

III-177 - AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA OTIMIZAÇÃO DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA LONGEVIDADE DOS ATERROS SANITÁRIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO - RMSP

Luiz Henrique Werneck de Oliveira⁽¹⁾

Engenheiro Sanitarista pela Escola de Engenharia Mauá do Instituto Mauá de Tecnologia. Cientista Social pela Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Mestre em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Doutorando em Planejamento e Gestão do Território pela Universidade Federal do ABC. Consultor da COBRAPE.

Ricardo Tierno

Engenheiro Civil pela Universidade Nove de Julho, MBA em Administração de Empresas pelo Instituto Mauá de Tecnologia, Mestre em Engenharia de Construção Civil e Urbana pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Engenheiro da COBRAPE.

Kelvin Jun Tanaka

Engenheiro Ambiental pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Ex-estagiário da COBRAPE.

Luis Eduardo Gregolin Grisotto

Engenheiro Ambiental pela Universidade São Marcos e Ecólogo pela UNESP/Rio Claro. Especialização em Gestão Ambiental, Mestre em Saúde Pública e Doutor em Ciências (Área de Concentração em Saúde Ambiental) pela FSP/USP. Diretor da COBRAPE - Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos e Diretor da ABES/SP - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.

Hélio César Suleiman

Engenheiro Civil pelo Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos. Mestre em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos. Diretor Presidente da FABHAT - Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.

Endereço⁽¹⁾: COBRAPE - Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos. Rua Fradique Coutinho, 212 - 9º andar Pinheiros - São Paulo - SP - CEP: 05416-000 - Brasil - Telefone: (11) 3897-8000. E-mail: luizwerneck64@gmail.com.

RESUMO

A despeito de se incentivar a reciclagem, a redução e o reuso, as quantidades de resíduos sólidos urbanos (RSU) geradas pelas cidades aumentam conforme a renda dos países em que se localizam. A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) não é exceção. Hoje praticamente todos os RSU da RMSP são dispostos de forma adequada, conforme monitoramento da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Vários municípios vêm usando aterros sanitários particulares no “estado da arte”, evitando a poluição do solo e de águas subterrâneas, mas com vida útil limitada. Alguns municípios de fora da RMSP usam aterros dentro dela. O presente artigo avaliou que otimizar o transporte de RSU gerados em municípios fora da RMSP tem pouco impacto na longevidade da capacidade de recebimento de RSU pelos aterros sanitários da RMSP. Isso se deve ao fato de que, apesar de os aterros da RMSP receberem 911,14 t/dia de RSU gerados em 16 municípios de fora da área de estudo, também há três municípios da RMSP que exportam 388,74 t/dia para aterros no Vale do rio Paraíba do Sul, contrabalançando parte da importação. O saldo de 522,4 t/dia de importação é relativamente pequeno frente ao total de RSU gerado e disposto na RMSP (20.684 t/dia), dos quais 57% (11.813 t/dia) correspondem ao município de São Paulo. A otimização de produções de transporte dos RSU (toneladas x quilômetros) pode trazer benefícios importantes para alguns municípios pequenos que hoje transportam seus RSU a distâncias superiores a 200 km, mas o benefício obtido em termos de aumento da longevidade da vida útil dos aterros sanitários da RMSP é apenas marginal. Garantir longevidade à disposição final dos RSU gerados em grandes municípios da RMSP como São Paulo, Guarulhos, Osasco, São Bernardo e Santo André mostra-se muito mais relevante.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos Urbanos, Disposição de Resíduos, Aterros Privados, Otimização de Transporte, Longevidade de Aterros.

INTRODUÇÃO

A geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é inerente às atividades humanas contemporâneas (THOMPSON, 1994). Muito dos RSU são gerados em função da inserção do ser humano em sociedades de consumo, gerando resíduos de embalagens e restos de alimentos (DURNING, 1992), até produtos considerados inservíveis, no fim de seu ciclo de vida útil (ATTFIELD, 2003). A intensificação do consumo e o advento de produtos com obsolescência planejada a partir da segunda metade do século XX aumentou a quantidade de resíduos gerados por pessoa (PACKARD, 1960). Gerados em quantidades significativas em todos os centros urbanos, os RSU se tornaram um dos mais significantes desafios da gestão das grandes cidades. Houve um incremento substancial no incentivo, ênfase e promoção de práticas de redução de geração, reciclagem de resíduos e reúso de materiais. Todavia, observa-se que, quanto mais rico o país em que se inserem as cidades, mais RSU *per capita* são gerados (KAZA *et al.*, 2018).

Os 39 municípios da RMSP têm rendas *per capita* e índices de desenvolvimento humano (IDH-M) elevados em relação às médias do Brasil e do Estado de São Paulo, e sua geração de RSU varia entre 0,7 e 1,1 quilograma por habitante por dia (kg/hab. x dia). A Tabela 1 mostra os principais dados dos 39 municípios da RMSP, tais como área, população de 2017, densidade habitacional, Produto Interno Bruto (PIB), a geração de RSU estimada pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) em valores totais por município e em termos de geração *per capita* (kg/hab. x dia), com base nos dados de 2017.

O incremento de quantidades de RSU nas últimas décadas fez com que as grandes cidades do mundo (São Paulo inclusive) se adaptassem para trata-los e dispô-los de maneira ambiental e sanitariamente segura, com investimentos vultosos. A despeito do crescente esforço em aumentar a reciclagem, do uso de compostagem e de incineração, aterros sanitários continuam sendo indispensáveis, pois: (i) não há casos de reciclagem total dos RSU; (ii) sistemas de compostagem têm demanda sazonal do composto orgânico na agricultura e geram quantidades significativas de rejeitos; e (iii) sistemas de incineração geram cinzas e escórias – todos estes rejeitos de tratamento de RSU demandam aterros sanitários (TCHOBANOGLIOUS *et al.*, 1993).

Na década de 1970, o município de São Paulo possuía 2 grandes usinas de compostagem. Ambas tinham esteiras de recuperação de recicláveis seguidas de cilindros rotativos de digestão aeróbia acelerada dos resíduos, levados então a pátios de cura de composto em leiras a céu aberto. Estas foram usadas até o final de seu ciclo de vida, tendo sido então fechadas. Desde a década de 1950 foram implantados 3 incineradores, mas estes fecharam a partir da década de 1980, devido à obsolescência tecnológica associada a constantes reclamações de seus vizinhos (CAODAGLIO e CYTRYNOWICZ, 2012). Nenhuma das várias tentativas de implantar incineradores para RSU (com ou sem recuperação de energia) foram exitosas.

Há, portanto, na RMSP, uma predominância do uso de aterros sanitários (CETESB, 2018). Observa-se forte liderança pelo município de São Paulo, que estabeleceu paradigmas hoje seguidos pelos demais municípios da RMSP. Houve uma curva de aprendizado com sucessivas melhorias tecnológicas dos aterros sanitários, que hoje estão no “estado da arte” mundial: são aterros com dupla camada de impermeabilização de fundo, drenagem de gases e de percolados, compactação e cobertura diária de RSU. Os gases são queimados, evitando o impacto de metano como gás de efeito estufa (GHG). No município de São Paulo, há dois casos de aproveitamento energético, um deles com uma termelétrica de 20 MW de capacidade. Os percolados (“chorume”) são transportados por caminhões até estações de tratamento de esgotos (ETEs), onde são tratados em troca de aterramento dos lodos desidratados da fase sólida das ETEs (SABESP, 2010). Aterros sanitários atendendo a outros municípios que não São Paulo tratam localmente seus percolados e queimam os gases nas bocas dos drenos. O uso de “lixões” foi praticamente terminado, havendo apenas casos isolados de aterros cuja operação deteriora de “adequada” para “não adequada” em anos de crises fiscais (CETESB, 2018).

