

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO**

Claudia Ruberg

**A destinação dos resíduos sólidos
domiciliares em megacidades:
o caso de São Paulo**

São Paulo
2005

Claudia Ruberg

**A destinação dos resíduos sólidos
domiciliares em megacidades:
o caso de São Paulo**

Tese apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Arquitetura e Urbanismo.

Área de concentração: Tecnologia da Arquitetura

Orientador: Prof. Dr. Geraldo Gomes Serra

São Paulo
2005

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

ASSINATURA:

E-MAIL:

R895d Ruberg, Claudia
A destinação final dos resíduos sólidos domiciliares em megacidades: o caso de São Paulo / Claudia Ruberg
--São Paulo, 2005.
318 p. : il.

Tese (Doutorado - Área de Concentração: Tecnologia da Arquitetura) - FAUUSP.
Orientador: Geraldo Gomes Serra

1.Resíduos sólidos domésticos 2.Planejamento urbano
3.Resíduos sólidos urbanos 4.Resíduos(Gerenciamento)
5.Limpeza pública I.Título

CDU 628.443

FOLHA DE APROVAÇÃO

Claudia Ruberg

A destinação dos resíduos sólidos domiciliares em megacidades: o caso de São Paulo

Tese apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Arquitetura e Urbanismo.

Área de concentração: Tecnologia da arquitetura

Aprovado em: _____ / _____ / _____.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Geraldo Gomes Serra (Orientador)

Instituição: FAUUSP Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

A meus pais, Wilhelmus (*in memoriam*) e Angela, verdadeiras luzes de jornada, que com muito amor sempre me mostraram a estrada logo atrás do muro.

A meus irmãos Nicolaas e Adriana, por esse amor “um por todos e todos por um” que sempre pautou nossas relações.

A todos os que sabem reconhecer a obra divina e atuam na construção de um mundo melhor.

AGRADECIMENTOS

A Deus e Meishu Sama que, a cada momento, me apontam o caminho para minha mudança interior.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Geraldo Gomes Serra agradeço pela orientação precisa, pautada pela confiança e apoio, mas, sobretudo, por sua amizade, vez que, durante todos estes anos, foi meu esteio emocional, encorajando-me quando me sentia fraquejar e estimulando-me a dar passos que eu nem ousava sonhar.

A CAPES pelo suporte financeiro que permitiu a realização da pesquisa e residência em São Paulo.

Aos Prof. Dr. Arlindo Philippi Júnior, Prof. Dr. Ricardo Toledo Silva, Prof. Dr. Gilson Lameira pelas conversas, orientações, apoio e sugestões.

Ao Eng. Rui Godinho, Ana Loureiro e demais funcionários da Valorsul S.A., pelo acolhimento em Lisboa, Portugal.

Aos funcionários da PMSP, na SSO e Limpurb pelas informações e visitas realizadas.

Aos funcionários da PMSP e das empresas operadoras das seguintes unidades de resíduos visitadas: aterro Bandeirantes, aterro São João, transbordo Santo Amaro, transbordo Vergueiro, transbordo Ponte Pequena, transbordo Itatinga, transbordo Vila Leopoldina, centrais de triagem de recicláveis, central de geração de Biogás do aterro Bandeirantes.

Aos funcionários entrevistados das seguintes empresas de resíduos visitadas: Qualix Serviços Ambientais, Júlio Simões, Vega Engenharia Ambiental S.A. e Marquise.

Aos funcionários da Cetesb, SMA, Dersa e SVMA pelo material disponibilizado para a minha pesquisa.

A Marcos Donizete, Bruna Luz e Luciana Muller pelas imagens e desenhos.

A minha mãe, Luciana Sigalla e Vivian Matsushita pela revisão e formatação do texto.

A Maria das Vitórias Lima Rocha pela tradução do resumo.

A secretária Maria Cristina Luchesi, Carlos Dominato e demais membros do NUTAU – Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da USP pelo convívio afável.

A Biblioteca da FAU Maranhão, em especial a Maria José Pollet.

