



Polímeros: Ciência e Tecnologia

ISSN: 0104-1428

abpol@abpol.org.br

Associação Brasileira de Polímeros
Brasil

Matos, Tássio F. L.; Schalch, Valdir
Composição dos Resíduos Poliméricos, Pós-consumo, Gerados no Município de São Carlos, SP
Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 17, núm. 4, 2007, pp. 346-351
Associação Brasileira de Polímeros
São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47017415>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Composição dos Resíduos Poliméricos, Pós-consumo, Gerados no Município de São Carlos, SP

Tássio F. L. Matos

Centro de Pesquisa em Resíduos Sólidos, CEFET, CE, PPG-SEA, EESC, USP

Valdir Schalch

Núcleo de Estudo e Pesquisa em Resíduos Sólidos, PPG-SEA, EESC, USP

Resumo: Os resíduos poliméricos pós-consumo - embalagens plásticas – se destacam nos resíduos sólidos domiciliares, por apresentarem crescimento de participação no lixo urbano e possuem características como degradação lenta e volumetria elevada, o que compromete a vida útil dos aterros sanitários. Ressalta-se, ainda, o potencial econômico para reutilização e reciclagem dos resíduos poliméricos. Este trabalho tem por objetivo apresentar a composição percentual, mássica, dos resíduos poliméricos no município de São Carlos, SP. O método adotado para caracterização, para determinação da composição, foi por amostragem, na coleta regular, e pela massa total coletada, na coleta seletiva. Na coleta regular, o número de amostragem compreendeu todos os quinze setores, sendo a massa da amostra obtida por quarteamento. Foi feita uma caracterização no inverno e outra no verão. Destacam-se, nos resultados da coleta regular, os percentuais em massa de 10,47% de resíduos poliméricos, o PET com maior participação (35,96%) nas resinas e o uso preferencial em embalagens para alimentação (56,42%), e, na coleta seletiva, os percentuais de 20,60% de resíduos poliméricos, a resina PET com maior participação (50,64%) e uso preferencial em embalagens para alimentação (66,06%). Os resultados evidenciam a tendência de crescimento de resíduos de PET e do uso preferencial dos polímeros termoplásticos em embalagens para alimentação.

Palavras-chave: *Polímeros, resíduos poliméricos pós-consumo, resíduos plásticos, caracterização.*

Composition of Post-consumption Polymeric Wastes Generated in the Municipality of São Carlos, SP

Abstract: Polymeric wastes have become important in household waste, with increasing contribution to the urban waste. They present the following characteristics: slow degradation and high volume, which compromises the life cycle of sanitary landfills, and may also have economical potential in the re-use and recycle. The objective of this work is to present a characterization of the polymeric wastes conducted in the conventional and selective collection of the municipality of São Carlos, SP. The method adopted for characterization in regular collection was sampling, while for the selective collection we employed the total weight collected. In regular collection, the number of sampling involved all the 15 sectors, being the sample mass obtained with the quarter's method. One characterization was done in the winter and another in the summer. Striking results in the regular collection were the weight percentage of 10.47% of polymeric wastes, with PET having the largest contribution (35.96%) in the resins and the preferential use in packing for food (56.42%). In the selective collection, the percentage polymeric waste was 20.60%, with the resin PET with largest contribution (50.64%) and preferential use in packing for food (66.06%). The results demonstrate the growth tendency of wastes of PET and of the preferential use of the thermoplastic polymers in food package.

Keywords: *Polymer, polymeric post-consumption waste, plastic waste, characterization.*

Introdução

Os resíduos poliméricos pós-consumo – embalagens plásticas – se destacam nos resíduos sólidos domiciliares (RSD), pois, nas últimas décadas, têm apresentado crescimento de participação na composição do lixo urbano, conforme pode ser observado na Tabela 1. A importância de seu estudo fundamenta-se em características importantes como a degradação lenta, comprometendo a vida útil dos aterros sanitários, por apresentarem vários tipos com propriedades físicas e químicas diferentes entre si, dificultando a identifi-

cação e seleção destes resíduos e, ainda, por terem elevado potencial econômico para reutilização e reciclagem.

