

Utilização da caracterização do lixo domiciliar de Piracicaba - SP para subsidiar plano diretor de resíduo sólido

SILVA, Fábio Cesar da
BERNO, Ludimila
ROMANINI, Ludmar Antonio
BACCHINI, Natália

Resumo

O objetivo do trabalho é o gerenciamento municipal de resíduos sólidos urbanos (RSU) em Piracicaba, com população de cerca de 350.000 habitantes. Os dados foram coletados em função dos aspectos climáticos, geográficos, desenvolvimento agrícola e tecnológico, leis com relação à limpeza pública e ambiental e principalmente as técnicas de tratamento e/ou disposição final de resíduos sólidos urbanos dos municípios. Além desses estudos, na cidade de Piracicaba também foi realizada a amostragem e a caracterização física de resíduos sólidos domésticos, incluindo alternativas de processamento de resíduos sólidos, tais como produtos orgânicos com potencial energético elevado para a agricultura (composto orgânico), ou redução do consumo de energia elétrica e a não extração de recursos renováveis, visando à reciclagem de materiais inorgânicos em resíduos sólidos.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos Urbanos, técnicas de tratamento, disposição final de resíduos sólidos urbanos.

Abstract

This work discusses the management of municipal solid waste in Piracicaba, São Paulo State, Brazil (pop. 350,000). Data was collected with regard to climate, geography, agricultural and technological development, sanitary and environmental laws, and principally with regard to the treatment and/or disposal of urban solid waste. In addition, the sampling and characterization of household solid waste was performed in the city of Piracicaba. Also studied were alternatives to the processing of solid residues, including the production of organic products with high-energy potential for agriculture (organic compost), the reduction of the consumption of electric energy, the non-extraction of renewable resources, and the recycling of inorganic solid waste.

Keywords: urban solid residues, physical characterization of residues, treatment techniques, disposal of municipal solid waste.

Resumen

El objetivo es la gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU) en Piracicaba, con una población de unos 350.000 habitantes. Los datos fueron obtenidos de acuerdo a los aspectos climáticos, geográficos, agrícolas y de desarrollo tecnológico, las leyes relativas a la sanidad pública y las técnicas del medio ambiente y, especialmente, el tratamiento y/o eliminación de residuos sólidos urbanos. Además de estos estudios en la ciudad de Piracicaba, también se realizó la caracterización física y toma de muestras de los residuos sólidos domésticos, incluido el tratamiento alternativo de los residuos sólidos, tales como productos ecológicos, con alto potencial energético para la agricultura (compuesto orgánico), o reducir el consumo de electricidad y la extracción de recursos no renovables, para el reciclaje de materiales inorgánicos de los residuos sólidos.

Palabras-clave - Residuos Sólidos, las técnicas de tratamiento, la eliminación de los residuos sólidos.

1 INTRODUÇÃO

Conscientes da problemática quanto à gestão dos resíduos sólidos urbanos, o referido trabalho contém um levantamento da situação e visa à elaboração do Plano Diretor do município de Piracicaba e discutir em fóruns municipais, abrangendo desde a coleta e serviços congêneres, tratamento e destinação final, e em última análise a proteção à saúde pública e a qualidade de vida da população (IPT, 2000, GONÇALVES, 2003).

Faz parte do nosso estudo a população atendida pela coleta pública domiciliar, pois ela pode ser considerada a maior colaboradora para a redução e reaproveitamento dos resíduos gerados nas residências, provenientes dos mais variados tipos de produtos (alimentos, podas e aparos de plantas, limpeza, embalagem, construção, entre outros).

Segundo Campos Filho (2001), consideram-se bens urbanos, habitação, transporte, água, esgoto, ruas pavimentadas, escolas, hospital, posto de saúde, iluminação, coleta e tratamento de lixo. O início do planejamento é a obtenção de dados confiáveis começando com amostragem para obtenção de amostra representativa, caracterizando o lixo domiciliar (SILVA *et al.*, 2009).

