



Revista AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica

Volúmen 1, número 4, año 2008 ISSN 0718-378X
PP

DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO - BRASIL: ANÁLISE DE UMA MEGACIDADE

Disposal of solid waste in São Paulo - Brazil: Analysis of a megacity
municipal sludge. Case study of the Metropolitan Area of Curitiba, Brazil.

Claudia Ruberg
Geraldo Gomes Serra Simone

ABSTRACT

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. Por tanto, 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.

PALAVRAS-CHAVE

resíduos urbanos, gestão de resíduos, gerenciamento, tratamento, planejamento urbano

DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO - BRASIL: ANÁLISE DE UMA MEGACIDADE

Claudia Ruberg*

Professor adjunto do Centro de Ciências Rurais de São Gabriel na Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. Arquiteto e urbanista. Mestre e doutor pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – FAUUSP na área de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos.

Geraldo Gomes Serra

Professor titular da FAUUSP. Arquiteto e urbanista. Mestre, doutor e livre docente pela FAUUSP. Coordenador científico do NUTAU/USP de 1990 a 2006. Membro do “World Federation of Scientists” no painel permanente de monitoramento “limits of development - sustainability”.

End. Com. Av. Antônio Mercado 1357 – Centro – São Gabriel/RS – 97.300-000 – Brasil. Fone: (+55 55) 3232-6075. E-mail: claudiaruberg@gmail.com.

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.

PALAVRAS-CHAVE

resíduos urbanos, gestão de resíduos, gerenciamento, tratamento, planejamento urbano

INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos faz parte do dia-a-dia do ser humano. Em casa, no trabalho, na indústria e no comércio o homem produz os mais variados tipos de resíduos que, em geral, incomodam, provocam mau cheiro, atraem insetos e animais.

Há cerca de 50 anos atrás os resíduos sólidos não eram encarados como um grande problema: sua composição era basicamente de materiais facilmente degradáveis; a quantidade de resíduos gerada era pequena, assim como eram pequenas as cidades, então havia facilidade em coletar os resíduos e dispor nos arredores da cidade. Alguns municípios utilizavam os restos de alimentos como ração de animais.

Com o passar dos anos diversas mudanças ocorreram, no que tange aos resíduos sólidos gerados podem ser listadas as seguintes alterações:

- a quantidade e variedade dos materiais presentes nos resíduos sólidos aumentaram;

- novos materiais que demoram a se degradar no meio ambiente surgiram, sendo que alguns apresentam características de periculosidade;
- a geração de resíduo per capita aumentou, aumentando o volume de resíduo a ser coletado;
- houve o aumento da população dentro das cidades e o conseqüente aumento no volume de resíduos gerados.

A estrutura de gerenciamento e os equipamentos empregados foram modificados nas últimas décadas graças ao avanço tecnológico e às exigências de proteção ambiental decorrentes de um maior conhecimento acerca dos impactos no meio ambiente e saúde pública relacionados aos resíduos sólidos.

Para lidar com o volume crescente de resíduos, a estrutura de coleta, transporte e destinação do resíduo tem se tornado mais complexa. Na busca de se manter a ordem nas cidades, é fundamental a retirada desses materiais que resultam dos processos urbanos. Regra geral, os resíduos são coletados e dispostos em locais afastados da malha urbana.

Verifica-se, porém que quanto maiores sejam as cidades, maiores são as estruturas necessárias para o correto gerenciamento dos resíduos gerados e maiores são os custos desse gerenciamento. A complexidade do problema dos resíduos sólidos nas megacidades decorre tanto da grande quantidade deles, como da dimensão dessas cidades. Em conseqüência, as distâncias e os equipamentos necessários, assim como a área necessária para a disposição, aumentam proporcionalmente. Agravam-se assim os problemas de trânsito, a poluição atmosférica, assim como o desgaste das vias.