Os polímeros sintéticos termoplásticos, ou simplesmente plásticos, como são mais conhecidos, representam a maioria dos resíduos poliméricos presentes nos resíduos sólidos domiciliares^[1]. Os resíduos poliméricos, pós-consumo, são compostos, basicamente, pelas resinas de PET (politereftalato de etileno), PEAD (polietileno de alta densidade), PEBD (polietileno de baixa densidade), PVC (policloreto de vinila), PP (polipropileno), e PS (poliestireno).

Tabela 1. Composição, em porcentagem de peso, dos RSD de algumas cidades.

Cidade	Ano publicação	Plástico	Vidro	Metal	Papel	Matéria orgânica	Outros
São Carlos (SP)	1975	7,2	6,3	5,6	20,5	40,4	20,0
Rio de Janeiro (RJ)	1986	9,7	3,4	3,7	38,4	38,6	6,2
Columbia (USA)	1987	7,0	4,0	6,0	41,0	7,0	35,0
São Carlos (SP)	1989	8,5	1,4	5,4	21,3	56,7	6,7
EPA (USA)	1994	12,0	6,0	6,0	33,0	9,0	34,0
Columbia (USA)	1996	16,0	3,0	6,0	41,0	9,0	25,0
Rio de Janeiro (RJ)	2002	17,61	2,74	1,97	18,78	55,96	2,94

Fonte: Adaptado de Gomes^[2], Zeng^[3] e COMLURB^[4].**Tabela 2.** Composição de plásticos rígidos em cidades brasileiras.

Cidade	Ano de realização/ publicação	PEAD (%)	PEBD (%)	PVC (%)	PET (%)	PP (%)	PS (%)	Outros (%)
Araraquara (SP)	1995/1996	46,7	0,5	5,5	34,5	9,2	3,0	0,6
Botucatu (SP)	1997/2000	20,4	4,6	2,4	33,3	6,2	33,1	33,1
Araraquara (SP)	1997/98 e 99/2001	28,1	0,3	2,1	63,6	3,2	1,2	1,5

Fonte: Adaptado de Zanin e Mancini^[5].

Este trabalho é justificado pela possibilidade de gerar informações referentes aos resíduos sólidos poliméricos termoplásticos, mais especificamente quanto às suas características e composições percentuais presentes nos RSD de um município brasileiro de médio porte, as quais são importantes para os aspectos sanitário e social. Para o poder público, as informações são importantes para o estabelecimento e aprimoramento de políticas públicas e a gestão integrada dos resíduos sólidos, notadamente pelos aspectos de prevenção da poluição com base na redução, reutilização e reciclagem dos plásticos. Pelo aspecto da reciclagem, os dados gerados podem fornecer a quantidade de material que pode ser separado de cada resíduo, permitindo verificar a viabilidade econômica de um processo. Outro fator importante é a constatação do crescimento constante da geração de resíduos plásticos pós-consumo, conforme pode ser observado na Tabela 1. Na Tabela 2 pode-se observar algumas caracterizações de plásticos rígidos em cidades brasileiras.

Este trabalho tem por objetivo apresentar a composição dos resíduos poliméricos, pós-consumo, presentes na coleta regular e seletiva do município de São Carlos, SP, compreendendo a participação percentual mássica por: a) plásticos rígidos e filmes; b) tipo de resina do plástico rígido; c) uso do plástico rígido.

Experimental

Área de estudo

O município de São Carlos localiza-se na região central do Estado de São Paulo e tem população de 214.786 habitantes, estimada em 01/07/2005^[6], ano de realização desta pesquisa. O município possui sistema de coleta regular e seletiva dos RSD, assim como aterro sanitário estruturado.

A coleta regular é realizada em toda área urbana do município de São Carlos, inclusive nos distritos de Água Ver-

melha e Santa Eudóxia, com estrutura logística dividida em 15 setores. Cada setor tem produção diferenciada, variando aproximadamente de 7 a 12 t de RSD, por dia^[1]. Em 2005 o recolhimento diário médio de RSD, foi de aproximadamente 137 toneladas^[7], o que representa uma produção per capita de 0,64 kg/hab/dia da população urbana. Toda a produção de RSD da coleta regular é destinada ao aterro sanitário do próprio município.