Esforços de aumentar a reciclagem foram aplicados na RMSP (BESEN *et al.*, 2014), mas com impacto limitado na quantidade de resíduos efetivamente desviados dos aterros sanitários. Muitos dos antigos “lixões” tinham catadores, mas quando do fechamento destes, o destino dessas pessoas era ameaçado. Houve vários exemplos de inclusão social dos antigos catadores em coletores informais de recicláveis nas ruas, organizados em cooperativas ou associações (DIAS, 2016). O papel dos catadores é reconhecido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

Tabela 1: Dados dos Municípios da RMSP, Incluindo Geração de RSU, Total e Per Capita

Município	Área (km ²)	População (hab.)	Densidade (hab./km ²)	PIB 2015 (R\$ x 1.000)	Geração RSU (t/dia)	Geração Per Capita (kg RSU/hab. X dia)
Arujá	96,17	86.430	898,72	4.874.536	66,38	0,768
Barueri	65,70	267.534	4.072,05	47.793.106	240,78	0,900
Biritiba-Mirim	317,41	31.793	100,16	723.190	21,83	0,687
Caieiras	97,64	98.223	1.005,97	3.074.160	76,63	0,780
Cajamar	131,39	73.921	562,61	11.584.946	57,95	0,784
Carapicuíba	34,54	396.587	11.481,96	5.115.509	356,93	0,900
Cotia	323,99	237.750	733,82	10.639.278	213,98	0,900
Diadema	30,73	417.869	13.598,08	13.854.570	376,08	0,900
Embu das Artes	70,40	267.054	3.793,38	9.403.920	240,35	0,900
Embu-Guaçu	155,64	68.270	438,64	1.001.844	53,16	0,779
Ferraz de Vasconcelos	29,56	188.868	6.389,31	2.736.076	162,35	0,860
Francisco Morato	49,00	171.602	3.502,08	1.337.906	154,13	0,898
Franco da Rocha	132,78	149.502	1.125,94	2.743.594	123,96	0,829
Guararema	270,82	28.978	107,00	1.549.436	17,46	0,603
Guarulhos	318,68	1.349.113	4.233,44	52.199.130	1.484,02	1,100
Itapecerica da Serra	150,74	170.927	1.133,92	3.200.863	152,56	0,893
Itapevi	82,66	229.502	2.776,46	10.278.995	206,55	0,900
Itaquaquecetuba	82,62	360.657	4.365,25	6.476.632	324,59	0,900
Jandira	17,45	121.492	6.962,29	3.291.026	109,34	0,900
Juquitiba	522,17	31.027	59,42	441.964	16,81	0,542
Mairiporã	320,70	95.601	298,10	1.514.466	66,84	0,699
Mauá	61,91	462.005	7.462,53	12.429.673	415,80	0,900
Mogi das Cruzes	712,54	433.901	608,95	14.130.976	359,83	0,829
Osasco	64,95	697.886	10.744,97	65.872.535	767,67	1,100
Pirapora do Bom Jesus	108,49	18.174	167,52	371.896	12,72	0,700
Poá	17,26	115.488	6.691,08	4.393.670	102,30	0,886
Ribeirão Pires	99,08	121.848	1.229,79	2.813.436	109,66	0,900
Rio Grande da Serra	36,34	49.408	1.359,60	533.254	39,53	0,800
Salesópolis	425,00	16.903	39,77	193.193	7,53	0,445
Santa Isabel	363,33	56.014	154,17	1.514.766	35,16	0,628
Santana de Parnaíba	179,95	131.887	732,91	7.832.605	118,70	0,900
Santo André	175,78	715.231	4.068,90	26.240.885	786,75	1,100
São Bernardo do Campo	409,53	827.437	2.020,46	42.745.533	894,95	1,082
São Caetano do Sul	15,33	159.608	10.411,48	13.302.120	143,65	0,900
São Lourenço da Serra	186,46	15.465	82,94	207.484	9,85	0,637
São Paulo	1.521,11	12.106.920	7.959,27	650.544.789	11.813,00	0,976
Suzano	206,24	290.769	1.409,86	10.328.167	252,48	0,868
Taboão da Serra	20,39	279.634	13.714,27	7.709.489	251,67	0,900
Vargem Grande Paulista	42,49	50.346	1.184,89	1.948.504	40,28	0,800
Totais	7.946,97	21.391.624	2.691,80	1.056.948.122	20.684,21	0,967

Nem todo RSU gerado na RMSP é efetivamente coletado, pois nos municípios centrais há um grande número de favelas e aglomerações subnormais (IBGE, 2011) nas quais a coleta tradicional não é viável por falta de acesso, enquanto que, nas cidades menores, há bairros nos quais a coleta regular ocorre apenas uma vez por semana, o que não é sanitariamente adequado. Em tais condições, a importância do trabalho de catadores

informais poderia aumentar, trazendo benefícios ambientais, além das vantagens de sua inclusão social (DIAS, 2016), mas não há registros do quanto é efetivamente reciclado por suas cooperativas e associações.

Por outro lado, observa-se uma crescente tendência de utilização de aterros sanitários construídos e operados por agentes privados, em detrimento de aterros sanitários municipais. São Paulo, por exemplo, celebrou contratos de concessão envolvendo os serviços de limpeza pública, incluindo a coleta dos RSU e sua disposição final em aterros sanitários adequados (“estado da arte”). Tal lógica incentiva o aumento da coleta formal e a disposição de todo o RSU coletado em grandes aterros sanitários, o que diminui a oportunidade de ação dos catadores informais (mesmo que organizados em cooperativas ou em associações), que cobrem basicamente os locais de processamento e separação de recicláveis, deixando sua ação de coleta na rua em competição com a coleta institucionalizada. Assim, os catadores informais competem com negócios de grande escala, visando maximizar receitas e lucros de agentes privados, fazendo com que a ideia de RSU “público” seja ameaçada – e junto com ela, o prospecto de expansão de reciclagem (DIAS, 2016).

Como resultado, estima-se que pouco das 20,7 mil toneladas diárias (t/dia) de RSU gerados são efetivamente reciclados, e a grande maioria é coletada e disposta em aterros sanitários (CETESB, 2018). A despeito de haver centrais de reciclagem em alguns dos municípios da RMSP (mas nenhuma associada a usinas de compostagem), e de haver vários postos de entrega voluntária de materiais recicláveis nos principais centros urbanos, o papel de catadores de rua na reciclagem informal, seja sob a forma de associações ou de cooperativas de reciclagem, tem importância potencial, mas não aparenta ser estável (DIAS, 2016).