Ao grupo da ABES e do Fórum Lixo e Cidadania do Estado de São Paulo, em especial a Ana Lucia Brasil e Gilsene Lang.

A Luzia Monteiro e Sérgio Forini pelas discussões, questionamentos, que contribuíram para meu fortalecimento profissional.

Ao UNIPÊ pela liberação das atividades acadêmicas durante o período das pesquisas.

Ao Prof. Josimar Viana pelo incentivo e interesse.

A Pál Antal Júnior, ministros e amigos do Johrei Center Butantã e Solo Sagrado de Guarapiranga.

A minha mãe, Angela Aparecida Sabbanelli Ruberg, pelo incentivo, que me surpreende positivamente em cada etapa da minha vida e à qual sinto gratidão desde antes da minha origem.

A Tia Antonieta, por me receber com amor em seu cantinho, meu porto seguro na cidade grande.

A meus avós, Arcídio e Izolina, pelo carinho e apoio incondicional em todos os momentos desta trajetória.

Aos meus amigos-irmãos que, embora não nominados, certamente aqui se reconhecerão, pelo compartilhamento do entusiasmo, motivação e constante apoio.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente à realização deste trabalho.

RESUMO

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.

A alta complexidade da destinação dos resíduos sólidos nas megacidades, como é o caso do Município de São Paulo advém, não apenas da grande quantidade de resíduos gerados, mas também da sua extensão urbana.

Os dois aterros sanitários localizados na periferia da Capital paulista – Bandeirantes e São João – recebem, diariamente, doze mil toneladas de resíduos urbanos, dentre as quais quase nove mil de resíduos domiciliares. Esses aterros ocupam, respectivamente, 140 e 85 hectares e estarão esgotados até o início da próxima década.

O mero afastamento dos resíduos, destinação amplamente empregada nos municípios brasileiros, tem se mostrado como uma opção pouco viável nas megacidades, principalmente devido aos problemas urbanos a ele associados. Faz-se mister reduzir, significativamente, o volume de resíduos enviados aos aterros, meta não alcançada somente com o emprego da reciclagem. Através da incineração tem-se a redução necessária, sendo essa tecnologia já utilizada em diversos países.

Com objetivo de modificar a atual destinação dos resíduos domiciliares de São Paulo para um sistema de estações redutoras de volume associado ao sistema viário principal, foi elaborada a proposta de implantação de seis incineradores localizados nas imediações de um anel viário metropolitano. Em cada unidade foi previsto um *buffer* de vegetação com a finalidade de minimizar os ruídos e os particulados no entorno, bem como proteger visualmente a área.

A distribuição de unidades de redução de volume de resíduos permitiu a montagem de um sistema mais racional de transporte, com a eliminação das estações de transferência de resíduos e a diminuição das distâncias de transporte.

Essa proposta, que respeita o zoneamento e as áreas de proteção ambiental, visa diminuir a dependência de grandes áreas para aterramento dos resíduos, reduzir os problemas resultantes do deslocamento de veículos coletores, ao mesmo tempo em que minimiza os efeitos negativos ao meio ambiente.

ABSTRACT

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

The extreme complexity of the solid waste management in mega cities like São Paulo is caused not only by the great amount of waste the city generates, but also by its huge urban area.

The two existent sanitary landfills located in the outskirts of the city of São Paulo – namely Bandeirantes and São João – receive twelve thousand metric tons of urban solid waste daily, almost nine thousand metric tons of which are originated by household waste. These sanitary landfills occupy 140 and 85 hectares respectively, and it has been prognosticated that both areas will close before the next decade.

The simple waste removal to areas outside the urban perimeter, a waste management concept implemented by most Brazilian cities, has been proved inefficient when mega cities are concerned, mainly due to urban problems associated with it. It is then necessary to reduce significantly the amount of waste sent to the sanitary landfills, a goal that has not been reached by simply recycling the waste. The technology of incineration on the other hand is an alternative that promotes this reduction and has been successfully used in many countries.