O gerenciamento dos resíduos sólidos é algo providencial em qualquer cidade, em particular, apresentaremos uma alternativa de planejamento que pode subsidiar um Plano Diretor para resolver o problema do resíduo, da sua geração à sua destinação adequada, na cidade de Piracicaba. Hoje a população produz 270 (aproximadamente 600g/hab./dia)

toneladas de lixo por dia, que é recolhidos das casas e transportados para o Aterro Sanitário. Porém temos a estimativa de que o volume de recicláveis é maior, já que além da grande quantidade que vai para o Aterro sanitário ESTRE em Paulínia SP, temos os carrinheiros (catadores) que recolhem recicláveis do lixo colocados para a coleta convencional e depositados no Aterro e também, existem duas cooperativas: a do Reciclador Solidário que trabalha com excatadores do Aterro Sanitário e a Reciclar 2000 que está relacionada com o Centro de Reabilitação (ONG que trabalha em prol a pessoas deficientes), ambas trabalham regularmente com a população de casa em casa incentivando a coleta seletiva e recolhendo os recicláveis. Concluindo-se que há mais recicláveis que a capacidade de recolhimento feita por carrinheiros e cooperativas.

Para tanto, a coleta seletiva é uma alternativa ecologicamente correta que desviam o destino em aterros sanitários ou lixões, resíduos sólidos que podem ser reciclados. Por um lado a vida útil dos aterros sanitários é prolongada e o meio ambiente é menos contaminado, diminuindo a extração dos recursos naturais através do uso de matéria-prima reciclável. Tornando-se importante e necessário a caracterização e quantificação dos resíduos sólidos, para trabalharmos corretamente sua destinação (SILVA *et al.*, 2009).

O Instituto Virtual de Educação para Reciclagem afirma que o Brasil produz em média 241.614 toneladas de lixo diariamente, onde a composição média do lixo domiciliar no Brasil é de 65% de matéria orgânica, 25% de papel, 4% de

metal, 3% de vidro e 3% de plástico; e as latas de alumínio, que corresponde a apenas 1% do total de resíduos sólidos urbanos, pois são comercializados por catadores antes de chegar aos aterros.

No entanto, devemos ressaltar que apenas 24% do lixo no país são devidamente tratados, pois o lixo caracteriza-se como uma fonte de poluição, não apenas como uma nova mercadoria, podendo, também, ser reaproveitado (BOJADSEN, 1997).

Piracicaba conta com o sistema de coleta domiciliar, com destinação dada em aterro controlado classe II. O município também conta com serviço de varrição feita por garis, contratadas pela Transpolix (empresa terceirizada responsável pela coleta urbana). A coleta de resíduos de serviços de saúde, também terceirizada, é coletada por caminhões próprios para este tipo de coleta, pesado na balança do aterro e depois levado para São Paulo, onde são incinerados com custo para a Prefeitura de aproximadamente R\$ 50, 00 por quilograma incinerado.

Portanto, a finalidade deste trabalho é dar subsídios ao Plano Diretor de Resíduos Sólidos, quantificando e qualificando os resíduos sólidos de responsabilidade pública que são destinados no Aterro. Especificando quais os gastos da Prefeitura de Piracicaba com o destino do lixo no aterro, quais as estratégias para um melhor destino, a possibilidade de se fazer a rota dos caminhões de coleta com um menor custo, de acordo com o que já é executado na cidade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Levantamento Preliminar de Dados

Nessa fase define-se o número total de amostras (33, sendo uma de cada setor), onde (no aterro do Pau Queimado) e como coletá-las (manualmente após despejo do caminhão de coleta). São pesquisados também dados referentes ao sistema de limpeza pública, tais como número de setores de coleta (33), utilizando-se o princípio básico da classificação de bairros de acordo com as classes de renda familiar (CETESB), a frequência de coleta (três vezes por semana), foi baseada no teorema central da média (IPT, 2000), considerando as características dos veículos coletores (tipo Volkswagen 16.70 BT com capacidade de 7500 a 8000 Kg), à distância aos locais de tratamento e disposição final (dista de 5 km a 30 km) e quantidade de resíduos gerada (média de 700g/dia/hab.). Diagnosticaram-se os aspectos gerenciamento de resíduos sólidos urbanos para subsidiar a elaboração do Plano Diretor de Resíduos Sólidos do Município de Piracicaba – SP.

O objetivo específico foi levantar as quantidades e a qualidade dos resíduos sólidos domiciliares, destinados ao aterro Pau Queimado e depois ao aterro sanitário ESTRE, produzidos por região do município.

Para a realização deste, foram necessários quinze dias de permanência no aterro do Pau Queimado – Piracicaba – SP, durante o período de 25 a 31/07 e de 29/08 a 3/9/2005, para a classificação e quantificação dos resíduos sólidos domiciliares, de acordo com 33 setores de coleta, distância aproximada de 5 km a 30

km aos locais de tratamento e disposição final e, quantidade de resíduos gerada (700g/dia/hab.). Após este procedimento operacional houve a prática experimental no laboratório de solos do CENA – USP para a determinação da umidade das amostras orgânicas.