MUDANÇA DE PARADIGMA DA DISPOSIÇÃO FINAL DE RSU EM ATERROS SANITÁRIOS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO E NA RMSP

O município de São Paulo efetivou-se como líder na adoção de práticas de limpeza urbana no que hoje constitui sua região metropolitana. Sua prefeitura iniciou serviços formais e regulares de limpeza pública em 1869, contratando veículos de tração animal (carroças puxadas a cavalo) para coletar lixo gerado nas ruas centrais da cidade. Nas décadas seguintes o serviço de expandiu sob a égide do pensamento higienista. Apesar da continuidade de um lixão nas margens do rio Tietê, em 1913 foi instalado um incinerador com capacidade para 40 t/dia onde hoje se localiza o viaduto da Av. Dr. Arnaldo sobre a Av. Sumaré, no então denominado bairro do Araçá. O equipamento possuía caldeira a vapor para fazer funcionar os ventiladores que insuflavam ar sobre a câmara de ignição dos resíduos e, em 1914, incinerou 32 t/dia em média, correspondendo a apenas 10,6% do lixo da cidade, enquanto que 0,7% do lixo correspondiam a trapos e panos que eram reaproveitados, em um incipiente esforço de reciclagem. Os 88,7% restantes foram encaminhados aos “lixões” existentes, que se localizavam junto ao atual cemitério da Quarta Parada, no Belém, na Rua Anhanguera, na Barra Funda, e depois na Rua do Sumidouro, em Pinheiros. A primeira referência a um “aterro”, ainda sem impermeabilização de fundo, mas com tentativa cobertura diária dos resíduos, foi à área de disposição da Rua Galeano de Almeida, junto ao incinerador do Araçá. O incinerador operou de 1913 a 1948, e o “aterro” operou de 1915 a 1956 (OGATA, 1978), convivendo com os “lixões” citados e outros que foram surgindo. A partir de 1925, começaram a ser usadas “estações zimotérmicas”, precursores da compostagem, com fermentação por processo Beccari, primeiro na Ponte Pequena e no Ibirapuera, depois se somando estações na Quarta Parada e no Instituto Butantã. Estas chegaram a receber 5,7% do lixo gerado em 1926, contando com dezenas de células de fermentação em alvenaria, mas sem dispositivos de aeração para evitar a putrefação dos resíduos e o controle da compostagem (CAODAGLIO e CYTRYNOWICZ, 2012).

A prefeitura mantinha serviços de coleta utilizando carroças metálicas com tração animal, mas já sobre pneus, com cabine separada e isolada para o condutor, e com descarga basculante. A partir de 1935, começou-se a usar caminhões de coleta de lixo, novamente com caçambas basculantes, mas as carroças a tração animal continuariam sendo empregadas nas áreas de expansão urbana por algumas décadas. Foram empregadas varredoras mecânicas autopropelidas, mas a escassez de combustível na Segunda Guerra Mundial fez com que quase todo o serviço voltasse a ser por tração animal, com alguns dos veículos convertidos a gasogênio. No pós-guerra, voltou-se a utilizar os caminhões a gasolina, depois substituídos por outros a Diesel. A tração animal só foi abolida ao final de década de 1960, quando tais carroças ainda coletavam 15% do lixo gerado na cidade. Novos modelos de carrocerias (“Prefeitura” e “Colecom”, este já com compactação mecânica do lixo) foram adotados, além da tentativa de usar caminhões trituradores (parecidos com as “betoneiras” de cimento atuais), muito barulhentos para uso na coleta noturna, iniciada a partir de 1963 e intensificada na década

seguinte (CAODAGLIO e CYTRYNOWICZ, 2012). Com isso, a quantidade de lixo coletado ia aumentando mais rapidamente do que o incremento também muito intenso da população, aumentando os desafios na disposição final dos RSU.

Surgiu a prática de preencher as lagoas decorrentes da retificação do rio Tietê com lixo urbano, mas sem nenhum critério técnico, muito menos com qualquer dispositivo de proteção ambiental. Esses “vazadouros a céu aberto” logo se preenchiam, e logo foi necessário buscar novas áreas, como o “aterro” (sem impermeabilização de fundo ou qualquer controle tecnológico) do km 14,5 da Rodovia Raposo Tavares, em 1970, junto com outros menores na Penha, em Perus e na Avenida Aimoré. Mundialmente, o paradigma não era muito diferente: Nova York ainda usava a estação de transferência do Pier 40 no rio Hudson para levar seu lixo em barcas até *Staten Island*, onde dispunha seus resíduos também de forma de aterro com pouco controle tecnológico (CAODAGLIO e CYTRYNOWICZ, 2012).

Em São Paulo, foram inaugurados os incineradores de Pinheiros, em 1949, para 200 t/dia (na atual Praça Victor Civita), e os da Ponte Pequena, em 1959, e o da Rua Vergueiro, em 1967, já dotado com precipitadores de poeiras, ambos com capacidade para 300 t/dia, dos quais ainda restam os edifícios principais e as chaminés. O incinerador da Rua Vergueiro (ao lado da atual estação Imigrantes do Metrô, na Linha 3 – Verde) operou com várias modificações para incinerar resíduos de serviços de saúde, até 2002, quando foi finalmente desativado (CAODAGLIO e CYTRYNOWICZ, 2012).

Em 1969 teve início a terceirização dos serviços de coleta, com progressiva contratação de agentes privados, primeiro nos serviços de coleta e limpeza pública, e depois, nos serviços de transbordo, transporte e disposição final. Na década de 1970, foram inauguradas as 2 grandes usinas de compostagem, em São Mateus e na Vila Leopoldina, a primeira com capacidade inicial de 200 t/dia e a segunda com capacidade de 400 t/dia. Em 1975, as duas usinas de compostagem processaram 12,5% do lixo coletado na cidade, e os três incineradores, queimaram 6,3% do restante. 81,2% do lixo coletado ainda iam para os precários aterros iniciais, sem impermeabilização de fundo e com incipiente cobertura diária para afastar animais. Junto aos incineradores da Ponte Pequena e Vergueiro, foram construídas estações de transbordo de lixo, e logo seriam implantados os aterros sanitários de fato – como o de Lauzane Paulista, construído sobre uma cava de pedreira abandonada, sendo o primeiro a ter impermeabilização de fundo com argila compactada e drenos de gases verticais e lagoas para tratamento de “chorume”. O antigo “lixão” do km 14,5 da Rodovia Raposo Tavares foi convertido em aterro sanitário, com sua expansão também contando com impermeabilização de fundo (novamente com argila compactada) e drenos de gases e percolados. Os antigos “lixões” ainda em operação (Vila Guilherme, Iguatemi, Coroa, Cidade Náutica, João Veloso Filho, João Quirino, Miguel Menten, Piqueri, Jurubatuba e Terceira Divisão) foram desativados entre 1972 e 1975. Neste mesmo ano entraram em operação os aterros sanitários de Engenheiro Goulart e do Jardim Damasceno (CAODAGLIO e CYTRYNOWICZ, 2012).