A proposal has been devised to change the present management of household waste in São Paulo city to a system of reduction stations of the amount of waste linked to the main metropolitan road system. This proposal consists on the implementation of six incinerators placed in the vicinity of the metropolitan ring road. Each unit includes a vegetation buffer that both reduces the noise and particulates in the surroundings, and protects the area from visual pollution.

The distribution of waste reduction units allowed the implementation of a more rational system of transportation, resulting in the elimination of the waste transfer stations and the shortening of the transportation distances. This proposal pays heed to the zone division of the city and the areas under environment protection, and aims at reducing the destination of large areas to the burying of waste as well as reducing the problems caused by the flow of the collecting vehicles, at the same time that it lessens the negative effects on the environment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Representação esquemática das entradas e saídas de um ecossistema	41
Figura 2.2 – Cidades com metabolismo linear consomem e poluem em alto grau	42
Figura 2.3 – Metabolismo circular das cidades – minimização das novas entradas de energia e maximização da reciclagem	43
Figura 3.1 – Fluxograma do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos	54
Figuras 3.2 e 3.3 – Lixeiras para acondicionamento de resíduos sólidos urbanos – de pneu usado e tambor metálico	54
Figuras 3.4 e 3.5 – Lixeiras públicas para acondicionamento de resíduos sólidos urbanos – de plástico e de metal	55
Figuras 3.6 e 3.7 – Recipientes para acondicionamento de materiais recicláveis – São Paulo e Roma – Itália	55
Figuras 3.8 e 3.9 – Veículos compactadores para coleta de resíduos sólidos urbanos	56
Figuras 3.10 e 3.11 – Veículos para coleta de resíduos de serviços de saúde	56
Figuras 3.12 e 3.13 – Veículos para coleta de entulho e materiais recicláveis	56
Figuras 3.14 e 3.15 – Estações de transferência em pátio e transferência direta – São Paulo e Roma – Itália	57
Figuras 3.16 e 3.17 – Locais de triagem de recicláveis – Esperança – Paraíba e Campinas – São Paulo	58
Figuras 3.18 e 3.19 – Fardos de materiais recicláveis	59
Figuras 3.20 e 3.21 – Usinas de compostagem – São José dos Campos – São Paulo e João Pessoa – Paraíba	59
Figuras 3.22 e 3.23 – Incineradores de resíduos sólidos urbanos	59
Figura 3.24 – “Lixão” – João Pessoa – Paraíba	60
Figuras 3.25 e 3.26 – Aterros sanitários – São Paulo e São José dos Campos – São Paulo	61
Figuras 3.27 e 3.28 – Aterros sanitários – imagens aéreas – São Paulo e Lisboa – Portugal	61
Figura 4.1 – Vista da manta de impermeabilização – aterro Bandeirantes – São Paulo – 1996	69
Figura 4.2 – Detalhe do sistema de impermeabilização do aterro de East Carbon, Utah – EUA	70
Figura 4.3 – Esquema de entrada e saída de materiais do aterro sanitário	72
Figura 4.4 – Corte esquemático do aterro São João com sistema de drenagem de gases e líquidos – São Paulo – 2002	74
Figura 4.5 – Flare do Aterro Bandeirantes – São Paulo – 2004	76
Figura 4.6 – Queimador de gases no antigo aterro de Loures – Portugal – 2004	77
Figura 5.1 – Folheto de convite para protesto contra aterro sanitário em São Paulo – 2003	85
Figura 5.2 – Municípios exportadores de resíduos na região sudeste da Região Metropolitana de São Paulo e Município de Mauá (receptor dos resíduos)	87
Figura 5.3 – Parque Municipal Santa Iria de Azóia, construído sobre aterro encerrado – Loures – Portugal – 2004	89
Figura 5.4 – Vista aérea de aterro de inertes encerrado – São Paulo	90

