

## DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES EM MEGACIDADES: UMA ANÁLISE DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

**Claudia Ruberg**

NUTAU/USP, PQ  
ruberg@usp.br

**Geraldo Gomes Serra**

NUTAU/USP, PD

### RESUMO

O gerenciamento dos resíduos sólidos se apresenta como um dos maiores problemas da atualidade nas megacidades. Na cidade de São Paulo cerca de 9.000 toneladas diárias de resíduos domiciliares são dispostas em dois grandes aterros sanitários. Sem mecanismos de redução do volume de resíduos, a política atual é o afastamento dos resíduos coletados. Os diversos problemas associados a essa prática, tornam o afastamento uma solução pouco viável nas megacidades. Portanto, é necessário reduzir significativamente o volume de resíduos dispostos em aterro, a dependência de grandes áreas de aterro e as distâncias de transporte entre coleta e destinação. Na elaboração de uma proposta para São Paulo que atinja esses objetivos, foram definidos os elementos condicionantes de projeto e verificados os diversos aspectos ambientais e urbanos que restringem a proposta. A distribuição dos incineradores ao longo do Rodoanel criou um sistema mais racional de transporte, com a eliminação de grande parte dos resíduos gerados, de modo a salvaguardar o meio ambiente e a permitir o desenvolvimento da megacidade de São Paulo. Esta pesquisa foi financiada pela CAPES.

### ABSTRACT

The solid waste management is one of the largest problems existent in the megacities. In the city of São Paulo about 9.000 daily tons of household waste is disposed of into two great sanitary landfills. Because of the several problems associated with the practice of removing the waste, this practice is almost unviable in the megacities. Therefore, it is necessary to reduce significantly the volume of the waste disposed in landfills, the dependence of great landfill areas and the distances between collection and destination. In order to reach these objectives in São Paulo, we defined the premises and the environmental and urban restrictions for the project. The distribution of the incinerators along one ring road created a more rational system of transport, with the elimination of great part of the generated residues, in order to protect the environment and to allow the development of the megacity of São Paulo. This research is financial supported by CAPES.

## INTRODUÇÃO

São Paulo, município escolhido como estudo de caso, é uma megacidade de 10,5 milhões de habitantes (IBGE, 2002) e está no centro de uma grande região metropolitana composta por 39 municípios que abriga 18,6 milhões de habitantes (EMPLASA, 2003<sup>1</sup>). Um em cada dez brasileiros mora na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

De acordo com Fialho (2002), na Capital de São Paulo são coletadas, diariamente, cerca de 16.000 toneladas de resíduos sólidos urbanos, sendo que aproximadamente 12.000 toneladas são dispostas nos dois aterros sanitários que estão em operação, situados na periferia ao norte (Aterro Bandeirantes) e à leste da cidade (Aterro São João) (informação oral)<sup>2</sup>. Das 12 mil toneladas de resíduos urbanos confinados nos aterros todos os dias, quase 9 mil são resíduos domiciliares (PMSP, 2004c).

Dentro da malha urbana há três estações de transbordo (ou de transferência) de resíduos domiciliares para melhorar a estrutura de coleta e transporte, reduzindo gastos com o sistema.

Inúmeras viagens são realizadas para transportar todo o material coletado nas vias dos 1.500 km<sup>2</sup> de área do município. O tempo despendido no trânsito também é representativo. Como em São Paulo, a distância entre os transbordos e os aterros varia de 32 a 54 km, o tempo médio de transporte é de 2 a 4 horas, chegando a durar de 6 a 9 horas nos horários de maior trânsito na cidade.

Atualmente não há mecanismos de redução significativa do volume de resíduos domiciliares a ser disposto no aterro. A coleta seletiva disponibilizada pela administração municipal recolhe menos de 1% dos resíduos gerados.