Criada em 1973, a CETESB reformulou, dois anos mais tarde, sua estrutura para dar apoio à pesquisa e desenvolvimento também em técnicas de tratamento e em planejamento de tratamento de RSU. Surgiu a Associação Brasileira de Limpeza Pública (ABLP), incentivando a troca de informações técnicas e científicas a respeito do tema. Em 1976 iniciou-se a operação do Aterro de Santo Amaro, na zona sul da cidade, e no ano seguinte, o de Vila Albertina, na zona norte, e o de Jacuí, na zona leste, que recebiam RSU em caminhões maiores, após transbordo na Ponte Pequena ou em Vergueiro, e também de caminhões coletores normais de circuitos de coleta mais próximos. Ainda assim, na década de 1970, implementou-se o projeto de Recuperação de Áreas por Resíduos Sólidos (RARES), dos quais apenas os aterros de Lauzane Paulista (zona norte) e Engenheiro Goulart (zona leste) eram aterros sanitários longevos; as demais áreas (Jardim Damasceno, Vila São Francisco, Carandiru, Pedreira CIT, e Pedreira Itapuã) foram operadas em pequenos intervalos na década de 1970, algumas sendo encerradas após poucos meses de operação (CAODAGLIO e CYTRYNOWICZ, 2012). Ficava claro que era importante investir em infraestrutura de aterros sanitários com vida útil mais longa.

A partir de 1979 surgiram novos aterros sanitários, como o de Sapopemba e o da Rodovia dos Bandeirantes. Estes ocuparam áreas muito maiores do que os anteriores, eram mais distantes do centro urbano (reforçando a economia de escala e o uso de veículos de transbordo de maior capacidade), e foram projetados com drenos de gases otimizados, visando a coleta do biogás para fins de geração de energia – o que ocorreu comercialmente apenas no aterro Bandeirantes (posteriormente, no futuro aterro sanitário Sítio São João a experiência seria repetida). Em 1989, permaneciam em operação os aterros sanitários de Santo Amaro, na zona sul, Vila

Albertina, na zona norte, Jacuí, na zona leste, e Rodovia dos Bandeirantes, na zona oeste (CAODAGLIO e CYTRYNOWICZ, 2012). Todas estas áreas se encontram atualmente totalmente cercadas de desenvolvimento urbano. Algumas delas foram convertidas em parques após seu encerramento (BARROS, 2001).

Antes que os novos aterros esgotassem suas capacidades e fossem substituídos por novos aterros sanitários com impermeabilização de fundo em dupla camada (argila compactada e manta sintética), no entanto, a Prefeitura de São Paulo passou por dois revezes na disposição de resíduos. Primeiro, o aterro São Matheus, na zona leste, iniciou sua operação em 1983, mas precisou ser fechado para reformulação, voltando a operar apenas em 1984, quando um conjunto habitacional da Companhia Metropolitana de Habitação de São Paulo (COHAB-SP) foi entregue à população em seu acesso, cansando conflitos entre os veículos de RSU e a população. Em 1985 houve um acidente com um dos caminhões de transbordo, que tombou na via, causando vítimas fatais entre os transeuntes, e o aterro foi então fechado muito antes de esgotar sua vida útil. Posteriormente, para aliviar a vida útil dos aterros remanescentes, foi construído o aterro de inertes de Itatinga, na zona sul (próximo à represa Billings), em 1990, com 5 anos de vida útil para receber resíduos de construção civil. Objeto de ojeriza da população vizinha, este foi objeto de inúmeros protestos, inclusive com invasões e depredações, em alguns episódios de violência, contribuindo para seu fechamento prematuro.

Os aterros sanitários Bandeirantes e Sítio São João, no entanto, foram encerrados em 2006, fechando um ciclo no qual se esgotaram os aterros construídos e operados pela Prefeitura de São Paulo, passando a ser necessário utilizar aterros sanitários privados (CETESB, 2008). Foram utilizados os aterros sanitários CDR-Pedreira (2007 a 2012), na divisa de São Paulo com Guarulhos, e desde 2006, o aterro sanitário de Caieiras, na cidade homônima, que recebe, dependendo do ano, entre 2.000 e 5.100 t/dia – atualmente recebe 4.813 t/dia (CETESB, 2018; 2013; 2008). Em 2013, a área adjacente ao já encerrado aterro sanitário Sítio São João passou a ser utilizada como um novo grande aterro sanitário, recebendo 7 mil t/dia de RSU (CETESB, 2014), mas já foi construída e é operada sob contrato de concessão com empresas privadas. Estes dois grandes aterros recebem, hoje em dia, a totalidade dos RSU gerados no município, sendo que o aterro sanitário de Caieiras recebe, também, RSU originários de vários outros municípios (CETESB, 2018).

A EVOLUÇÃO QUALITATIVA DOS ATERROS SANITÁRIOS E SEU USO NA RMSP

Aterros sanitários como os que hoje predominam na RMSP, mesmo sendo “estado da arte” e mesmo sendo sistematicamente avaliados como “adequados” pela autoridade ambiental constituída (CETESB, 2018), são elementos de infraestrutura difíceis de licenciar, pois geram reação contrária de seus vizinhos, na síndrome NIMBY - “Não No Meu Quintal”, do inglês “*Not In My Back Yard*” (PETTS, 1994). Trata-se de fenômeno de rejeição a quaisquer projetos, propostas ou elementos de infraestrutura que causem objeções aos seus vizinhos, ainda que tenham sua utilidade pública e necessidade reconhecida. Os opositores do projeto, proposta ou elemento de infraestrutura predominantemente não querem que o mesmo seja instalado próximo às suas residências ou locais de trabalho, embora reconheçam que estes sejam ativos necessários ao bem-estar da comunidade (DEAR, 1992). No limite, se todos quiserem que o projeto, proposta ou elemento de infraestrutura fique longe de si, o mesmo resultará próximo a alguém, ou seja, a síndrome transfere o conflito para alhures, sem resolvê-lo. Compreender tal conflito e negociar uma solução que viabiliza alguma localização é fundamental para o sucesso, por exemplo, de aterros sanitários modernos (PETTS, 1994).

Os atuais aterros sanitários (“estado da arte”) constituem a evolução de simples vazadouros a céu aberto (os antigos “lixões”, hoje praticamente banidos da RMSP), sendo dotados de técnicas de engenharia cada vez mais seguras do ponto de vista sanitário e ambiental. Originalmente previam impermeabilização de fundo com materiais naturais como argilas compactadas de baixa permeabilidade, compactação dos resíduos e sua cobertura diária. Tal configuração (ou paradigma tecnológico) permite a atenuação natural dos poluentes para além da camada de argila de impermeabilização, mas podem gerar plumas de poluentes capazes de atingir o lençol freático (BAGCHI, 1990). Mais recentemente, passaram a ser dotados de impermeabilização de fundo com mantas sintéticas (e.g.: polietileno de alta densidade), eventualmente em mais de uma camada, além das camadas de argila, aumentando substancialmente a segurança quanto à poluição dos solos e das águas subterrâneas (WESTLAKE, 1995).

Conforme aumentou a compreensão dos processos de digestão anaeróbia dos resíduos dispostos, tais aterros sanitários passaram a receber dispositivos mais eficientes para a drenagem de líquidos percolados e dos gases

gerados. Instalados sobre a impermeabilização de fundo e em quantas camadas forem previstas no projeto dos aterros, os drenos de líquidos percolados e de gases da fermentação anaeróbia dos RSU permitem que estes sejam coletados e tratados antes de atingirem o meio ambiente (WESTLAKE, 1995). Tornou-se padrão aproveitar ou queimar o biogás, além de tratar os percolados (“chorume”), para minimizar seu impacto ambiental sobre as mudanças climáticas e sobre os recursos hídricos, respectivamente. Tal técnica constitui o atual “estado da arte” de aterros sanitários em nível mundial, e é aplicada na maioria dos aterros sanitários privados que recebem RSU dos municípios da RMSP.