Quanto às áreas de aterramento dos resíduos, essas são cada vez maiores (para receber a grande quantidade de resíduos gerados) tanto em superfície quanto em profundidade; estão cada vez mais distantes dos locais de geração; e quando são implantadas afastadas da cidade, posteriormente são incorporadas pela malha urbana.

A população em geral, bem como os residentes das proximidades das unidades de aterramento, rejeita esse tipo de local, principalmente porque há o impacto negativo da circulação dos veículos, os riscos de poluição ambiental e a desvalorização imobiliária da região – mesmo após o fechamento do aterro. A pressão popular, conhecida como Síndrome NIMBY¹, tem conseguido, em muitas cidades, impedir a construção de novas unidades de resíduos e/ou o fechamento das unidades existentes.

Nas megacidades, a dificuldade de encontrar novas áreas adequadas para aterro, a escassez de terrenos disponíveis, aliadas à rejeição da população pela implantação de aterros sanitários, têm contribuído para a redução do número de aterros em funcionamento e o conseqüente aumento das dimensões dos existentes.

Nos locais de confinamento dos resíduos sólidos são gerados gases e líquidos poluentes, devido aos processos que neles ocorrem, mesmo após décadas do encerramento das deposições. Por esse motivo, são necessários manutenção e monitoramento do aterro encerrado por um longo período. Ainda assim, mesmo que os aterros possuam os melhores mecanismos de proteção ambiental, com a degradação natural desses mecanismos, haverá a poluição do meio ambiente, seja solo, ar ou água.

A área do aterro encerrado tem uso restrito, podendo ser apenas transformado em parque. E quando esgota a vida útil do aterro é necessário disponibilizar uma nova área para aterramento, num processo contínuo, mais afastado do local de geração do resíduo. O afastamento sucessivo das unidades de resíduos, nas grandes e megacidades inseridas em grandes conurbações urbanas, pode significar a disposição dos resíduos em outro município, a necessidade de unidades de transbordo, a utilização de veículos de maior porte e o aumento dos custos com transporte.

¹ NIMBY (*Not In My Backyard*) – sigla que significa “não no meu quintal”.

Um meio de minimizar o problema dos resíduos sólidos urbanos nessas aglomerações humanas é através da redução do volume de resíduos enviados ao aterro, alcançada de três formas:

1. não gerando o resíduo;
2. não disponibilizando o resíduo para a coleta pública;
3. tratando o resíduo após a coleta pública.

A primeira forma depende exclusivamente do gerador, o qual deixaria de gerar o resíduo. No segundo caso, após a geração do resíduo, o morador segregaria o material e o encaminharia para a reciclagem ou compostagem, não o deixando disponível para a coleta pública. Por fim, o resíduo gerado e disponibilizado para a coleta, seria tratado pela administração pública, antes de encaminhá-lo para a disposição final em aterro. Na presente pesquisa pretende-se trazer propostas para a problemática atual – onde os resíduos são dispostos para a coleta pública, então será analisada essa terceira forma de redução do volume de resíduos enviados ao aterro.

SÃO PAULO

Na cidade de São Paulo assim como em outras megacidades, o gerenciamento dos resíduos sólidos se apresenta como um dos maiores problemas a ser enfrentado na atualidade. Na capital paulista, que abriga mais de 10 milhões de habitantes, aproximadamente 12 mil toneladas diárias de resíduos sólidos urbanos são dispostas em dois grandes aterros sanitários: localizados nas periferias norte e leste do município (figura 1). Das 12 mil toneladas de resíduos urbanos confinados nos aterros todos os dias, quase 9 mil são resíduos domiciliares (PMSP, 2004).

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 km² 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 usina de compostagem teve suas atividades encerradas no ano de 2004. A coleta seletiva disponibilizada pela administração municipal recolhe menos de 1% dos resíduos gerados.

Os aterros sanitários existentes, Bandeirantes (ao norte) e São João (à leste), que ocupam 140 ha e 85 ha respectivamente, têm uma vida útil prevista de mais três ou quatro anos, de acordo com previsões do 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 nas megacidades. De modo complementar é importante que as unidades de destinação ocupem áreas urbanas menores, se comparadas às dos aterros sanitários, e que estejam distribuídas de maneira racional dentro da malha urbana em locais de fácil acesso pelo sistema viário principal.