Figura 6.1 – Esquema da formação de tochas de plasma	113
Figura 6.2 – Gerenciamento de resíduos municipais – Comunidade Européia	114
Figura 6.3 – Região Metropolitana de Lisboa (Norte) e localização das unidades de resíduos sólidos urbanos	118
Figura 6.4 – Caracterização dos resíduos sólidos coletados na Região Metropolitana de Lisboa (Norte) – 2003.....	118
Figura 6.5 – Vista aérea do aterro sanitário – Mato da Cruz – Vila Franca de Xira – Portugal	119
Figura 6.6 – Contêineres utilizados na coleta seletiva – RM Lisboa	120
Figura 6.7 – Centro de Triagem e Ecocentro – Vale do Forno – Lisboa	120
Figura 6.8 – Central de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos (CTRSU) – São João da Talha – Loures – Portugal	121
Figura 6.9 – Aterro de Resíduos Perigosos – aterro sanitário Mato da Cruz – Vila Franca de Xira – Portugal	121
Figura 6.10 – Instalação de Tratamento e Valorização de Escórias (ITVE) – aterro sanitário Mato da Cruz – Vila Franca de Xira – Portugal	122
Figuras 6.11 e 6.12 – Materiais ferrosos e não ferrosos retirados das escórias – ITVE – aterro sanitário Mato da Cruz – Vila Franca de Xira – Portugal.....	122
Figura 6.13 – Estação de Tratamento e Valorização Orgânica (ETVO) – São Brás – Amadora – Portugal	122
Figura 6.14 – Parque Municipal Santa Iria de Azóia – Loures – Portugal	123
Figura 6.15 – Área de abrangência e unidades de recebimento dos resíduos sólidos urbanos coletados – RM Paris	124
Figura 6.16 – Centro de valorização energética de Ivry – Paris XIII – Paris	126
Figura 6.17 – Centro de valorização energética de Saint-Ouen – Paris	127
Figura 6.18 – Centro de valorização energética de Issy-les-Moulineaux – Paris.....	127
Figuras 6.19 e 6.20 – Centro de valorização energética de Isséane – terreno e projeto – Paris	127
Figura 6.21 – Transporte fluvial de materiais – Paris	128
Figuras 6.22, 6.23 e 6.24 – Centro de triagem Romainville, Saint-Denis e Nanterre – Paris	128
Figura 7.1 – Distribuição das fontes de dioxinas nos EUA nos últimos anos.....	144
Figura 7.2 – Emissão de dioxinas a partir de diferentes áreas de atividade na Suécia (em gramas) – 1993.....	145
Figura 8.1 – Planta da unidade de incineração de Lisboa – Portugal	154
Figura 9.1 – Região Metropolitana de São Paulo.....	164
Figura 9.2 – Taxa de crescimento populacional na RMSP.....	165
Figura 9.3 – Taxa anual de crescimento populacional, segundo as subprefeituras – São Paulo – 1991-2004.....	166
Figura 9.4 – População residente, por subprefeitura – São Paulo – 2000	167
Figura 9.5 – Rodovias principais de acesso (linhas brancas), minianel viário, anel viário metropolitano, projeto do Rodoanel e mancha urbana de São Paulo....	168
Figura 9.6 – Composição média dos resíduos sólidos domiciliares através da ponderação pela produção anual de resíduos – São Paulo – 2004	173
Figura 9.7 – Resíduos sólidos domiciliares coletados, por subprefeitura – São Paulo – 2004	174
Figura 9.8 – Resíduos sólidos domiciliares per capita coletados, por subprefeitura – São Paulo – 2004.....	175

