimento médio para o período de 27,5%. Sabe-se que a produção de resíduos sólidos tem uma relação positiva com a densidade populacional. Quanto maior a população, maior a produção de resíduos. Portanto, fica claro que para a elaboração de um plano de gerenciamento de RSU eficiente, deve-se readequar toda a cadeia do lixo (coleta, transporte, tratamento e destinação) de acordo com o crescimento populacional.

Alguns dos fatores que causaram o crescimento da população nesse período foram: o desenvolvimento do comércio e as instalações de indústrias, principalmente automotivas e metalúrgicas, em Curitiba e Região Metropolitana, que fizeram com que trabalhadores de outras regiões se instalassem na cidade.

5.2 Crescimento da produção de resíduos

O crescimento populacional do município, demonstrado na figura 1, trouxe consigo o aumento na produção de RSU. Para o período de 1994 a 2007, a taxa de crescimento de RSU foi de 51,6%, saltando de 360 mil ton/ano em 1994 para aproximadamente 550 mil ton/ano em 2007.

Em 1994, a média de produção de RSU era de 0,70 kg/hab/dia de RSU. Em 2007, esse índice se elevou para 0,84 kg/hab/dia. Em 2007, a média nacional foi de 0,92 kg/hab/dia (ABRELPE, 2007).

5.3 Composição gravimétrica

O resultado da análise gravimétrica deste trabalho permitiu verificar que, independente do local de origem da amostra, a proporção (% peso) dos materiais encontrados nas amostras é semelhante. O teste estatístico não encontrou diferença significativa entre as amostras.

O material que foi encontrado com maior abundância em todas as amostras foi matéria orgânica, com valores variando entre 39 e 45 (% peso), sendo verificado o menor valor nos bairros de baixo padrão, e o maior valor nos bairros de médio padrão. Porém, essa diferença, de acordo com o teste estatístico não possui uma variação significativa.

Já na região central, a produção de materiais recicláveis se destaca, mas também sem variação estatística significativa. Isso se deve ao fato de que nesta região existe uma maior concentração de atividade comercial (lojas e escritórios), nos quais a produção de recicláveis realmente é maior do que nas áreas residenciais. Isso se deve ao fato de que a atividade comercial gera uma quantidade maior de papéis, papelão, plástico e outros recicláveis em geral.

Quando comparada a análise gravimétrica apresentada por Tavares (2007), a composição gravimétrica do presente trabalho não apresentou uma variação significativa de acordo com o teste estatístico. Provavelmente, o espaço temporal – 6 anos – entre as análises foi pequeno. Nesse espaço de tempo dificilmente o comportamento de produção de resíduos se alterará.

Todos os materiais derivados do plástico, papel e papelão, vidro, metal encontradas nas amostras podem ser reciclados. Alguns materiais possuem exceção, como pilhas, baterias, lâmpadas e poliestireno. Estes devem ser encaminhados para locais com autorização ambiental para tratamento, ou para as respectivas fábricas, de acordo com a legislação que regula a logística reversa. (Lei Federal 12.305/10) (BRASIL, 2010).

6. CONCLUSÃO

Nesse estudo, não corroboramos a expectativa inicial de que a composição dos materiais que compõe os RSU do município de Curitiba varia entre bairros que diferem entre si por critérios socioeconômicos. Entretanto, é importante observar que ainda são necessárias repetições dessa observação para que análises estatísticas mais acuradas possam comparar diferentes regiões do município de Curitiba em relação à composição dos RSU. Até o momento, entretanto, não podemos sugerir que o gerenciamento dos RSU deve ser diferenciado entre os bairros de Curitiba.

A grande quantidade de matéria orgânica encontrada permite sugerir outros meios de tratamento aos RSU, como compostagem. Essa técnica permite que a matéria orgânica seja reaproveitada, não sendo simplesmente disposta num aterro sanitário. Também verificou-se a necessidade de melhorar a coleta seletiva no município.

Análises de curto prazo podem servir como base para estudos de empresas e gestores públicos basearam suas ações de coleta, transporte e reciclagem de RSU, pois como apresentado no presente trabalho, num curto espaço de tempo a proporção de materiais não apresenta alterações significativas. Além disso, análises gravimétricas de curto prazo possuem um custo menor do que as análises de longo prazo, como a apresentada por Tavares (2007), que teve coletadas realizadas durante o período de um ano.

Não houve variação temporal na composição dos RSU, sugerindo que o gerenciamento, uma vez implantado, deve ser válido para os anos subsequentes. Entretanto, também é importante ressaltar que uma série histórica da composição dos RSU ainda não foi elaborada e analisada. Dessa forma, sugerimos que haja um constante monitoramento da composição da RSU no município de Curitiba para uma recomendação mais conclusiva acerca da permanência da estratégia de gerenciamento por longos períodos de tempo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 10ª ed. São Paulo, 2012.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos sólidos**. Disponível em: < <http://www4.planalto.gov.br/legislacao> >. Acesso em 26 de novembro de 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL (IBAM). **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, 2001.

NÚCLEO SUDESTE DE CAPACITAÇÃO E EXTENSÃO TECNOLÓGICA EM SANEAMENTO AMBIENTAL (NUCASE). **Resíduos sólidos: plano de gestão de resíduos sólidos urbanos: guia do profissional e treinamento: nível 2**. Belo Horizonte: RECESA, 2007.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Estudo sobre o Potencial de Geração de Energia a partir de Resíduos de Saneamento (lixo, esgoto), visando incrementar o uso de biogás como fonte alternativa de energia renovável**. São Paulo: Ministério do Meio Ambiente, 2010.

SANTOS, Maria Cecília Loschiavo dos; DIAS, Sylmara Lopes Francelino (Org.). **Resíduos Sólidos Urbanos e seus impactos socioambientais**. São Paulo: IEE-USP, 2012.

STATSOFT, Inc. (2005). **STATISTICA (data analysis software system)**, version 7.1. www.statsoft.com.

TAVARES, Romero Coelho. **Composição gravimétrica: uma ferramenta de planejamento e gerenciamento do resíduo urbano de Curitiba e região metropolitana**. 114f. Dissertação (Mestrado). Instituto de Engenharia do Paraná, Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, Curitiba, 2007.

WILSON, E. J. **Life cycle for municipal solid waste management**. Waste Management and Research, SAGE, 2002.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AGENDA 21, **Capítulo 21 - Manejo ambientalmente saudável dos resíduos sólidos e questões relacionadas com os esgotos**. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf>>. Acesso em: 02/09/2013

BRASIL. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República (SEDU). **Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

JARDIM, Nilza Silva (org.) **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 2ª ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

MENEZES, M.G. **Lixo, Cidadania e Ensino**. São Paulo: SBQ, 2005.

PAES, N.X. et al. **Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Curitiba**. Secretaria Municipal do Meio Ambiente/Departamento de Limpeza Pública: Curitiba, 2007.

PASQUALI, Luiz. **Composição gravimétrica de resíduos sólidos recicláveis domiciliares no meio rural de Chopinzinho – PR**. 68f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional, Pato Branco, 2012.