Os aterros sanitários existentes, Bandeirantes e São João, que ocupam 140 ha e 85 ha respectivamente, têm uma vida útil prevista de mais três ou quatro anos, de acordo com previsões do Eng. Rubens Lara, presidente da Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB (HENRIQUE; MENOCCHI, 19/03/2005).

O contínuo afastamento dos resíduos tem se tornado uma alternativa cada vez menos viável face ao alto grau de urbanização municipal e conurbação urbana. Mister é reduzir significativamente o volume de resíduos enviados aos aterros e diminuir as distâncias de transporte.

O foco da pesquisa se dá em função da destinação dos resíduos sólidos domiciliares, e compreende: aspectos urbanos de localização, dimensionamento das áreas, acessibilidade e área de abrangência de cada unidade de destinação.

O presente artigo contém uma parte da pesquisa de doutorado do autor principal (RUBERG, 2005) cujos principais objetivos são: analisar os principais problemas urbanos associados à questão dos resíduos sólidos em megacidades e propor um sistema de estações redutoras de volume de resíduos domiciliares associadas ao sistema viário principal da região metropolitana de São Paulo.

## MÉTODO

Inicialmente foi realizada a revisão bibliográfica sobre a destinação dos resíduos urbanos, as experiências internacionais de tratamento de resíduos sólidos existentes na atualidade e sobre o gerenciamento dos resíduos urbanos do município de São Paulo. Em seguida foram coletados dados primários, tanto

na Prefeitura quanto nas unidades de resíduos sólidos da capital paulista. Após a compilação e análise dos dados obtidos e com o auxílio de mapas contendo o sistema viário principal metropolitano (que inclui o traçado do Rodoanel elaborado pela Dersa S.A.), áreas de proteção ambiental e áreas urbanizadas, foi montada a proposta de destinação dos resíduos sólidos domiciliares do município de São Paulo.

## RESULTADOS

Verifica-se atualmente que o afastamento dos resíduos não é alternativa viável nas megacidades e conurbações urbanas – que inclui o município de São Paulo, devido aos seguintes fatores:

- não há mais para onde afastar – o afastamento significa dispor em outro município;
- existe uma forte rejeição da população<sup>3</sup> pelas unidades de resíduos;
- escasseiam as áreas adequadas para aterros e o custo do solo é elevado;
- quando não há tratamento, o volume gerado e as distâncias de transporte são muito grandes e o sistema depende de grandes áreas para disposição final;
- a emissão dos veículos de transporte é elevada e a circulação dos caminhões contribui para agravar os congestionamentos;
- o entorno dos aterros sofre diversos impactos, decorrentes do fluxo de veículos, da emissão de gases e particulados, dos ruídos, da visão anti-estética, da restrição do uso futuro da área;
- devido aos impactos negativos ocorre uma desvalorização imobiliária permanente do entorno.

A redução significativa do volume de resíduos é fundamental para minimizar o problema dos resíduos nas megacidades.

Objetivando definir qual tipo de tratamento a ser empregado é importante conhecer a composição dos resíduos sólidos coletados no município de São Paulo. Para tanto apresenta-se na figura 1 os resultados da caracterização dos resíduos sólidos domiciliares do município de São Paulo realizada em 2004 (PMSP, 2004):

O percentual de materiais recicláveis (papel, plástico, vidro e metal) presentes nos resíduos sólidos do município de São Paulo é inferior a 30%. Verifica-se que, caso a coleta seletiva fosse amplamente implementada, com captação total (utopia) dos materiais recicláveis gerados, quase 30% dos resíduos atualmente coletados seriam desviados dos aterros sanitários. Restariam ainda 70% dos resíduos a prosseguir para outra destinação.