A composição física e química dos resíduos realizada teve por base metodológica as instruções técnicas da Companhia de Tecnologia do Estado de São Paulo – CETESB, em sua publicação: “Resíduos Sólidos Domésticos: Tratamento e Disposição Final”.

A caracterização dos resíduos sólidos constituiu em:

- Coleta da pesagem (entrada e saída) dos caminhões de coleta (capacidade de 7500 a 8000 Kg), descarregados, dos 33 setores correspondentes;
- Coleta de aproximadamente 50 kg de amostra de cada setor, retiradas de cada canto da pilha (quarteamento);
- Rompimento de sacos plásticos e revolvimento de lixo (homogeneização).
- Separação e caracterização (por tipo) dos resíduos, armazenados em sacos plásticos de 200 litros, identificado com o setor correspondente para pesagem posterior;
- Todo o material foi separado manualmente nas seguintes classes: metais, papel, papelão, plástico, orgânico e “outros”. Depois da separação, cada classe foi ensacada e pesada em uma balança de capacidade 100 Kg, com precisão de +/- 20g;

- No laboratório do CENA – USP foi analisada a umidade das amostras (250g) de três setores: Setor 13 (amostra 1): Bairro Santa Terezinha; Setor 4 (amostra 2): Bairro Paulista e; Setor 28 (amostra 3): Bairros Rurais;

- As amostras foram devidamente identificadas e levadas para a Estufa de circulação de ar para secagem a 105°C por 48 horas;

2.2 Cálculos do teor de umidade de RSU

$$\%U = \frac{(PU + tara) - (PS + tara)}{(PU + tara) - (tara)} \times 100$$

O aterro do Pau Queimado desde o início da década de 70 é utilizado para disposição final de resíduos domiciliares, tendo alguns cuidados com o meio ambiente como impermeabilização do solo, a qual é feita diariamente com a cobertura com terra no final de cada expediente, com dreno de gases e de chorume e, o monitoramento para verificação de águas subterrâneas e superficiais trimestralmente. Foi projetado para durar aproximadamente 25 anos, encontrando-se atualmente com sua vida útil esgotada, o qual prevê a instalação de um aterro sanitário, deveria ser construído até 2007, o que não foi possível por diversos problemas.

2.3 Legislação pertinente

A Lei municipal nº 47019/1995 autoriza o executivo a implantar programa de coleta seletiva. A lei federal 11445/07 - Plano de Saneamento de resíduos Sólidos Urbanos de Piracicaba traz as diretrizes para o gerenciamento de RSU do município.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12305/2010), nos artigos 18 e 19, torna obrigatória a elaboração de Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, o qual deve contemplar os aspectos: i) diagnóstico da situação do resíduo gerado; ii) identificação de áreas favoráveis para disposição ambientalmente adequadas de rejeitos; iii) identificação de possibilidades de implantação de soluções consorciadas ou compartilhada com outros municípios; iv) indicadores de desempenho operacional dos serviços públicos; v) programas e ações participativas (ex. cooperativas), população de baixa renda; vi) custos; vii) metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem. PNRS 12305/10, que vem pautando as alterações no sistema de gerenciamento de resíduos do município de Piracicaba.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De fato, na coleta oficial aparece uma quantidade insignificante de papelão, sendo impossível quantificar as coletas informais e a coleta de dados confiáveis é tecnicamente impossível. A partir de indagações diversas, estima-se em 1000 o número de famílias que se dedicam à coleta informal e alegam coletar três toneladas por mês de material reciclável. Se esses valores forem confirmados, a coleta informal representaria 100 toneladas por dia. Quando adicionado à coleta oficial de 270 toneladas por dia, este valor elevaria a taxa de geração de lixo de 0,629 a 0,856 gramas por

habitante por dia. O resultado assusta, pelo fato de levantar suspeita sobre a confiabilidade das estatísticas oficiais existentes.

Na tabela 1, observam-se os resultados médios obtidos na caracterização do RSU no município, em que a matéria orgânica representa a metade de sua composição.

Tabela 1 - Média Percentual das frações nos resíduos sólidos nos setores em Piracicaba SP.

Resíduo	Qde. Gerada (%)
Matéria Orgânica	50,74
Metal	0,83
Papelão	4,10
Plástico	11,25
Papel	2,22
Tecidos	4,21
Vidro	0,87
Madeira	0,08
Couro	0,93
Borracha	0,2
Hospitalar	0,2
Outros	24,34

Determinação do Teor de Umidade

Na Tabela 2, temos os valores dos pesos úmidos (PU) das amostras e seus pesos secos (PS), que permitiu obter uma porcentagem de umidade no RSU na ordem de 66 a 76% (%U), com contribuição da fração orgânica.:

Tabela 2 - Resultados de umidade do RSU em setores do município de Piracicaba SP.