A coleta seletiva de resíduos recicláveis foi implantada no município de São Carlos em junho de 2002 e, atualmente, apresenta uma evolução significativa com números importantes^[8], os quais se destacam:

- É realizada por três cooperativas de catadores (Ecoativa, Coopervida, Cooletiva), em modelo de autogestão, envolvendo mais de cinquenta trabalhadores cooperados;
- A área de abrangência atinge 60% da área urbana, com aproximadamente 32.000 pontos de coleta;
- A frequência de coleta, em cada bairro, é de uma vez por semana; e
- As cooperativas recolhem, em média, 80 t por mês, de resíduos recicláveis, o que equivale a aproximadamente 2.700 kg, por dia. Este montante ainda é pouco, considerando que representa cerca de 2,0% da massa coletada diariamente na coleta regular.

Procedimento de caracterização

O método de caracterização para determinação dos resíduos poliméricos, adotado neste trabalho, tem fundamentação na metodologia presente em Gomes^[2], com adaptação e atualização dos procedimentos conforme orientações do Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo (IPT) em publicação conjunta com o Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE)^[9], e da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)^[10]. Para verificação da influência climática foi realizada uma caracterização no inverno e outra no verão.

Preparação da amostra na coleta regular

Para maior significância do número de amostragem optou-se em caracterizar todos os quinze setores da coleta regular, abrangendo, portanto, toda a área urbana.

Considerando a expectativa de geração elevada de resíduos sólidos domiciliares, em cada setor, tornou-se conveniente a adoção de um procedimento para obtenção de amostra significativa da massa de resíduos coletados. Segundo KLEE (1980 apud ZENG^[3], tradução nossa):

[...] quando os pesos da amostra diminuem abaixo de aproximadamente de 91 kg, aumenta, rapidamente, a discrepância na amostra de lixo, mas que acima de aproximadamente 140 kg, a discrepância aumenta lentamente [...] recomenda um peso de amostra entre 91 e 140 kg.

O intervalo de 91 a 140 kg, para o peso das amostras de resíduos sólidos é recomendado, também, pela American Society For Testing And Materials (ASTM)^[11].

Neste trabalho foi adotada a massa aproximada de 200 kg, obtida após quarteamento, conforme o procedimento para preparação da amostra a ser caracterizada, o qual teve os seguintes passos:

- Coleta de aproximadamente 400 kg de lixo na pilha descarregada pelo caminhão coletor, de cada setor, em área reservada no aterro sanitário de São Carlos/SP. Essa massa foi aferida em balança marca Toledo do Brasil, modelo 2095 dd/IU, e disposta sobre uma lona plástica de 8 x 10 m;
- Dividiu-se a amostra em quatro montes de 100 kg e aplicou-se o processo de quarteamento em cada monte. Terminado o processo de quarteamento juntaram-se as partes reservadas para a seleção dos resíduos, conforme a Figura 1; e

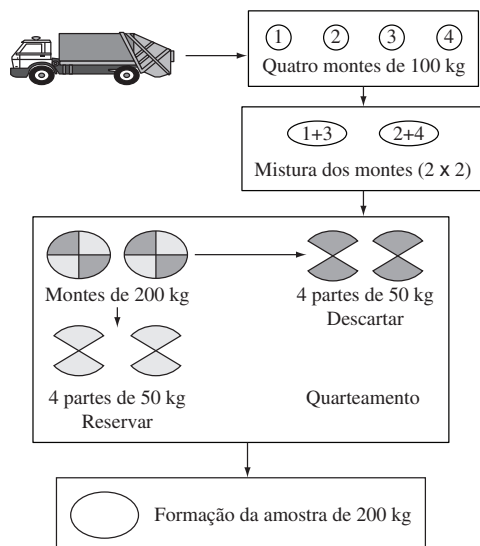


Figura 1. Diagrama de preparação da amostra de RSD da coleta regular.

- A amostra resultante foi submetida à caracterização por meio da separação e aferição da massa dos resíduos sólidos domiciliares (papel/papelão, vidro, embalagem longa vida, metal, rejeito, plástico rígido e plástico filme). Os plásticos rígidos foram reservados para caracterização por tipo de resina e uso.

Preparação da amostra na coleta seletiva

Na coleta seletiva a caracterização foi feita na massa total dos resíduos recicláveis coletados, não havendo necessidade de estabelecer um procedimento de amostragem.

A preparação da amostra consistiu na adaptação da organização dos trabalhos das cooperativas e se deu, portanto, da seguinte forma:

- Obtenção da massa dos resíduos recicláveis coletados em cada dia programado para caracterização; e
- Separação e aferição da massa dos resíduos recicláveis (papel/papelão, vidro, embalagem longa vida, metal, rejeito, plástico rígido e plástico filme) presentes na massa total coletada de cada dia. Os plásticos rígidos foram reservados para caracterização por tipo de resina e uso.