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, a figura 2 apresenta os resultados da caracterização dos resíduos sólidos domiciliares do município de São Paulo realizada em 2004 (PMSP, 2004).

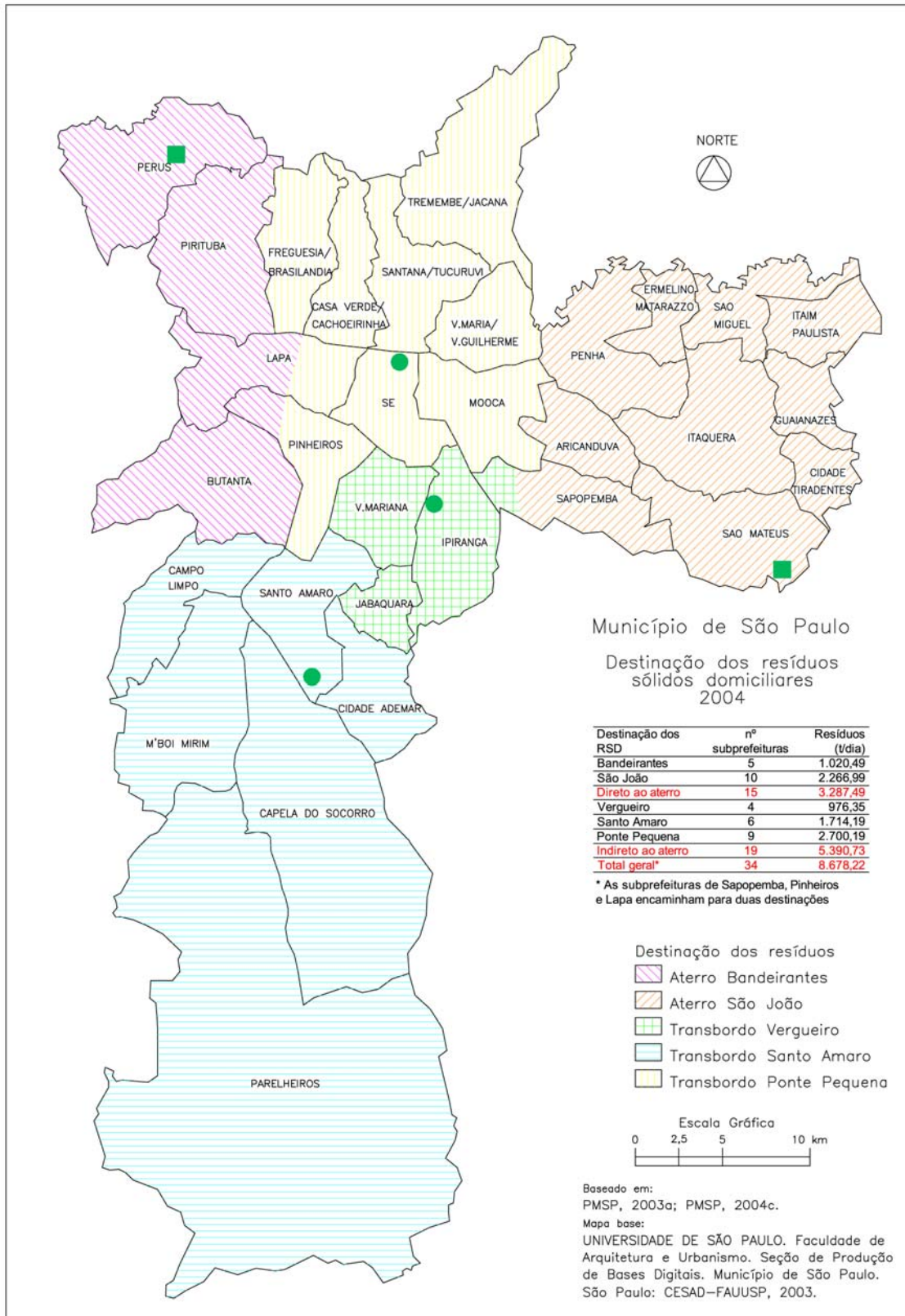


Figura 1. Destinação dos resíduos sólidos domiciliares de São Paulo/SP
 Fonte: PMSP, 2003 e PMSP, 2004 apud RUBERG, 2006.