Identificação	Nº	PU	OS	Tara	%U	Idem
Setor 13	1	282,50	78,76	5,42	72,12	Setor 13
Setor 4	2	232,04	78,87	5,42	66,01	Setor 4
Setor 28	3	212,72	50,3	5,42	76,35	Setor 28

Análise econômica da reciclagem no Município

Em Piracicaba, diariamente, são coletadas e transportadas cerca de 300 toneladas de resíduo sólido, considerando-se a população de 364.872 habitantes, (IBGE, 2010), IDH de 0,836 e resíduos per capita de 0,76Kg/hab. (SNIS, 2010). Existe uma correlação inversa entre o IDH e a fração orgânica do RSU, ou seja, a população mais pobre produz um RSU predominante orgânico.

A análise foi comparada com o software VERDES, que trata estima o valor potencial de benefícios de reciclagem de RSU, considerando se o número de habitantes (364.872); valor do salário mínimo R\$ 545; cotação do dólar R\$ 1.80; quantidade de lixo gerado por habitante por dia da Região em estudo 0.76Kg (orgânico e inorgânico) e o preço de Mercado dos produtos reciclados.

De acordo com SEDEMA do município de Piracicaba apresentado no Fórum de resíduos da cidade (2011), o custo por toxicidade de R\$182,82 a quantidade mensal de 9.091 ton., em população considerada de 364.872 habitantes, gerando o custo médio de R\$4,55/hab./mês. O gasto mensal de coleta, transporte e destinação no atual contrato na ordem de 2 milhões e 294 mil reais.

Com as considerações de um Plano Diretor de resíduos sólidos, verificou-se que a quantidade de recicláveis apresentadas no software, de acordo com a quantidade gerada de lixo por habitante por dia no município, é de 48%, sendo economicamente viável a proposta. Mas, de acordo com a análise quantitativa feita no aterro e considerando a quantidade de resíduos recicláveis que são desviados antes da coleta, temos um valor de aproximadamente 19,3% de materiais recicláveis no município.

A análise de caracterização do RSU e o estudo dos dados e informações públicas apresentadas no trabalho, concluímos que o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos não é efetuado com manejo racional e o modelo empregado para os resíduos sólidos utiliza-se um fluxo linear que corresponde, basicamente a enterrar o lixo no aterro, principalmente por não ter apresentado tratamento e/ou aproveitamento. O município perde potencialmente, por ano, na ordem de 34 milhões e 135 mil reais por não reciclar adequadamente o RSU, que se deve ao uso desnecessário de recursos naturais, água e energia.

De acordo com as análises realizadas com os resíduos sólidos domiciliares que se destinam ao aterro Pau Queimadas, observar-se-á que o modelo de gerenciamento de resíduos sólidos é

praticamente o linear, em que se destina diretamente na sua maioria ao aterro municipal, que não constitui um manejo sustentável, por não utilizar racionalmente o tratamento e a reciclagem. Todavia, nos fóruns de gestão de Resíduos de Piracicaba a destinação final dos RSU do município ao aterro sanitário ESTRE, em Paulínia SP, não mostra se uma opção sustentável.

O tratamento dos resíduos sólidos é precário, nem sequer chega a ser considerado, uma vez que o aterro do Pau Queimado é considerado Classe II (aterro controlado). As estimativas de geração de RSU na cidade, no mínimo, pode-se argumentar que a abrangência da movimentação nacional de lixo domiciliar está sendo subestimada, que as estatísticas se limitam à coleta oficial, e que pesquisas mais aprofundadas são necessárias para melhor caracterizar a situação.

A média estimada da composição física quantitativa dos resíduos sólidos domésticos em Piracicaba (% em peso – base úmida) dos 33 setores de coleta foi a seguinte: Matéria orgânica = 50,74%, papel = 2,22%, papelão = 4,1%, metal = 0,83%, plástico = 11,25%, vidro = 0,87%, pano = 4,21%, madeira = 0,08%, borracha = 0,2%, couro = 0,93, hospitalar* = 0,2 e outros = 24,34%, que variou muito em função do poder aquisitivo dos setores e a população de seus respectivos bairros.