Figura 9.9 – Subprefeituras com mesma faixa de geração de resíduos domiciliares coletados por habitante – São Paulo – 2004	176
Figura 9.10 – Área de abrangência por empresas de coleta de resíduos sólidos domiciliares – São Paulo – 2002 a 2004	178
Figura 9.11 – Áreas de atuação das empresas com a concessão dos serviços – São Paulo	181
Figura 10.1 – Localização dos equipamentos de transferência, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos – São Paulo – 2005	188
Figura 10.2 – Destinação dos resíduos sólidos domiciliares – São Paulo – 2005	190
Figura 10.3 – Aterro Bandeirantes – vista aérea do aterro e entorno (Rod. Bandeirantes e residências) – 2004	193
Figuras 10.4 e 10.5 – Aterro Bandeirantes – pátio de descarga (2004) e área encerrada (1996)	194
Figura 10.6 – Aterro São João – vista aérea do aterro e entorno (Sítio Floresta)	195
Figuras 10.7 e 10.8 – Aterro São João – detalhe do flare queimando os gases e pátio de descarga de resíduos – 2002	196
Figura 10.9 – Aterro de inertes Itatinga – vista lateral	199
Figura 10.10 – Antiga cava do local de construção do aterro de inertes Itatinga	199
Figuras 10.11 e 10.12 – Usina de compostagem Vila Leopoldina – 2001	200
Figura 10.13 – Transbordo Vergueiro – colocação da lona sobre a carreta – 2004 ..	204
Figura 10.14 – Resíduos de serviços de saúde após tratamento – 2003	205
Figura 10.15 – Destinação dos resíduos sólidos domiciliares por tipo de destinação – São Paulo – 2004	207
Figura 10.16 – Transbordo Ponte Pequena – pátio de descarga – 2004	209
Figura 10.17 – Transbordo Vergueiro – edifício do transbordo – 2004	210
Figuras 10.18 e 10.19 – Transbordo Santo Amaro – fosso de resíduos e carregamento da carreta – 2004	211
Figura 10.20 – Armazenagem de resíduos de serviços de saúde do grupo B – 2004	212
Figura 10.21 – Transbordo Itatinga – enlonação de caminhão – 2004	213
Figura 10.22 – Contêineres para armazenagem de animais mortos – 2004	215
Figura 10.23 – Fluxo esquemático dos resíduos domiciliares – Projeto “Macro-reciclagem” – São Paulo – 1998	218
Figura 11.1 – Áreas de Proteção aos Mananciais – RMSP	223
Figura 11.2 – Áreas de Proteção Ambiental – São Paulo	224
Figura 11.3 – RMSP, vias e rodovias principais e Rodoanel	228
Figura 11.4 – RMSP e faixa com possíveis áreas para incineradores	229
Figura 11.5 – RMSP e possíveis áreas para incineradores, nas imediações dos entroncamentos de vias	229
Figura 11.6 – RMSP, vias principais, Rodoanel e unidades de incineração	232
Figura 11.7 – Áreas abrangidas por cada unidade de incineração	233
Figura 11.8 – Estações reductoras de volume de resíduos e respectivos setores de atendimento	235
Figura 12.1 – Demarcação dos raios de influência das emissões atmosféricas das unidades de incineração propostas	249
Figura 12.2 – Fluxograma do gerenciamento dos resíduos domiciliares em São Paulo – atual	251

Figura 12.3 – Fluxograma do gerenciamento dos resíduos domiciliares em São Paulo – proposta	251
Figura 12.4 – Fluxograma do gerenciamento dos resíduos domiciliares em São Paulo, Mauá, Itaquaquecetuba e Cotia – proposta completa.....	252
Figura 12.5 – Fluxo de caminhões compactadores contendo resíduos e incremento no número de veículos em cada via, por hora – Incinerador 1 – Bandeirantes	259
Figura 12.6 – Localização do incinerador 1 – Bandeirantes.....	261
Figura 12.7 – Fluxo de caminhões compactadores contendo resíduos e incremento no número de veículos em cada via, por hora – Incinerador 4 – Mauá	266
Figura 12.8 – Localização do incinerador 4 – Mauá.....	267
Figura 12.9 – Fluxo de caminhões compactadores contendo resíduos e incremento no número de veículos em cada via, por hora – Incinerador 5 – Santo Amaro.....	271
Figura 12.10 – Localização do incinerador 5 – Santo Amaro.....	273