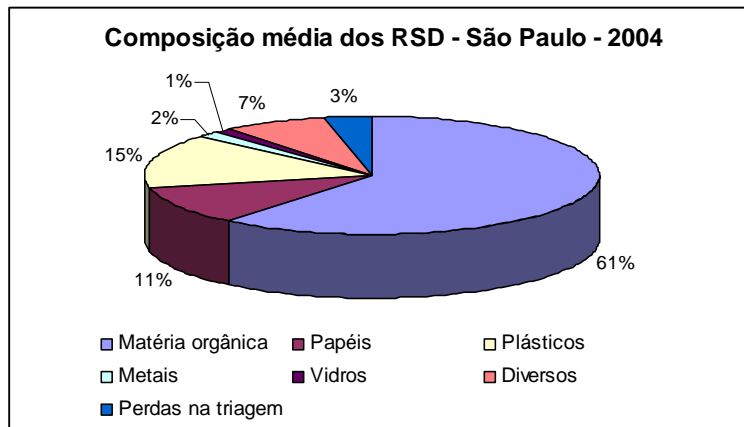


Figura 2. Composição média dos resíduos sólidos domiciliares – São Paulo – 2004

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

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 dos materiais recicláveis gerados, quase 30% dos resíduos atualmente coletados seriam desviados dos aterros sanitários². 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 pesquisas sobre as experiências brasileiras de compostagem (BARREIRA, 2005; GALVÃO JÚNIOR, 1994). 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 da vaca louca” (encefalopatia espongiforme bovina), a febre aftosa animal e a gripe aviária. Se os resíduos são tratados através da queima a temperaturas elevadas, essa contaminação biológica é eliminada.

Além da compostagem e da coleta seletiva com reciclagem, outras tecnologias de tratamento de resíduos foram analisadas (RUBERG, 2006) como: tratamento mecânico-biológico, plasma, RDF (*refused derived fuel*), pirólise e gaseificação dos resíduos e incineração. Dentre essas tecnologias, para melhor atender as necessidades das megacidades de redução de volume e de capacidade por equipamento³, concluiu-se que a incineração é a mais apropriada nos dias atuais (RUBERG, 2006).

O incinerador, além de reduzir significativamente o volume de resíduos, inertiza o material biológico, pode gerar energia, permite a reciclagem de parte dos materiais, seus equipamentos ocupam áreas consideravelmente menores que os aterros atuais, entre outros benefícios.

² Há determinados materiais, classificados como recicláveis, que acabam por não serem efetivamente reciclados, quer seja pela falta de tecnologia disponível, pelo alto custo da reciclagem utilizando a tecnologia existente, pela ausência de mercado comprador do reciclado, pela contaminação por outro material, entre outros fatores.

³ A exceção da incineração, a capacidade de tratamento dos demais equipamentos, atualmente é inferior a 1.000 t/dia.

Verifica-se ainda que a incineração é uma tecnologia atualmente encontrada em diversos países e 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. Deste modo, elegeu-se o Rodoanel, grande anel viário metropolitano, ainda em construção, como a via para implantação dos incineradores.

O Rodoanel é facilmente acessado pelas rodovias principais⁴ que atravessam radialmente a cidade, de modo que favorece a circulação dos veículos em sentido de saída do centro urbano e pouco utiliza as avenidas marginais aos rios Tietê e Pinheiros: regiões onde há sérios problemas de congestionamento. 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. Assim sendo, o sistema de estações atenderá a totalidade dos resíduos sólidos domiciliares coletados e dispostos em aterro atualmente, ou seja, quase 9.000 toneladas diárias de resíduos domiciliares, de acordo com os dados do Limpurb de 2004 (PMSP, 2004).