Caracterização dos resíduos poliméricos – plásticos rígidos

O procedimento de caracterização dos plásticos rígidos foi o mesmo nos dois sistemas de coleta.

A massa da amostra de plásticos rígidos foi submetida ao processo de identificação e seleção por tipo de resina polimérica termoplástica e por tipo de uso, conforme o diagrama de seleção hierárquica apresentado na Figura 2.

Para a identificação do tipo de polímero foram utilizados os seguintes procedimentos:

- Identificação por codificação, conforme a Tabela 3, presente na embalagem. A maioria dos resíduos foi identificada por este método; e
- Identificação por teste comparativo de característica e propriedade, o qual foi utilizado, poucas vezes, em resíduos que não tinham o código de identificação, e apenas para distinguir os resíduos de PEAD e PP. Para diferenciação entre os resíduos de PEAD e PP foram empregados os testes seguintes: Correlação com produtos cujas

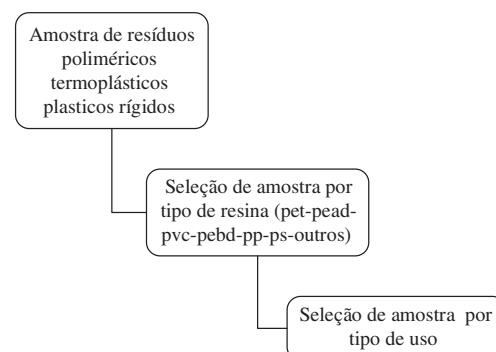


Figura 2. Diagrama da seleção hierárquica dos resíduos poliméricos.

Tabela 3. Códigos e Siglas de identificação dos polímeros sintéticos.

Código	Sigla	Polímero
1	PET	Poli (etileno tereftalato)
2	PEAD	Polietileno de alta densidade
3	PVC	Poli (cloreto de vinila)
4	PEBD	Polietileno de baixa densidade
5	PP	Polipropileno
6	PS	Poliestireno
7	Outros	-

Fonte: ABNT^[12].

embalagens geralmente utilizam polímeros conhecidos e comportamento mecânico como dureza (os resíduos de PEAD eram identificados pela facilidade de serem riscados superficialmente) e embranquecimento na dobra (os resíduos de PP eram identificados por apresentarem embranquecimento quando dobrados).

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos compreendem as participações percentuais médias, em massa, por estação climática, nas duas

coletas, dos plásticos rígidos e filmes, apresentados na Tabela 4, das resinas poliméricas dos plásticos rígidos, presentes na Tabela 5 e dos tipos de uso dos polímeros, mostrados na Tabela 6.

Foi determinado que os resíduos poliméricos, pós-consumo, da coleta regular do município de São Carlos, SP, apresentam percentual de 10,47% da massa de RSD, com composição de 2,84% de plásticos rígidos e 7,63% de plásticos filmes. Na coleta seletiva, os resíduos poliméricos têm percentual de 20,60% da massa de resíduos recicláveis, com composição de 17,02% de plásticos rígidos e 3,58% de plásticos filmes. Em números absolutos, as cooperativas coletam, por dia, aproximadamente 556 kg de resíduos poliméricos, desse total, cerca de 460 kg são de plásticos rígidos e 96 kg de plásticos filmes. A coleta regular destina ao aterro sanitário, diariamente, aproximadamente 14.340 kg de resíduos poliméricos, desse total, cerca de 3.900 kg são de plásticos rígidos e 10.440 kg de plásticos filmes. Estes resultados mostram que a participação percentual dos resíduos poliméricos destinados ao aterro, ainda é significativa, mesmo o município possuindo sistema de coleta seletiva em 60% da área urbana.

Tabela 4. Composição de resíduos poliméricos – plástico rígido e plástico filme – por tipo de plástico, gerados no município de São Carlos, SP, em percentual de massa.

Coleta Estação	Regular						Seletiva					
	Inverno		Verão		Média geral		Inverno		Verão		Média geral	
	Rígido	Filme	Rígido	Filme	Rígido	Filme	Rígido	Filme	Rígido	Filme	Rígido	Filme
Média	2,76	6,43	2,92	8,84	2,84	7,63	17,34	3,30	18,56	4,01	17,02	3,58
Desvio padrão	0,67	1,67	1,01	1,55	0,76	1,20	2,34	0,88	3,45	0,65	1,01	0,68

Tabela 5. Composição dos resíduos poliméricos, pós-consumo – plásticos rígidos – por tipo de resina, gerados no município de São Carlos, SP, em percentual de massa.