Por demandarem investimentos elevados em sua implantação e em sua operação, aterros sanitários tecnicamente corretos tornaram-se onerosos para municípios de menor porte. Embora existam exemplos de bons aterros pequenos, as economias de escala tornaram-se muito importantes na sustentabilidade operacional dos aterros sanitários. Assim, observou-se, nas últimas décadas, uma mudança de paradigma na disposição final de RSU na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Outrora, cada um dos seus 39 municípios mantinha sua própria unidade de disposição final (com muitos “lixões” inadequados), mas hoje o número de aterros é menor, e sua adequação, maior.

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) monitora a condição de adequação das áreas de disposição final dos RSU no estado. Na RMSP, em 1997, 29 dos seus 39 municípios ainda encaminhavam seus RSU para “lixões”, 8 para “aterros controlados”, e apenas 2 para aterros sanitários “adequados” (CETESB, 2004). Em 2012, extinguiu-se a categoria de “aterro controlado”, e o número de municípios com “lixões” caiu para zero (CETESB, 2013), predominando aterros “adequados” por alguns anos, com exceção de um município cujo aterro voltou a ser considerado “inadequado” nos últimos três anos (CETESB, 2018).

Em 1997, quase todos os aterros (ou “lixões”) utilizados na disposição final dos RSU da RMSP eram municipais (CETESB, 2004); atualmente, a RMSP dispõe de sete aterros sanitários privados de grande porte (que recebem resíduos de 32 dos 39 municípios da RMSP), e alguns municípios usam aterros privados localizados fora da RMSP. Há, também, seis aterros sanitários municipais, dos quais três eram de grande porte e “adequados”, e apenas um (de médio porte, com 240 t/dia) era “inadequado” em 2017, com dois pequenos aterros municipais “adequados” (CETESB, 2018). Novamente, o município de São Paulo, por seu porte muito maior do que os demais municípios da RMSP, define grande parte dos paradigmas. Em 2017 (CETESB, 2018), enviava 4.813 t/dia para um aterro privado localizado em Franco da Rocha (norte da RMSP), e os restantes 7.000 t/dia para o Aterro Sítio São João. Este último é a expansão, em território municipal em área adjacente à do aterro homônimo original, de um antigo aterro municipal (também já em “estado da arte”), mas foi construído, implementado e é operado pela iniciativa privada (dentro de um dos contratos de concessão em longo prazo). Assim, para efeitos deste estudo, foi considerado um aterro privado, embora seu terreno pertença ao município.

Desta forma, quantitativamente, do total de 20.684 t/dia de RSU gerados na RMSP, os aterros municipais recebem 2.529 t/dia, e os restantes 18.155 t/dia são encaminhados para aterros privados. Assim, a quase extinção dos “lixões” na RMSP passou por grande avanço da iniciativa privada em ofertar capacidade de aterros sanitários que hoje atendem a 88% da demanda pela disposição dos RSU da RMSP.

Com a pressão para o fechamento de “lixões”, vários municípios pequenos encerraram seus aterros (fossem “adequados” ou “lixões” “inadequados”) e passaram a utilizar aterros sanitários privados, terceirizando a responsabilidade por manter sua adequação. O problema é que, tal solução “de mercado” faz com que alguns municípios usem aterros distantes de suas sedes, gerando transportes excessivos à luz das negociações que conseguiram firmar com as empresas de coleta, transporte e disposição final de seus resíduos, eventualmente demandando operações de transbordo nem sempre adequadas. Há, da mesma forma, aterros dentro da RMSP que recebem RSU gerados fora da área metropolitana, bem como municípios da RMSP que encaminham seus RSU para aterros no vale do rio Paraíba do Sul.

A vida útil dos aterros que atendem à RMSP deve se encerrar entre 2019 e 2030, e se tal encerramento não for contraposto pela oferta de novos grandes aterros (municipais ou privados), os aterros remanescentes terão sua vida útil abreviada, gerando uma potencial crise de oferta de aterros adequados, que são caros de implantar e morosos de licenciar. Configura-se, assim, um desafio constante, que demanda planejamento cuidadoso e

antecipado, apesar de inserido em um ambiente de lógica “de mercado”, justificando a verificação do impacto de uma possível otimização do transporte de RSU sobre a longevidade da vida útil dos aterros da RMSP.

OBJETIVO

Na RMSP a solução para extinção de “lixões” e viabilização de aterros sanitários adequados passou por uma solução de mercado. A maioria dos municípios da RMSP envia seus RSU para aterros sanitários privados, que atendem a 35 dos seus 39 municípios, os quais geram 88% da massa de RSU, mas têm vida útil limitada (até 2030 nos melhores casos), incluindo um saldo de importação de 522,4 t/dia de resíduos gerados em municípios fora da RMSP. As distâncias de transporte são grandes, pois nem sempre os municípios utilizam os aterros mais próximos de suas sedes. A hipótese que se pretende verificar é se uma otimização de distâncias de transporte (cada município enviando seus RSU para os aterros sanitários mais próximos de suas sedes urbanas) afetaria significativamente o horizonte de vida útil dos aterros hoje utilizados para dispor os RSU da RMSP.

METODOLOGIA

Avaliou-se a série histórica (de 1997 a 2017) da evolução do Índice de Qualidade de Aterros de Resíduos (IQR) da CETESB (CETESB, 2018; 2013; 2008; 2004) por município da RMSP. Com base nas informações do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos de 2017 (CETESB, 2018), mapearam-se os municípios que dispõem seus RSU nos aterros sanitários localizados na RMSP (incluindo municípios de fora da RMSP que levam seus resíduos a aterros ali localizados e municípios da RMSP que exportam seus RSU para aterros localizados fora dela). Com base na evolução das estimativas de geração de RSU pelos municípios da RMSP, projetou-se a evolução da geração de RSU da RMSP e dos municípios que ali dispõem seus RSU até 2030.

Com base no *Google Earth*, determinaram-se as distâncias rodoviárias entre as sedes urbanas e os aterros que dispõem RSU dentro da RMSP (ou fora dela, para municípios da RMSP que os exportam). Em paralelo, determinaram-se as distâncias rodoviárias entre as sedes dos municípios e os aterros sanitários privados mais próximos (assumindo-se que aterros municipais, mesmo que adequados, não recebem RSU advindos de outros municípios). Isto permitiu verificar oportunidades de otimização do transporte de RSU entre as sedes dos municípios que hoje os enviam para aterros da RMSP, diminuindo as distâncias e utilizando aterros mais próximos de suas sedes. As “produções de transporte” (tonelada x quilômetro) foram computadas para avaliar o benefício de uma possível otimização, diminuindo-se distâncias de transportes, uma vez que não é prático reduzir as quantidades encaminhadas aos aterros à luz das dificuldades de se aumentar a fração de RSU efetivamente reciclada em curto prazo.