Se, por um lado, implantar diversas estações (9 ou 10 unidades) facilitaria a distribuição dos resíduos nas unidades de processamento, por outro, poderia implicar em grandes dificuldades de construção, devido à escassez de áreas adequadas, à Síndrome NIMBY e/ou às distâncias de transporte. Ao adotar um número pequeno de unidades (2 ou 3) recai-se no problema atual de dificuldade de distribuição, existência de transbordo e grandes percursos de transporte, além do grande volume de resíduos que cada unidade passaria a receber.

Considerando um processamento, por unidade, de, aproximadamente, entre 1.500 e 2.000 toneladas por dia⁵ – quantidades compatíveis com as capacidades das unidades implantadas em regiões metropolitanas de grandes cidades, a exemplo de Lisboa e Paris⁶. – chegou-se a 5 ou 6 unidades (tratando das 9.000 t/diárias). A quantidade de rodovias e sua distribuição espacial também permitem instalar esse número de unidades⁷.

⁴ No projeto do Rodoanel são interligadas nove rodovias e vias: Rod. dos Bandeirantes, Rod. Anhanguera, Rod. Castelo Branco, Rod. Raposo Tavares, Rod. Régis Bitencourt, Av. Papa João XXIII, Rod. Ayrton Senna, Rod. Dutra e Rod. Fernão Dias.

⁵ O equivalente a um total de 500 a 700 mil toneladas anuais.

⁶ SYCTOM, 2001; VALORSUL, 2004.

⁷ Quando duas ou mais rodovias estavam próximas umas das outras, apenas escolheu-se um delas para localização da unidade de tratamento.

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.

Para a análise ambiental e urbana do município de São Paulo e municípios vizinhos, foram consultados diversos mapas contendo o sistema viário principal metropolitano, as áreas de proteção ambiental, as áreas urbanizadas e o uso do solo.

Após a reunião desse elenco de informações e do seu cruzamento, iniciaram-se os estudos de localização das estações redutoras de volume dos resíduos, ajustados e corroborados com o auxílio de imagens aéreas e ortofotocartas, disponíveis principalmente na biblioteca da Dersa.

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.

Como resultado das análises das informações coletadas e dos condicionantes de projeto, chegou-se à proposta: 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 (n° 5 na figura 3), 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 a seguir apresenta o rodoanel, as vias principais e as unidades de incineração.