Resina	Inverno		Verão		Média Geral	
	Média	Desvio-padrão	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Coleta regular						
PET	36,74	5,84	35,19	8,10	35,96	4,88
PEAD	28,58	4,22	24,25	5,38	26,42	3,07
PVC	3,76	2,85	3,77	3,42	3,76	2,30
PEBD	1,69	2,27	1,89	1,09	1,79	1,31
PP	17,36	3,36	15,14	3,87	16,25	2,78
PS	6,29	3,91	9,64	6,37	7,96	4,71
Outros	5,58	4,12	10,13	8,74	7,85	5,13
Coleta seletiva						
PET	52,81	9,85	48,91	11,91	50,64	6,44
PEAD	23,80	5,17	22,74	5,69	24,03	5,40
PVC	1,30	1,06	1,50	0,98	1,12	0,50
PEBD	1,57	0,58	2,03	0,51	1,70	0,43
PP	11,71	2,81	14,55	3,42	13,76	1,36
PS	4,58	3,56	8,67	2,81	6,96	1,55
Outros	4,23	3,69	1,59	1,45	1,79	1,01

Tabela 6. Composição dos resíduos poliméricos, pós-consumo – plásticos rígidos – por tipo de uso, gerados no município de São Carlos, SP, em percentual de massa.

Uso		Refrigerante	Higiene Pessoal	Limpeza	Alimentos	Automotivo	Outros usos
Coleta regular	Inverno						
	Média	16,58	15,51	16,45	41,50	0,67	9,28
	Desvio padrão	5,61	5,80	4,22	4,78	1,38	3,96
	Verão						
	Média	19,72	13,55	15,74	35,04	1,41	14,53
	Desvio padrão	8,28	6,67	4,14	7,48	3,15	8,87
	Média geral						
	Média	18,15	14,53	16,10	38,27	1,04	11,90
	Desvio padrão	4,16	4,65	2,77	4,69	2,10	5,56
	Inverno						
Coleta seletiva	Média	27,90	9,27	18,91	36,15	1,35	6,42
	Desvio padrão	5,71	1,33	2,42	5,28	0,42	4,42
	Verão						
	Média	30,76	8,08	18,22	35,28	1,66	5,99
	Desvio padrão	7,94	1,77	2,64	2,78	0,68	2,03
	Média geral						
	Média	29,01	8,34	18,82	37,05	1,42	5,36
	Desvio padrão	3,80	1,85	2,25	1,31	0,50	1,16

Na caracterização dos resíduos sólidos poliméricos, pós-consumo - plásticos rígidos – da coleta regular, determinou-se uma composição, em massa, por tipo de resina, com o PET (35,96%), PEAD (26,42%), PP (16,25%), PS (7,96%), Outros (7,85%), PVC (3,76%), PEBD (1,79%). Na coleta seletiva, determinou-se uma composição com o PET (50,64%), PEAD (24,03%), PP (13,76%), PS (6,96%), Outros (1,79%), PEBD (1,70%); PVC (1,12%). Nos dois sistemas de coleta, somente os resíduos poliméricos com resinas de PET, PEAD e PP apresentaram desvios-padrão bem abaixo da média, indicando regularidade na geração. Nas duas coletas, observou-se, nos resíduos poliméricos de plástico rígido, o uso preferencial dos polímeros em embalagens de produtos alimentícios com percentual de participação, em massa, da ordem de 56,42% na coleta regular e de 66,06% na coleta seletiva.

No verão os usos como alimentação, limpeza e higiene pessoal apresentaram decréscimos nos percentuais de participação, em relação ao inverno. O uso em refrigerante teve crescimento de 3,14%, na coleta regular, e de 2,86%, na coleta seletiva, em relação ao inverno, confirmando a tendência de consumo deste produto em estação quente. Os resíduos de polímeros usados em alimentação, refrigerante, limpeza e higiene pessoal apresentaram desvios-padrão abaixo da média, indicando regularidade na geração.