Desde 2008, o aterro sanitário do Pau Queimado, vem recebendo medidas para recuperação ambiental e acondicionamento técnico da área. Atualmente, os resíduos sólidos urbanos

do município de Piracicaba são destinados ao aterro sanitário ESTRE.

4 CONCLUSÃO

O Município de Piracicaba, baseados nas estimativas das quantidades de resíduos sólidos recicláveis que se destinam ao aterro sanitário, com o apoio do software VERDES, há viabilidade economicamente da implantação de um Plano Diretor para os resíduos sólidos, porque temos aspectos positivos como geração de empregos, economia de matéria-prima, energia e água. Deve ser dado destaque a necessidade da implantação da compostagem, como uma alternativa estratégica para a reciclagem da fração orgânica do RSU.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOJADSEN, M.I. (Coord.) *Lixo e reciclagem*. São Paulo: 5 Elementos, 1997.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria Executiva. Fundo Nacional do meio ambiente. 2000. *Fomento a projetos de ordenamento da coleta e disposição final adequada de resíduos sólidos: manual para apresentação de propostas*. Brasília: MMA (Edital FNMA 02/2000).

CAMPOS FILHO, C. M. – *Cidades Brasileiras: seu controle ou o caos: o que os cidadãos devem fazer para a humanização das cidades no Brasil* – 4. ed. – São Paulo: Studio Nobel, 2001. (cidade aberta)

CEGEA 2010. *Indicadores no gerenciamento de resíduos sólidos do município de Piracicaba* \ Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares – 2009. Encontrado disponível no site: <http://www.cegea.com.br>. Consultado em 10-08-2011.

D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA A. – *Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado* 2. ed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. – (Publicação IPT 2622) 370p.

GESTÃO de RESÍDUOS de PIRACICABA. *4º Fórum Gestão de Resíduos de Piracicaba*. Encontrado disponível no site: <http://forumresiduospira.wordpress.com/>. Consultado em 10-08-2011.

GONÇALVES, PÓLITA. *A reciclagem integradora dos aspectos ambientais, sociais e económicos*. Rio de Janeiro: DP& A: FASE, 2003.

IBGE. *Censo demográfico 2010: características dos domicílios urbanos e do seu entorno*. Encontrado disponível no site: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/>. Consultado em 10-08-2011.

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. *Manual de gerenciamento integrado (do lixo)*. 2ª edição. SP: IPT, 2000.

LEI FEDERAL 11445/07 - *Plano de Saneamento de resíduos Sólidos Urbanos de Piracicaba*. Encontrado disponível no site: www.piracicaba.sp.gov.br. Consultado em 10-08-2011.

POLÍTICA Nacional de Resíduos Sólidos 12305/10. Encontrado disponível no site: www.jusbrasil.com.br/.../politica-nacional-de-residuos-solidos-lei-12305-10. Consultado em 10-08-2011.

SILVA, F. C. da; PIRES; A. M. M.; RODRIGUES, M. S. ; BARREIRA, L. *Gestão Pública de Resíduo Sólido Urbano: Compostagem e Interface Agro-Florestal*. Botucatu: Fepaf, 2009. 204p.

bioenergia em revista: diálogos, v.1, n.2, p. 09-17, jul./dez. 2011.

SILVA, Fábio Cesar da; BERNO, Ludmila; ROMANINI, Ludmar Antonio; BACCHINI, Natália

Utilização da caracterização do lixo domiciliar de Piracicaba - SP para subsidiar plano diretor de resíduo sólido

SISTEMA Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. *DIAGNÓSTICOS DO MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS, Censo 2010*. Encontrado disponível no site: www.snis.gov.br. Consultado em 10-08-2011.

1 Fábio Cesar Silva é pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Professor da Fatec Piracicaba, Pós-doutorado na UPM-ETSIA, C. Postal = 6041, Cidade Universitária Zeferino Vaz, 13.083-970 Campinas SP, Brasil. E-mail: fcesar@cnptia.embrapa.br

2 Ludmila Berno é Tecnóloga em Saneamento Ambiental, UNICAMP / Faculdade de Tecnologia, Rua Paschoal Marmo, 1888, Limeira, SP, Brasil. E-mail: lud_unicamp@yahoo.com.br

3 Ludmar Antonio Romanini é Engenheiro da Sedema - Prefeitura de Piracicaba, Piracicaba SP.

4 Natália Bacchini é Tecnóloga em Saneamento Ambiental UNICAMP / Faculdade de Tecnologia, Rua Paschoal Marmo, 1888, Limeira, SP, Brasil. E-mail: nataliabacchini@yahoo.com.br