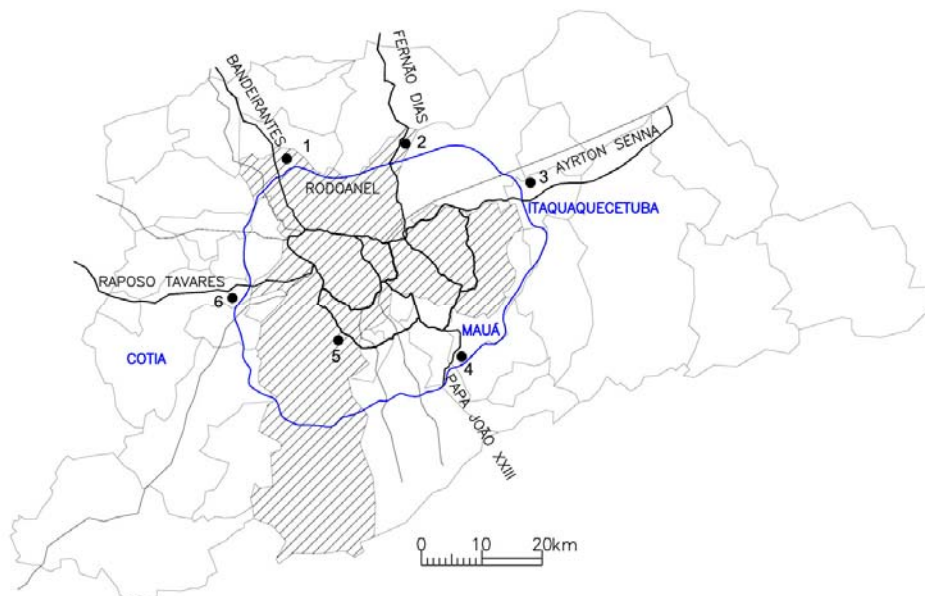


Figura 3. RMSP, vias principais, Rodoanel e unidades de incineração
 Fonte: mapas base da USP, 2002, IBC, 2005 e DERSA, 200- apud RUBERG, 2006.

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. Como o município de São Paulo foi dividido em seis setores cada qual coletará, diariamente, entre 1,4 e 1,6 mil toneladas de resíduos, tomando por base a quantidade de resíduos coletados em 2003/2004. Com essa distribuição, a distancia média de cada unidade até o centro de São Paulo (bairro da Sé) será de 22 km, o que implicaria em eliminar os atuais transbordos e as carretas de resíduos.

A indicação das áreas para implantação das unidades de 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.

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)⁸.

As cinzas do processo de filtragem dos gases (cinzas volantes) necessitariam seguir para um aterro especial, já as cinzas sedimentadas do forno podem, após receber tratamento, ser recicladas.

Convém destacar que nesta análise não foram considerados os resíduos atualmente recolhidos através da coleta seletiva e encaminhados para triagem em cooperativas, pois já não seguem para os aterros sanitários. Entretanto, os rejeitos da seleção e triagem de recicláveis, passarão a ser tratados nas estações redutoras de volume.

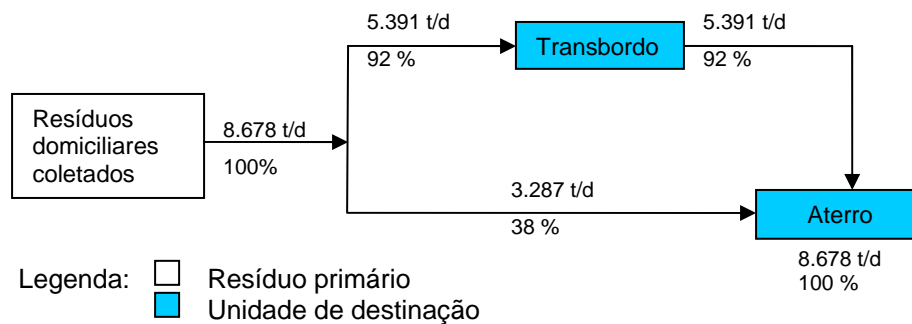


Figura 4. Fluxograma do gerenciamento dos resíduos domiciliares em São Paulo – atual

⁸ Para o percentual das cinzas volantes e das escórias considerou-se os valores indicados pelos autores: MENEZES; GERLACH; MENEZES, 2000; ENVIRONMENT DAILY, 2002; SYCTOM, 2001; VALORSUL, 2004b.