O PET é a resina de embalagens pós-consumo de maior participação percentual nas coletas, regular e seletiva, o que confirma a tendência de crescimento de geração já observada nos resultados obtidos com as caracterizações realizadas em

Araraquara e Botucatu, municípios do Estado de São Paulo, conforme Tabela 2.

No período de realização da caracterização dos resíduos poliméricos, pós-consumo, na coleta regular, registrou-se uma temperatura média de 15,8 °C, no período de inverno, e de 21,3 °C no verão. No período de caracterização da coleta seletiva, a temperatura média de inverno foi de 17,5 °C e a temperatura média de verão foi 23 °C. As diferenças de temperatura entre as estações tiveram registro de 5,5 e 6,0 °C, nas coletas regular e seletiva, respectivamente. Os registros, em cada coleta, indicam que as temperaturas são muito próximas e que, entre as estações climáticas, as diferenças são suficientes para alterar os hábitos da população, evidenciado no crescimento do consumo de refrigerantes na estação do verão, nos dois sistemas de coleta, o que pode ser observado na Tabela 6.

Conclusões

Constatou-se que o poder público municipal de São Carlos, SP, se empenha em desenvolver política ambiental por meio de programas e ações para proteção do meio ambiente. É necessário, no entanto, minimizar os índices de resíduos poliméricos coletados e destinados ao aterro sanitário, o que, para tanto, recomenda-se a reestruturação do sistema de coleta seletiva, envolvendo ações como:

- Ampliação para 100% da área urbana e elevação da frequência da coleta em cada bairro, por meio da cria-

ção de novas cooperativas e aumento do número de cooperados;

- Ampliação do apoio logístico e organizacional para as cooperativas de catadores;
- Incentivo fiscal e apoio tecnológico para implantação de micro-empresas de reciclagem, com prioridade para população de baixa renda; e
- Campanhas publicitárias e valorização de iniciativas que visem à educação ambiental da população com foco na redução de desperdícios e na separação dos resíduos.

Agradecimentos

Pela parceria com outros projetos de pesquisa do NEPER – Núcleo de Estudo e Pesquisa em Resíduos Sólidos/SHS/EESC/USP e à CAPES, pelo financiamento por meio do convênio PQI n.º: 06/03-8.

Referências Bibliográficas

1. Matos, T. F. L. - “*Diagnóstico dos resíduos poliméricos presentes nos resíduos domiciliares gerados em São Carlos, SP*”, Dissertação de Mestrado. Programa de Ciências da Engenharia Ambiental. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos/SP (2006).
2. Gomes, L. P. - “*Estudo da caracterização física e da biodegradabilidade dos resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários*”, Dissertação de mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos/SP (1989).
3. Zeng, Y.; Trauth, K. M.; Peyton, R. L. & Banerji, S. K. - Waste Management & Research, **23**, p.62-71 (2005).
4. COMPANHIA DE LIMPEZA URBANA DO RIO DE JANEIRO - COMLURB - *Relatório final do trabalho de caracterização dos resíduos Urbanos coletados nos domicílios da cidade do rio de janeiro*. Rio de Janeiro (2002).
5. Zanin, M. & Mancini, S. D. - “Resíduos plásticos e reciclagem: aspectos gerais e tecnologia”, São Carlos/SP: EdUFSCar (2004).
6. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Estimativas da população. Disponível em: <http://ibge.gov.br>. Acesso em 20.12.2005 (2005).
7. SECRETARIA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Dados operacionais e de custos dos sistemas de coleta convencional e seletiva de São Carlos. Publicação eletrônica em Microsoft Excel. [Mensagem Pessoal]. Mensagem recebida por lofti@cefetce.br. Em 11/01/2005 (2005).
8. PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS. PMSC. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Sustentável Ciência E Tecnologia. Prospecto explicativo da coleta seletiva. São Carlos/SP (2004).
9. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A.(IPT) / COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM (CEMPRE), Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. Publicação IPT 2622, São Paulo/SP (2000).
10. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 10007: Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro. (2004).
11. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. International. - ASTM D 5231-92 Standard Test Method for Determination of the Composition of Unprocessed Municipal Solid Waste. For referenced ASTM standards. (1992)
12. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. - NBR 13230: Simbologia indicativa de reciclabilidade e identificação de materiais plásticos - Rio de Janeiro (1994).

Enviado: 09/03/2007
Reenviado: 10/05/2007
Aceito: 17/05/07