Além disso, a caracterização revela que cerca de 60% dos resíduos é matéria orgânica que poderia ser encaminhada para a compostagem. Sabe-se que qualidade do produto final depende da qualidade do material que chega à unidade, conforme demonstram as experiências brasileiras de compostagem. Percebe-se então a dificuldade de coletar esse material em separado, pois seria necessária uma estrutura de coleta e transporte em paralelo à coleta convencional, tornando ainda mais complexo o sistema de limpeza urbana. Apesar disso não se teria como garantir a qualidade do material recolhido, porque a separação adequada é a realizada na fonte de geração, ou seja, aquela feita pelo morador.

Convém lembrar que atualmente há uma grande preocupação com a contaminação biológica da matéria orgânica por doenças como a “doença

### Composição média dos RSD - São Paulo - 2004

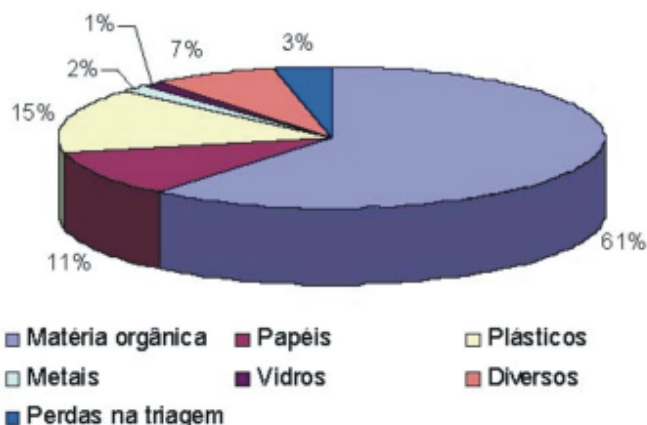


Figura 1 – Composição média dos resíduos sólidos domiciliares através da ponderação pela produção anual de resíduos – São Paulo – 2004

Fonte: Baseado em PMSP, 2004, p. 67 – Tabela 4.

da vaca louca” (encefalopatia espongiforme bovina), a febre aftosa animal, a gripe aviária e a Aids. Esse receio mundial é eliminado com a queima dos resíduos a temperaturas elevadas.

Identificou-se que a incineração é a tecnologia de redução de volume que melhor atende, nos dias atuais, as necessidades das megacidades – pois, além de reduzir o volume de resíduos, inertiza o material biológico, pode gerar energia, permite a reciclagem de parte dos materiais, seus equipamentos ocupam áreas significativamente menores que os aterros atuais, entre outros benefícios.

A incineração é uma tecnologia atualmente encontrada em diversos países, que atende às mais restritas legislações quanto às emissões. Os exemplos das Regiões Metropolitanas de Paris e de Lisboa serviram de referência para as análises (VALORSUL, 2004; SYCTOM, 2005; CEWEP, 2004).

A melhoria do sistema de gerenciamento em São Paulo também está vinculada à implantação das unidades em local próximo ao de

geração dos resíduos e de fácil acesso pelo sistema viário principal.

Por isso, o Rodoanel (anel viário metropolitano traçado pela Dersa, mas ainda em fase de construção) foi escolhido como elemento viário para localização das unidades de tratamento. Esse anel viário dista de 20 a 40 km do centro do município, passando também por municípios vizinhos a São Paulo, na Região Metropolitana, e sua principal função é reduzir o fluxo interno de veículos de grande porte que atravessam a cidade.

Para a montagem da proposta de destinação dos resíduos domiciliares de São Paulo, considerou os seguintes condicionantes de projeto:

- Tratamento de todos os resíduos domiciliares recolhido pelo sistema público de coleta no município;
- Redução significativa do volume e peso dos resíduos a serem dispostos em aterro sanitário.
- Não obrigatoriedade de uma coleta diferenciada ou triagem prévia ao tratamento;
- Unidades de fácil acesso de chegada e saída;

- Redução do impacto do tráfego nas imediações das unidades, quando comparado ao atual;
- Destinar a cada unidade quantidades aproximadamente equivalentes de resíduos;
- Criar um *buffer zone* vegetal para proteção visual da área.