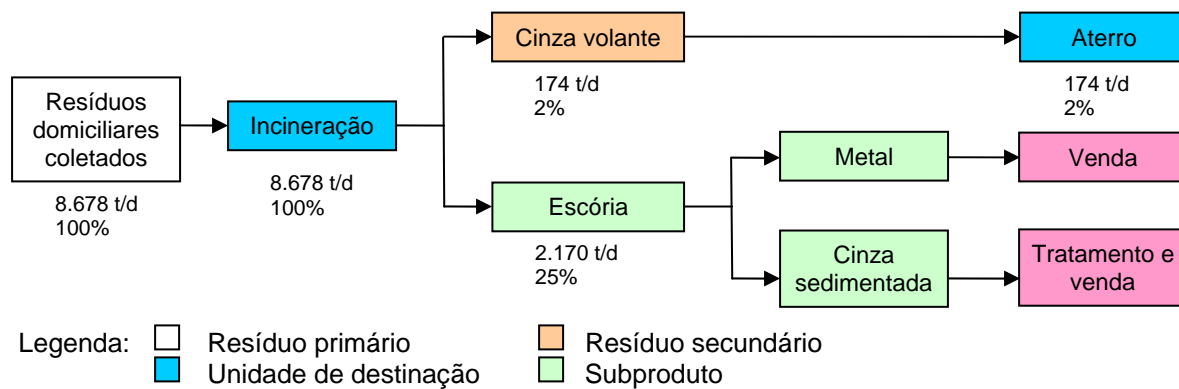


Figura 5 – Fluxograma do gerenciamento dos resíduos domiciliares em São Paulo – proposta

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.

Com a dispensa das carretas, por não mais necessitar de estações de transbordo, a estimativa é de que, com o novo processo, seja possível reduzir em 32% o número total de veículos circulando para transportar os rejeitos da origem até a destinação final, de acordo com as estimativas apresentadas nos quadros 1 e 2 a seguir.

Quadro.1 – Resumo com o número de subprefeituras e quantidade encaminhada por local de destinação, número de viagens de veículos transportando resíduos e total – situação atual*

Destinação dos RSD	n° subprefeituras	Resíduos (t/dia)	compactador (10t/v)	carreta (29t/v)	total (viagens/dia)
Bandeirantes	5	1.020,49	102	93	195
São João	10	2.266,99	227	93	320
Direto ao aterro	15	3.287,49	329	186	515
Vergueiro	4	976,35	98	34	132
Santo Amaro	6	1.714,19	171	59	230
Ponte Pequena	9	2.700,19	270	93	363
Indireto ao aterro**	19	5.390,73	539	186	725
Total Geral***	34	8.678,22	868	372	1.240
Média por unidade			174	74	248

* Aqui foram considerados os dados anuais, divididos por 365 dias, provenientes PMSP, 2004.

** Os transbordos Vergueiro e Santo Amaro transferem os resíduos recebidos para o Aterro São João e o transbordo Ponte Pequena, para o Aterro Bandeirantes, através das carretas.

OBS.: O destaque em cinza refere-se à saída das carretas dos transbordos para os aterros. Os demais correspondem à chegada de veículos.

Quadro 2 – Resumo com o número de subprefeituras e municípios, e quantidade encaminhada por unidade de incineração, número de viagens de veículos transportando resíduos e total – proposta

Destinação dos RSD	n° subpref. e municípios	Resíduos (t/dia)	Viagens por tipo de resíduo e veículo			Total (viagens/dia)
			Compact. (10t/v)	Escória** (carreta 29t/v)	Cinza** (carreta 29t/v)	
Incinerador 1	6	1.413,1	141	12	-	153
Incinerador 2	5	1.558,2	156	14	1	171
Incinerador 3	6 + Itaquaq.	1.533,8	153	13	1	167
Incinerador 4	5 + Mauá	1.540,1	154	13	-	167
Incinerador 5	6	1.565,2	157	14	1	172
Incinerador 6	4 + Cotia	1.536,5	154	13	1	168
Total Incineração	32* + 3 mun.	9.146,9	915	79	4	998
Média por unidade			153	13	1	167

* A subprefeitura da Sé encaminhará para duas destinações (1/3 e 2/3).

** As escórias correspondem a 25% da massa de resíduos e as cinzas 2%⁹.

OBS.: O destaque em cinza refere-se à saída das carretas dos incineradores com escória para reciclagem e cinzas para os aterros. Os demais correspondem à chegada de veículos.

Tanto no incinerador 1, quanto no incinerador 4 as escórias e as cinzas permanecerão na área do aterro.