Com base nas informações de Planos Municipais de Saneamento Básico dos municípios da RMSP e/ou de Estudos de Impacto Ambiental dos aterros localizados dentro da RMSP, identificou-se a vida útil da maioria dos aterros localizados na RMSP, elaborando-se um gráfico da situação atual, indicando a progressão da situação de aterros cuja vida útil deverá se encerrar entre 2018 e 2030 (FABHAT, 2018). Construiu-se, então, uma linha de base da projeção da geração de RSU pelos municípios da RMSP (incluindo os que transferem seus resíduos para dispor em aterros dentro desta, e aqueles que exportam seus resíduos para aterros fora desta), verificando-se, ano a ano, conforme encerra a vida útil de cada aterro, como aumenta o déficit de RSU que deverão ser gerados e que terão que buscar outros aterros sanitários no horizonte de 2030. Em seguida, aplicou-se o resultado do cálculo de otimização da produção de transporte para verificar quantitativamente quanto dos RSU hoje dispostos nos aterros da RMSP poderiam ser desviados para outros aterros, avaliando o impacto de tal possível otimização na longevidade da vida útil dos aterros atuais da RMSP.

RESULTADOS

A Figura 1 mostra a evolução da adequação da disposição final de RSU nos 39 municípios da RMSP de 1997 a 2017, com paulatino incremento de aterros “adequados” (até a totalidade entre 2012 e 2014, e quase totalidade desde então), além da extinção da categoria de “aterros controlados”.

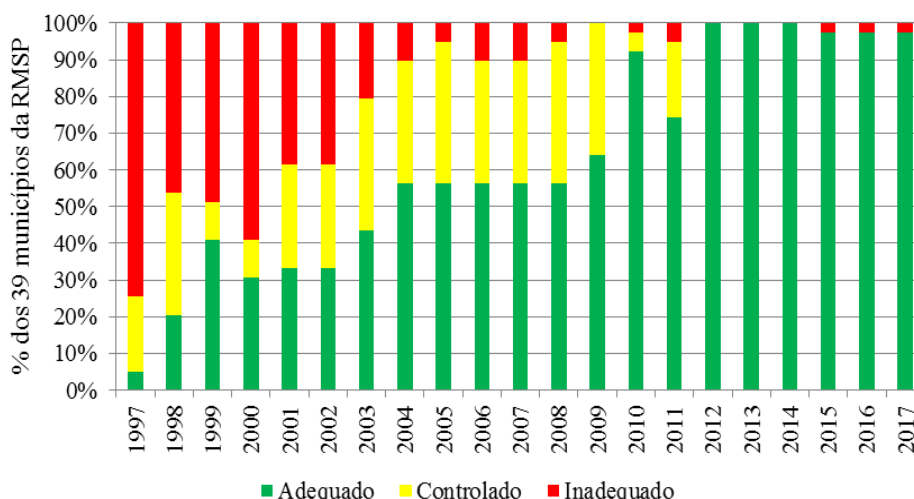


Figura 1: Evolução da forma de disposição dos RSU nos 39 municípios da RMSP, 1997 a 2017

A Figura 2 mostra o mapeamento das linhas de origem e destino de RSU transportados entre os municípios geradores de RSU e os aterros de sua disposição, incluindo geração e disposição na própria RMSP, importação de RSU pelos aterros da RMSP, e exportação de RSU gerados na RMSP e dispostos em aterros fora dela.

No ano de 2017, houve a importação de 911,14 t/dia de RSU gerados em 16 municípios externos à RMSP para disposição em aterros localizados dentro da mesma, e a exportação de 388,74 t/dia de RSU gerados nos municípios de Mogi das Cruzes, Biritiba-Mirim e Salesópolis, encaminhados para aterros localizados fora da RMSP (até 2016, havia parcelas relativamente pequenas dos RSU gerados em Arujá e Suzano que também eram encaminhadas aos mesmos aterros fora da RMSP, mas isso foi zerado em 2017, quando estes passaram a usar exclusivamente um aterro privado dentro da RMSP). O resultado líquido de importação de 522,4 t/dia de RSU de fora da RMSP para disposição final em aterros localizados na mesma consome parte da vida útil de seus aterros, correspondendo a 2,5% do total de RSU gerado e disposto na própria RMSP.

Já a Figura 3 mostra a evolução projetada da geração diária de RSU versus a capacidade de recebimento dos aterros sanitários da RMSP, destacando aqueles para os quais não se encontrou informações sobre sua vida útil, aqueles que são enviados para aterros cuja vida útil se esgotará até 2030 e, complementarmente, a quantidade de RSU que continuarão a ser gerados sem um aterro definido com capacidade de recebê-los.

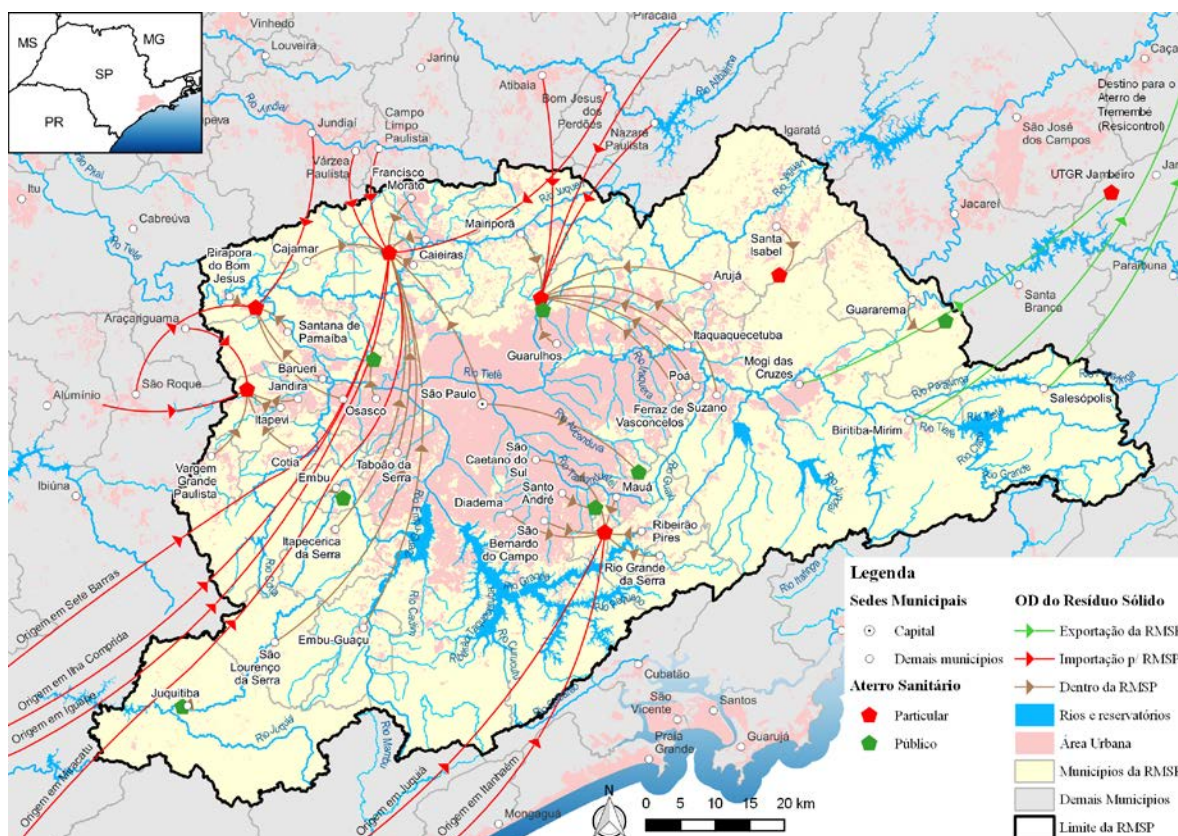


Figura 2: Mapa de disposição dos RSU nos aterros da RMSP em 2017, incluindo importação e exportação