Portanto, todos os resíduos coletados serão encaminhados para estações redutoras de volume e, dessas estações, os rejeitos seguirão para os aterros sanitários.

Para definir a localização das estações redutoras de volume de resíduos foi necessário levantar os principais

elementos restritivos e/ou impeditivos da implantação dessas estações. Algumas áreas do município de São Paulo, ou fora dele, são protegidas pela legislação estadual de proteção ambiental vigente, sofrendo restrições quanto à utilização de seu solo. Na figura 2, estão destacadas as áreas de proteção aos mananciais:

Com o intuito de minimizar os conflitos, verificou-se que as áreas mais indicadas para implantação de novas unidades de resíduos seriam aquelas que, atualmente, já sofrem o impacto das atividades ligadas aos resíduos sólidos. Essa também é a postura adotada pela administração municipal, uma vez que os atuais transbordos de resíduos e algumas centrais de triagem funcionam junto a antigas unidades de incineração e aterros encerrados.

Após diversas análises, a proposta elaborada consiste na implantação de seis unidades de incineração distribuídas ao longo do Rodoanel Metropolitano, próximas a algumas das principais rodovias interligadas por ele. Há uma única exceção: o incinerador localizado na Região Sul do município (Santo Amaro), onde o trecho viário do Rodoanel está totalmente inserido na área de proteção aos mananciais, assim como as duas Rodovias a ele interligadas. Em cada unidade está previsto um *buffer* de vegetação para proteger visualmente e minimizar os ruídos e os particulados no entorno.

A figura 3 apresenta o rodoanel, as vias principais e as unidades de incineração.

Três unidades de incineração localizam-se dentro dos limites do município e as outras três, em municípios vizinhos pertencentes à Região Metropolitana – Cotia, Itaquaquecetuba e Mauá.

A indicação das áreas para implantação das unidades de



Figura 2 – Áreas de Proteção aos Mananciais – RMSP  
Fonte: SÃO PAULO, 1997.

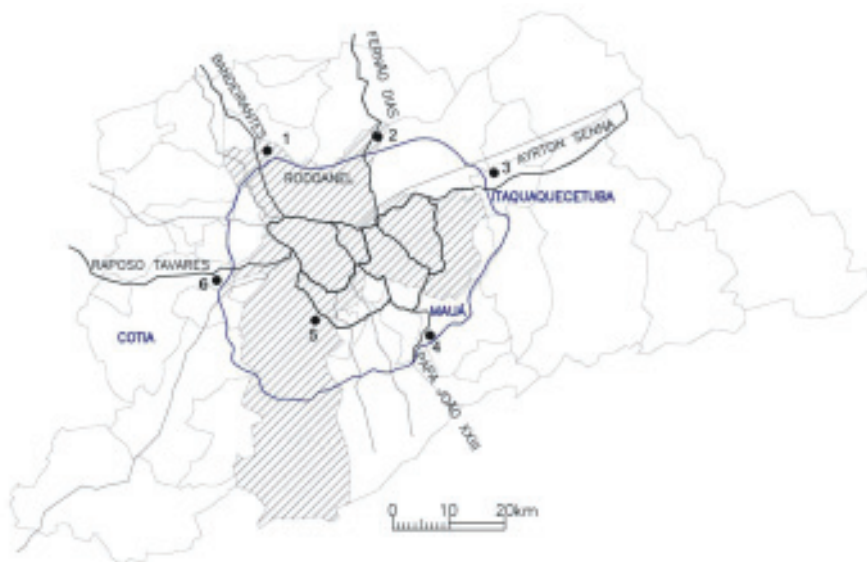


Fig. 3 – RMSP, vias principais, Rodoanel e unidades de incineração  
Mapas base: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2002; IBC, 2005; DERSA, 200-

incineração é fruto de análises ambientais, urbanas e do sistema viário. A definição de uma localização mais precisa de um lote ou terreno necessitaria de um estudo mais aprofundado de cada área apontada. Essa atividade não fez parte dos objetivos da presente pesquisa.