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – População residente em megacidades nos anos de 1975 e 2000 e estimativa para 2015	47
Tabela 3.1 – Composição dos resíduos sólidos urbanos (em %) de diversos países – 1996	52
Tabela 3.2 – Composição dos resíduos sólidos domiciliares do município de São Paulo (% médio em peso) – 1927-2004	52
Tabela 4.1 – Geração e destinação dos resíduos sólidos nos EUA – 2002.....	66
Tabela 6.1 – Caracterização dos resíduos sólidos domiciliares em algumas cidades e países.....	101
Tabela 6.2 – Composição dos resíduos sólidos do sistema público de coleta – Nova Iorque – EUA.....	102
Tabela 6.3 – Destinação dos resíduos nos EUA (em milhões de toneladas anuais) – 1985 e 2000	103
Tabela 6.4 – Destinação dos resíduos sólidos municipais em alguns países.....	115
Tabela 6.5 – Total de resíduos tratados pelo SYCTOM – RM Paris – 2003.....	125
Tabela 7.1 – Valores-limite de emissão para a atmosfera – valores médios diários – Brasil e Europa.....	141
Tabela 8.1 – Relação de incineradores municipais e industriais do tipo waste-to-energy da Comunidade Européia e quantidade de resíduos tratados anual e diariamente – 2002.....	156
Tabela 8.2 – Relação de incineradores planejados do tipo waste-to-energy da Comunidade Européia e capacidade adicional projetada para o país ...	157
Tabela 8.3 – Quantidade de incineradores e percentual (em peso) de resíduos sólidos domiciliares incinerados	158
Tabela 9.1 – Participação da população do município de São Paulo na RMSP	164
Tabela 9.2 – Destinação dos resíduos coletados – São Paulo – 1998	171
Tabela 9.3 – Composição média dos resíduos sólidos domiciliares através da ponderação pela produção anual de resíduos – São Paulo – 2004	173
Tabela 9.4 – Empresas e áreas de abrangência dos serviços de coleta – São Paulo – 2000-2004	177
Tabela 9.5 – Relação de equipamentos e serviços requeridos no contrato de concessão – São Paulo.....	182
Tabela 10.1 – Primeiros aterros “sanitários” do município de São Paulo.....	197
Tabela 10.2 – Aterros sanitários municipais encerrados (sob manutenção) – São Paulo	198
Tabela 11.1 – Relação de subprefeituras e quantidade anual a ser incinerada, por unidade de incineração	238
Tabela 11.2 – Total de resíduos tratados por unidade de incineração e percentual da capacidade nominal de processamento.....	240
Tabela 12.1 – Resumo com o número de subprefeituras e quantidade encaminhada por local de destinação, número de viagens de veículos transportando resíduos por tipo de veículo e total – situação atual	245
Tabela 12.2 – Resumo com o número de subprefeituras e municípios, e quantidade encaminhada por unidade de incineração, número de viagens de veículos transportando resíduos por tipo de veículo e total – situação proposta.	246

Tabela 12.3 – Concentrações máximas médias de poluentes para cada estação do ano	250
Tabela 12.4 – Resumo com a quantidade de resíduos tratados, escórias e cinzas geradas por unidade redutora de volume de resíduos.....	252
Tabela 12.5 – Quantidade de veículos por hora e intervalo em minutos entre as entradas ou saídas dos veículos transportando resíduos em cada unidade e média geral, e intervalo entre as entradas e saídas de veículos (incluindo veículo vazio) – situação atual	254
Tabela 12.6 – Quantidade de veículos por hora e intervalo em minutos entre as entradas ou saídas dos veículos transportando resíduos em cada unidade e média geral, e intervalo entre as entradas e saídas de veículos (incluindo veículo vazio) – situação proposta.....	255
Tabela 12.7 – Incinerador 1 – Viagens por dia, por hora e intervalo de tempo entre veículos compactadores por rota elaborada	258
Tabela 12.8 – Incinerador 4 – Viagens por dia, por hora e intervalo de tempo entre veículos compactadores por rota elaborada	264
Tabela 12.9 – Incinerador 5 – Viagens por dia, por hora e intervalo de tempo entre veículos compactadores por rota elaborada	269