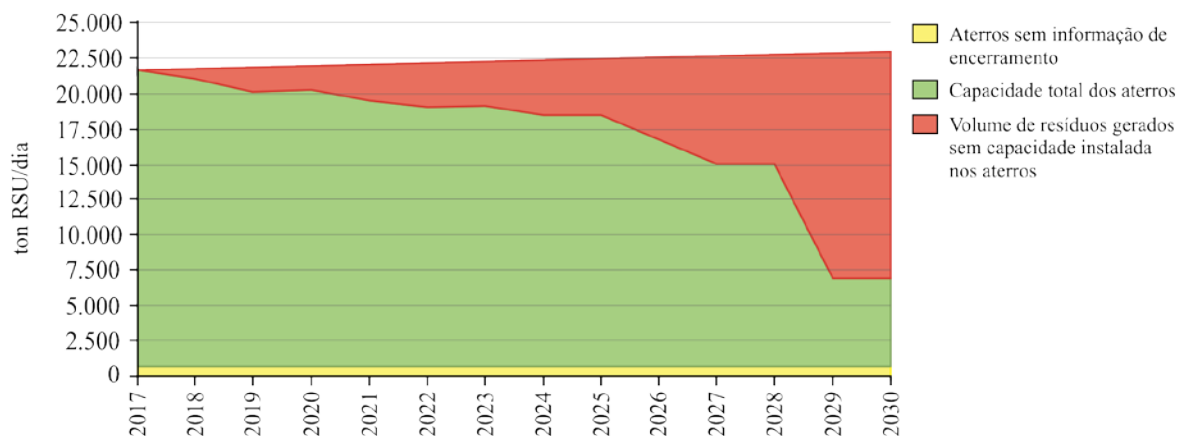


Figura 3: Geração diária de RSU na RMSP versus capacidade de recebimento dos aterros sanitários da RMSP

DISCUSSÃO

A CETESB alterou a forma de avaliação do IQR em 2012 (CETESB, 2013), bem como alterou a forma de estimativa de geração de RSU com base em quotas *per capita* para municípios que não apresentem pesagens dos RSU que encaminham aos aterros que os servem. Isso cria incertezas nas projeções de resíduos e na determinação da vida útil dos aterros (que podem ter recebido mais RSU do que o indicado pela CETESB no passado). As alterações metodológicas são, no entanto, positivas, pois eliminaram a categoria “aterro controlado” e por considerarem quotas *per capita* de geração e RSU mais realistas, pois há pesagens que

indicam uma geração de 1,0 kg/hab. x dia para municípios de maior porte, e entre 0,55 e 0,75 kg/hab. x dia para municípios com menos de 25 mil habitantes (CETESB, 2018). Assim, os quantitativos de RSU indicados na Tabela 1 contêm imprecisões intrínsecas que afetam a análise, ainda mais quando o saldo de importação (522,4 t/dia) corresponde a apenas 2,53% do total de RSU gerados na RMSP (20.684 t/dia).

É inegável que o esforço de erradicação de “lixões” na RMSP (e em todo o estado de São Paulo) surtiu efeitos positivos na adequação técnica de aterros de RSU, em termos sanitários e ambientais. Isso gerou, também, oportunidade para a oferta de capacidade de aterros sanitários adequados pela iniciativa privada, criando uma “lógica de mercado” que faz com que alguns municípios transportem seus RSU a distâncias de até 235 km desde a origem até o local de sua disposição final. É possível que isso gere tempos ociosos nos veículos coletores de alguns municípios em tais deslocamentos; por outro lado, é possível que os mesmos tenham adotado atividades de transbordo de resíduos, cuja qualidade e adequação não vêm sendo avaliadas pela CETESB como ocorre com os aterros de destinação final dos RSU (CETESB, 2018). Caso o transbordo ocorra em condições inadequadas, estão-se gerando passivos ambientais possivelmente menores do que os dos antigos “lixões”, mas com incômodos a vizinhança e riscos ambientais que precisariam ser corretamente avaliados.

O cômputo de produção de transporte (toneladas x quilômetros) de RSU é fortemente afetado pela enorme concentração de geração de RSU pelo município de São Paulo (11.813 t/dia), mas também pelas grandes distâncias envolvidas no transporte de RSU a partir de municípios pequenos até os aterros privados da RMSP: 10 dos 16 municípios externos à RMSP que usam aterros ali localizados geram menos de 30 t/dia de RSU, mas os transportam por distâncias de até 235 km (Ilha Comprida leva a essa distância suas 7,46 t/dia até um aterro privado em Caieiras, ao norte da RMSP). Assim, embora existam, em alguns casos, opções mais próximas, o impacto quantitativo do saldo importação menos exportação é relativamente pequeno, uma vez que a quantidade de RSU gerada e disposta na própria RMSP é muito grande (20.684 t/dia, dos quais 57% são gerados no município de São Paulo).

A maior parte da importação de RSU pelos aterros da RMSP se origina de municípios nas bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ), com 7 municípios e 675,2 t/dia, seguido por 3 municípios da Região Metropolitana de Sorocaba (RMS) que geram 108,8 t/dia, de um município da Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS) com 78,16 t/dia, e do Vale do Ribeira, onde 5 municípios de pequeno porte têm suas 49,26 t/dia transportadas para disposição final nos aterros da RMSP. O caso dos municípios das bacias PCJ parece mais crítico quanto ao impacto da longevidade dos aterros da RMSP, por implicarem maior quantidade de resíduos e por utilizarem aterros com vida útil restrita (encerramento previsto para 2018 a 2023), mas estes já usam aterros efetivamente os aterros sanitários mais próximos de suas sedes, apesar de estarem na RMSP. Fazer com que o município de Jundiaí utilizasse o principal aterro das bacias PCJ (localizado em Paulínia) aumentaria sua produção de transporte (toneladas x quilômetros), não representando otimização de fato.

É possível otimizar (diminuir) a produção de transporte (toneladas x quilômetros) de RSU em alguns municípios, buscando-se aterros sanitários menos distantes do que os atualmente utilizados. Os ganhos, no entanto, na longevidade dos aterros sanitários que hoje servem aos municípios da RMSP se mostra apenas marginal. Nesse sentido, é mais importante atentar à curta vida útil de alguns dos aterros da RMSP, que recebem maiores quantidades de RSU gerados na própria RMSP do que de municípios localizados fora da RMSP. Causa mais preocupação o esgotamento da vida útil de aterros privados que hoje recebem mais de 1.500 t/dia de RSU gerados e dispostos na própria RMSP já até 2020. Da mesma forma, aterros municipais importantes, como os de Santo André (787 t/dia) e Osasco (768 t/dia) têm vida útil curta (devem se encerrar entre 2020 e 2023). Seu encerramento causará pressões regionais sobre os aterros alternativos, caso novos aterros não sejam viabilizados a tempo de receber seus RSU.