Tomando como referência os projetos de Lisboa (VALORSUL, 2004) e de São Paulo (PROEMA, 1994), estima-se que uma área aproximada de 4 hectares comporta o incinerador e equipamentos complementares. Com intuito de proteger visualmente o local prevê-se que no entorno do equipamento haja um buffer vegetal, uma faixa de vegetação de cerca de 30 metros<sup>4</sup>, que aumentará em cerca de 70% a área inicial. Desse modo a área total da unidade de incineração ocupará, em média, 6,8 hectares.

Esse buffer terá a função principal de proteger visualmente a área, mas também contribuirá como amortecedor acústico e retentor de materiais particulados.

Após a elaboração da proposta fez-se uma avaliação das principais vantagens e desvantagens dessa proposta. Lista-se a seguir algumas vantagens:

- cada unidade ocupa áreas muito menores que os atuais aterros (cerca de 6,8 hectares cada);
- as unidades localizam-se dentro do município ou em áreas próximas à Capital e de fácil acesso;
- cada unidade possui *buffer* vegetal para proteção visual, além de servir como barreira acústica e de propagação de particulados;
- o tratamento permite a reciclagem dos metais e das escórias;
- o processo permite a geração de energia;
- a distribuição espacial das unidades diminui a circulação de veículos de grande porte nas principais vias dentro da malha urbana;

- o tratamento não exige qualificação do material (estar separado, limpo) e sistema de coleta diferenciado;
- o número de incineradores reduz o impacto no entorno da unidade a partir da redução de entradas e saídas de veículos em cada local.

Em seguida estão relacionadas as principais desvantagens dessa proposta:

- os custos de implantação e operação das unidades de incineração;
- o sistema não prevê a reciclagem de papel, plástico ou vidro;
- o processo emite gás carbônico e outros poluentes;
- a produção de cinzas perigosas;
- não abrange os resíduos gerados nos municípios da RMSP que não têm unidades de incineração;

- somente são atendidos pela proposta a Capital e os três municípios onde foram localizados os incineradores.

Sob o aspecto da redução de volume de resíduos, para melhor visualização dos resultados da proposta, foram montados os fluxogramas de gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares no município de São Paulo, atual e proposto, suas respectivas massas e percentual do total coletado (figuras 4 e 5).

Com a redução do volume de resíduos, apenas 2% do total diário de resíduos gerados será disposto em aterro sanitário, ou seja, menos de 200 t/dia, em contraposição às quase 9.000 toneladas diárias atuais.



Fig. 4 – Fluxograma do gerenciamento dos resíduos domiciliares em São Paulo – atual

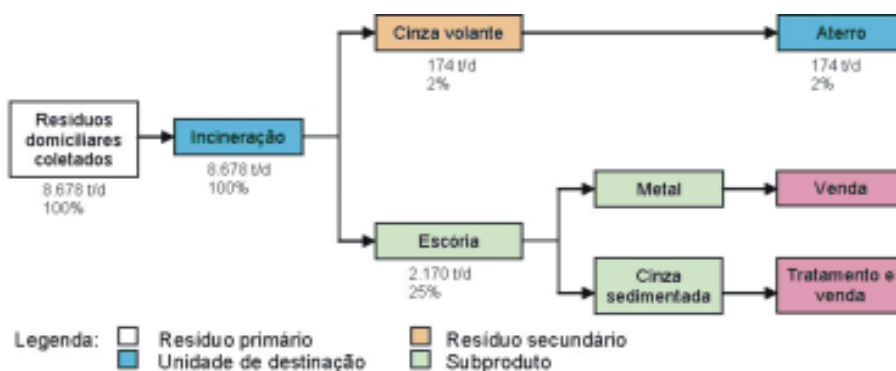


Fig. 5 – Fluxograma do gerenciamento dos resíduos domiciliares em São Paulo – proposta

## CONCLUSÕES

Conclui-se então que a distribuição de estações de redução de volume de resíduos permitiu a montagem de um sistema mais racional de transporte, evitando estações de transferência de resíduos, diminuindo as distâncias de transporte e conseqüentemente a poluição causada pelos veículos.