LISTA DE QUADROS

Quadro 6.1 – Comparativo entre os parâmetros de controle para o composto orgânico e tolerâncias, conforme a Legislação Brasileira e os resultados das amostras analisadas em 15 usinas do estado de São Paulo.....	108
Quadro 8.1 – Comparação entre a incineração e o aterro sanitário – aspectos ambientais	159
Quadro 8.2 – Comparação entre a incineração e o aterro sanitário – aspectos sociais e urbanos	160
Quadro 8.3 – Comparação entre a incineração e o aterro sanitário – aspectos econômicos e legais.....	161
Quadro 12.1 – 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	247
Quadro 12.2 – Resumo com número de viagens total de veículos transportando resíduos por dia e por hora, e intervalo em minutos entre as entradas ou saídas dos veículos transportando resíduos em cada unidade e média geral, e intervalo entre as entradas e saídas de veículos (incluindo veículo vazio) – situação atual e situação proposta	256
Quadro 12.3 – Incinerador 1 – Principais roteiros de acesso à unidade de tratamento de resíduos por compactadores.....	257
Quadro 12.4 – Incinerador 1 – Incremento de veículos em cada via por hora.....	258
Quadro 12.5 – Incinerador 4 – Principais roteiros de acesso à unidade de tratamento de resíduos por compactadores.....	264
Quadro 12.6 – Incinerador 4 – Incremento de veículos em cada via por hora.....	265
Quadro 12.7 – Incinerador 5 – Principais roteiros de acesso à unidade de tratamento de resíduos por compactadores.....	269
Quadro 12.8 – Incinerador 5 – Incremento de veículos em cada via por hora.....	270

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

A&WMA – *Air and Waste Management Association*
ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
ABLP – Associação Brasileira de Limpeza Pública
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
Al – Alumínio
Amlurb – Autarquia Municipal de Limpeza Urbana (São Paulo – SP)
APAs – Áreas de Proteção Ambiental
ASSEMAE – Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento
BAT – *Best Available Technology*
C/N – Carbono/Nitrogênio
Ca – Cálcio
CDR – Centro de Disposição de Resíduos
CE – Comunidade Européia
CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem
CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CESAD – Seção de produção de bases digitais para arquitetura e urbanismo da FAUUSP
CET – Centro de Estocagem
CETESB – Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CEWEP – *Confederation of European Waste-to-Energy Plants*
CH₄ – Gás metano
Cl – Cloro
CO – Monóxido de Carbono
CO₂ – Gás Carbônico ou Dióxido de Carbono
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSTRUCCOOP – Cooperativa dos Trabalhadores em Construção Civil de São Paulo
COPPE – Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia
CPLA – Coordenadoria de Planejamento Ambiental
CPTM – Companhia Paulista de Trens Metropolitanos
CTE – Centro de Triagem e Ecocentro
CTRSU – Central de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos
DERSA – Desenvolvimento Rodoviário S.A.
DSNY – Departamento de Saneamento de Nova Iorque
EC – *European Commission*
EDUSP – Editora da Universidade de São Paulo
EESC – Escola de Engenharia de São Carlos
EIA – Estudo de Impacto Ambiental
EMLUR – Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana (João Pessoa – PB)
EMPLASA – Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano
EPI – *Earth Policy Institute*
EPU – Editora Pedagógica e Universitária
ESTRE – Empresa de Saneamento e Tratamento de Resíduos Ltda