A viabilização de um aterro regional para municípios do Vale do Ribeira traria benefícios a estes municípios em termos do ônus de transporte, mas teria impacto muito pequeno na longevidade dos aterros que hoje servem a RMSP. Já a viabilização de novos aterros sanitários para os municípios do ABC paulista e para municípios na região de Jundiaí pode trazer benefícios efetivos para a longevidade dos aterros que hoje atendem aos 39 municípios da RMSP pois, conforme alguns destes forem encerrados, a porção vermelha da Figura 3 tende a aumentar, invadindo a porção hoje em verde, diminuindo a longevidade coletiva dos aterros de RSU da RMSP, demandando viabilizar mais novos aterros antes de 2030.

CONCLUSÕES

No horizonte de estudo adotado (2030), descortinam-se como maiores desafios garantir a longevidade dos aterros atuais e/ou viabilizar novos aterros capazes de atender ao município de São Paulo, à região do ABC Paulista (incluindo Santo André, que hoje tem aterro municipal próprio), Guarulhos e Osasco (ambos com aterros municipais). O impacto de otimizar transporte de RSU por parte dos municípios de fora da RMSP que hoje utilizam aterros internos à RMSP é relativamente pequeno em termos de garantia de longevidade dos aterros da RMSP, embora possam ser significativos em termos de produção de transporte para municípios menores e mais distantes, como os do Vale do Ribeira.

Otimizar o transporte de RSU gerados em municípios fora da RMSP para aterros mais próximos aos mesmos tem pouco impacto na longevidade da capacidade de recebimento de RSU pelos aterros sanitários da RMSP. Isso se deve ao fato de que, apesar de os aterros da RMSP receberem 911,14 t/dia de RSU gerados em 16 municípios de fora da área de estudo, também há três municípios da RMSP que exportam 388,74 t/dia para aterros no Vale do rio Paraíba do Sul, contrabalançando parte da importação. O saldo, de 522,4 t/dia de importação, é relativamente pequeno frente ao total de RSU gerado e disposto na RMSP (20.684 t/dia), dos quais 57% (11.813 t/dia) correspondem à geração de RSU apenas do município de São Paulo.

A otimização de produções de transporte (toneladas x quilômetros) pode trazer benefícios importantes para alguns municípios que hoje transportam seus RSU a distâncias superiores a 200 km, mas o benefício obtido em aumento da longevidade cada vida útil dos aterros sanitários da RMSP é apenas marginal (menor que a precisão da estimativa de geração de RSU). Garantir longevidade à disposição final dos RSU gerados em grandes municípios como São Paulo (11.813,0 t/dia), Guarulhos (1.484,02 t/dia), Osasco (767,67 t/dia), São Bernardo (894,95 t/dia) e Santo André (786,75 t/dia) mostra-se muito mais relevante em termos de garantir a longevidade e a estabilidade da disposição final dos RSU gerados nos municípios da RMSP. Isso se deve ao fato de que alguns dos aterros sanitários da RMSP têm vida útil relativamente limitada, encerrando-se já a partir de 2020. Conforme estes aterros forem fechando, os RSU serão dispostos em outros aterros próximos, eventualmente os existentes na própria RMSP, consumindo sua vida útil em somatório. Viabilizar novos aterros sanitários na RMSP parece ser indispensável em curto prazo, enquanto que medidas para aumentar a eficácia da reciclagem, desviando RSU dos aterros, devem prover resultados mais sustentáveis em médio e longo prazo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ATTFIELD, R. *Environmental ethics: an overview for the Twenty-First Century*. Cambridge: Polity, 2003.
2. BAGCHI, A. *Design, construction and monitoring of sanitary landfill*. Nova York: John Wiley & Sons, 1990.
3. BARROS, L.H.S. *Requalificação dos aterros desativados (brownfields) no município de São Paulo: parques (greenfiled) Raposo Tavares e Jardim Primavera*. São Paulo: FAU-USP, 2011. Tese de Doutorado.
4. BESEN, G.R., RIBEIRO, H., GUNTHER, W.M.R., JACOBI, P.R. (2014). "Selective waste collection in the São Paulo Metropolitan Region: impacts of the national solid waste policy". *Ambiente e Sociedade*, 17(3): 253-272.
5. BRASIL – GOVERNO FEDERAL (2010). *Lei nº 12.305/2010* – Estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
6. CAODAGLIO, A. e CYTRYNOWICZ, R. *Limpeza urbana na cidade de São Paulo: uma história para contar*. São Paulo: Via Imprensa Edições de Arte, 2012.
7. CETESB. *Inventário estadual de resíduos sólidos urbanos – 2017*. São Paulo: CETESB, 2018.
8. CETESB. *Inventário estadual de resíduos sólidos urbanos – 2012*. São Paulo: CETESB, 2013.
9. CETESB. *Inventário de resíduos sólidos domiciliares – relatório de 2007*. São Paulo: CETESB, 2008.
10. CETESB. *Inventário de resíduos sólidos domiciliares – relatório de 2003*. São Paulo: CETESB, 2004.
11. DEAR, M. "Understanding and overcoming the NIMBY syndrome". *Journal of the American Planning Association*, v. 58, n. 3, p. 288-301, 1992.
12. DIAS, S.M. (2016). "Waste pickers and cities". *Environment and Urbanization*, 28(2): 375-390.
13. DURNING, A.T. *How much is enough? The consumer society and the future of the Earth*. Nova York: W.W. Norton & Co., 1992.

14. KAZA, S., YAO, L., BHADA-TATA, P. and VAN WOERDEN, F. (2018). *What a Waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*. Washington: The World Bank Group (Urban Development Series).
15. IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Censo Demográfico 2010 - aglomerados subnormais: primeiros resultados*. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.
16. OGATA, M.G. *Os resíduos na organização do espaço e qualidade do ambiente urbano*. São Paulo: FFLCH / USP, Dissertação de Mestrado, 1978.
17. PACKARD, V. *The waste makers*. Nova York: David McKay Co., Inc., 1960.
18. PETTS, J. "Effective waste management: understanding and dealing with public concerns". *Waste Management and Research*, v.12, n.3, p. 207-222, 1994.
19. SABESP (Cia. de Saneamento Básico do estado de São Paulo). *Plano Diretor de Esgotos da Região Metropolitana de São Paulo – PDE-2010. Relatório Síntese*. São Paulo: Sabesp; Consórcio COBRAPE-CONCREMAT, 2010.
20. TCHOBANOGLOUS, G., THEISEN, H., VIGIL, S.A. *Integrated solid waste management: engineering principles and management issues*. Nova York: McGraw-Hill, 1993.
21. THOMPSON, M. Blood, sweat and tears – Guest Editorial. *Waste Management and Research*, v.12, n.3, p. 199-205, 1994.
22. WESTLAKE, K. *Landfill waste pollution and control*. Chichester (Reino Unido): Albion, 1995.