Com este projeto o problema da destinação dos resíduos sólidos é enfrentado, com a eliminação de grande parte dos resíduos gerados, salvaguardando o meio ambiente e a megacidade de São Paulo.

## NOTAS

(1) Informação obtida no site da EEMPLASA referente à população estimada na data acessada. Disponível em: <<http://www.emplasa.sp.gov.br>>. Acesso em: 30/09/2003.

(2) Informação oral fornecida por Marco Antônio Fialho, assistente técnico do Plano Diretor de Resíduos Sólidos da Secretaria de Serviços e Obras (SSO), Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP), em São Paulo, no dia 19/06/2002.

(3) Conhecida como Síndrome NIMBY, que vem da expressão "Not in my back yard" – não no meu quintal.

(4) Essa largura foi estimada como sendo razoável para crescimento de variados tipos de vegetação para vedação visual da unidade de incineração. Não foi encontrada referência bibliográfica acerca da largura mais adequada para essa finalidade.

## REFERÊNCIAS

CEWEP – Confereration of European Waste-to-Energy Plants. Heating and lighting the way to a sustainable future. Download de arquivo. Disponível em: <<http://www.cewep.com>>. Acesso em: 26/10/2004.

DERSA Desenvolvimento Rodoviário. [200-]. Disponível em: <<http://www.dersa.gov.br>>. Acesso em: 18 jul. 2004.

EMPLASA. População estimada em tempo real. 2003. Disponível em: <<http://www.emplasa.sp.gov.br>>. Acesso em: 30 set. 2003.

HENRIQUE, Brás; MENOCCI, Simone. Até 2009, SP não terá onde pôr o lixo. CRUZEIRONET. Brasil – Meio Ambiente, 19 mar. 2005. Disponível em: <<http://www.cruzeironet.com.br/run/5/164448.shl>>. Acesso em: 20 mar. 2005.

IBC – Instituto Brasileiro de Cultura Ltda. Guia Cartoplan São Paulo. São Paulo: Cooperdisc Editorial Log, 2005. 1 CD ROM.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB 2000. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. Download de arquivo. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 30 set. 2003.

PMSP – Prefeitura Municipal de São Paulo. Secretaria de Serviços e Obras – SSO. Departamento de Limpeza Urbana – Limpurb. Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares do Município de São Paulo - 2004. São Paulo: PMSP/SSO/Limpurb, 2004.

PROEMA Engenharia e Serviços Ltda. Estudo de Impacto Ambiental – EIA: Usina de processamento de resíduos sólidos domiciliares com incineração, recuperação de energia elétrica e dos materiais reaproveitáveis – Santo Amaro. São Paulo: PROEMA, ago. 1994a. 4 vols.

RUBERG, Claudia. A destinação dos resíduos sólidos domiciliares em megacidades: o caso de São Paulo. 2005. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente – SMA. Coordenadoria de Planejamento Ambiental – CPLA. Lei Estadual nº. 9.866/97: uma nova política de mananciais. São Paulo: SMA, [1997b].

SYCTOM. [2005] Disponível em: <<http://www.syctom.fr>>. Acessos em: 21 fev. 2005; 06 mar. 2005; 10 set. 2005.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Seção de Produção de Bases Digitais – CESAD. Mapa vetorial de quadras Município de São Paulo – MSPQ. São Paulo: CESAD-FAUUSP, 2002. 1 CD ROM.

VALORSUL. Apresentação base 2004. Apresentação em PowerPoint. Lisboa: Valorsul, 2004. 1 CD ROM.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES pelo financiamento da pesquisa de doutorado.