O impacto negativo no entorno das unidades de destinação dos resíduos também seria bastante reduzido, conforme mostra o quadro abaixo:

Quadro 3. Resumo com o total de viagens diárias (entrada e saída de veículos carregados), o total de viagens de carreta, de entrada e de saída – situação atual e proposta

	Acessos nas unidades Viagens/dia*
Total viagens atual (entrada+saída)	1.240 viagens/dia
Total viagens proposta (entrada+saída)	998 viagens/dia
Total viagens carretas atual (entrada+saída)	372 viagens/dia
Total viagens carretas proposta (entrada+saída)	83 viagens/dia
Total viagens carretas saindo do transbordo (atual)	186 viagens/dia
Total viagens carretas saindo do incinerador (proposta)	79 viagens/dia
Total viagens carretas entrando no aterro (atual)	186 viagens/dia
Total viagens carretas entrando no aterro (proposta)	4 viagens/dia

* Valores provenientes dos Quadros 1 e 2.

Com a redução da circulação de veículos, o meio ambiente urbano será beneficiado, haverá redução das emissões atmosféricas no ar, um número menor de veículos circulará dentro do município e, conseqüentemente, diminuirá os congestionamentos e os impactos negativos na pavimentação (causados, regra geral, pela circulação de veículos de grande porte, como as carretas). Também haverá melhorias para os residentes nas imediações das unidades.

⁹ Utilizados os mesmos valores encontrados em Lisboa e Paris.

CONCLUSÕES

A ausência de locais para destinação dos resíduos municipais e as grandes distâncias de transporte do material coletado podem se constituir como óbices ao crescimento e desenvolvimento da megacidade de São Paulo. Portanto, elaborou-se uma proposta que atendesse as necessidades de redução do volume de resíduos depositados em aterro sanitário, das distâncias entre os locais de coleta e de destinação e das áreas ocupadas pelas unidades de resíduos sólidos.

A proposta de destinação dos resíduos sólidos do município de São Paulo elaborada não pretende ser a única alternativa de gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares passível de ser adotada na Capital, mas corresponde a um estudo factível que atende aos seguintes objetivos principais:

O produto final, ou seja, a proposta de implantação de unidades de redução de volume de resíduos, levou em consideração todos os fatores ambientais e urbanos condicionantes de projeto, o sistema viário existente, assim como os aspectos técnicos associados à tecnologia de tratamento adotada – a incineração.

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

BIBLIOGRAFIA

1. BARREIRA, Luciana Pranzetti. Avaliação das usinas de compostagem do estado de São Paulo em função da qualidade dos compostos e processos de produção. 2005. Tese (Doutorado) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
2. CALDERONI, Sabetai. Os bilhões perdidos no lixo. 2.ed. São Paulo: Humanitas: FFLCH/USP, 1998.
3. CEWEP – Conferation 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.
4. ENVIRONMENT DAILY. Briefing paper on thermal treatment/incineration of wastes. Download de arquivo. Disponível em: <<http://www.environmentdaily.com/docs/ibec2.pdf>>. Acesso em: 09/12/2002.
5. GALVÃO JÚNIOR, Alceu C. Aspectos operacionais relacionados com usinas de reciclagem e compostagem de resíduos sólidos domiciliares no Brasil. 1994. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1994.
6. HENRIQUE, Brás; MENOCCHI, 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.
7. MENEZES, Ricardo A.A.; GERLACH, José L.; MENEZES, Marco A. Estágio atual da incineração no Brasil. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS E LIMPEZA PÚBLICA, 7., 2000, Curitiba. Anais... Curitiba: ABLP, 2000.
8. PMSB – 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: PMSB/SSO/Limpurb, 2004.
9. RUBERG, Cláudia. A destinação dos resíduos sólidos domiciliares em megacidades: o caso de São Paulo. Tese (doutorado). São Paulo, 2006. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.
10. SYCTOM. Rapport d'activité 2000. Paris: SYCTOM de l'Agglomération parisienne, 2001.

11. TAMMEMAGI, Hans. The waste crisis: landfills, incinerators and the search for a sustainable future. New York: Oxford, 1999.
12. 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.
13. VALORSUL. Apresentação base 2004. Apresentação em PowerPoint. Lisboa: Valorsul, 2004. 1 CD ROM.

AGRADECIMENTOS

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa de pesquisa de doutoramento, base do presente artigo.