ETD – Estação de Desativação Eletrotérmica
ETVO – Estação de Tratamento e Valorização Orgânica
EUA – Estados Unidos da América
FAUUSP – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo
Fe – Ferro
Fecomercio – Federação do Comércio do Estado de São Paulo
Feilimp – Feira Internacional de Limpeza Pública e Resíduos Sólidos
FISLURB – Taxa de Fiscalização dos Serviços de Limpeza Urbana
FMLU – Fundo Municipal de Limpeza Urbana
GAIA – Aliança Global Anti-Incineração
GBA – Grande Buenos Ayres
GTZ – Cooperação Técnica Alemã
GWh – Gigawatt-hora
H₂O – água
ha – hectare
HCl – Ácido Clorídrico ou Cloreto de Hidrogênio
HF – Ácido Fluorídrico ou Fluoreto de Hidrogênio
IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal
IBC – Instituto Brasileiro de Cultura Ltda.
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICTR – Instituto de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável
IGES – *Institute for Global Environmental Strategies*
IPCC – *Intergovernmental panel on climate change*
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo
IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano
ISRCER – *Instituto para a Sostenibilidad de los Recursos-cer*
ISSN – *International Standard Serial Number*
ISWA – *International Solid Waste Association*
I-TEQ – Índice de Toxicidade Equivalente
ITVE – Instalação de Tratamento e Valorização de Escórias
K – Potássio
km – quilômetro (10³ metro)
km² – quilômetro quadrado
l – litro
Limpurb – Departamento de Limpeza Urbana (São Paulo – SP)
m – metro
MACT – *Maximum Available Technology*
MBT – *Mechanical-Biological Treatment* – tratamento mecânico-biológico
Mg – Magnésio
mg – miligrama (10⁻³ grama)
mg/l – miligrama por litro
mg/Nm³ – miligrama por Normal metro cúbico
MGP – *Metal, Glass, Plastic* – metal, vidro e plástico
mm – milímetro (10⁻³ metro)

MMA – Ministério do Meio Ambiente
MP – Material Particulado
MSP – Município de São Paulo
MSPQ – Mapa vetorial de quadras Município de São Paulo
N₂ - Nitrogênio
Na – Sódio
NBR – Norma Brasileira
ng – nanograma (10⁻⁹ grama)
NIMBY – *Not In My Backyard* – não no meu quintal
Nm³ – Normal metro cúbico
NO_x – Óxido de Nitrogênio
NUTAU – Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo
NYC – *New York City* – Cidade de Nova Iorque
OAB – Ordem dos Advogados do Brasil
°C – graus centígrados
OMS – Organização Mundial da Saúde
ONG – Organização Não-Governamental
ONU – Organização das Nações Unidas
OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde
Pb – Chumbo
PB – Paraíba
PCBs – Bifenilas policloradas
PCDD's – Policlorodivenzo-p-dioxinas
PCDF's – Policlorodibenzofuranos
PET – Polietileno Tereftalato
PIB – Produto Interno Bruto
PMSP – Prefeitura Municipal de São Paulo
PNB – Produto Nacional Bruto
PNSB – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
PR – Paraná
PROCAM – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental
Prodam – Companhia de Processamento de Dados do Município de São Paulo
PRONAR – Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar
PVC – Cloreto de Polivinila ou Policloreto de Vinil
PWCS – *Preliminary Waste Characterization Study*
RAP – Relatório Ambiental Preliminar
RDF – *Refused Derived Fuel*
REN – Rede Elétrica Nacional
RIMA – Relatório de Impacto Ambiental
RM Lisboa – Região Metropolitana de Lisboa
RM Paris – Região Metropolitana de Paris
RMSP – Região Metropolitana de São Paulo
RSD – Resíduo Sólido Domiciliar
RSS – Resíduo de Serviços de Saúde

S – Enxofre
SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
SER – *Secondary Energy Reservoir* – reserva secundária de energia
Si – Silício
SILUBESA – Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental
SMA – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo
SO₂ – Dióxido de Enxofre
SOG – *State Of Garbage*
SO_x – Óxido de Enxofre
SP – São Paulo
SSO – Secretaria de Serviços e Obras
Svenska RFV – Associação Sueca de Gerenciamento de Resíduos
SVMA – Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente
SWMP – *Solid Waste Management Plan*
SYCTOM – *Syndicat Intercomunal de Traitement des Ordures Ménagères de l'Agglomération Parisienne*
t – tonelada
TEF – Fator de Toxicidade Equivalente
TRSD – Taxa de Resíduos Sólidos Domiciliares
TRSS – Taxa de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde
UFPB – Universidade Federal da Paraíba
UMA – Universidade Livre da Mata Atlântica
UN – *United Nations* – Nações Unidas
UNEP – *United Nations Environment Programme*
US\$ – Dólar
USEPA – *Environmental Protection Agency of United States* (agência de proteção ambiental dos Estados Unidos da América)
WMW – *Waste Management World*
Zn – Zinco
µg – micrograma (10⁻⁶ grama)