

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

**SUMÁRIO**

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>1 COLOCAÇÃO DO PROBLEMA .....</b>	<b>33</b>
<b>1.1 DEFINIÇÕES .....</b>	<b>36</b>
<b>1.2 OBJETO .....</b>	<b>37</b>
<b>1.3 OBJETIVOS .....</b>	<b>38</b>
<b>1.4 HIPÓTESES E TESE .....</b>	<b>39</b>
<b>2 MEGACIDADES.....</b>	<b>41</b>
<b>2.1 CIDADE COMO UM ECOSISTEMA .....</b>	<b>41</b>
<b>2.2 ENTROPIA E ORDEM URBANA.....</b>	<b>44</b>
<b>2.3 MEGACIDADES E PROBLEMAS URBANOS.....</b>	<b>46</b>
<b>3 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....</b>	<b>51</b>
<b>3.1 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS.....</b>	<b>53</b>
3.1.1 Acondicionamento .....	54
3.1.2 Coleta e transporte.....	55
3.1.3 Transbordo.....	57
3.1.4 Tratamento .....	57
3.1.5 Disposição final .....	60
<b>3.2 MINIMIZAÇÃO DA GERAÇÃO .....</b>	<b>62</b>
<b>4 AFASTAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS .....</b>	<b>65</b>
<b>4.1 ASPECTOS HISTÓRICOS .....</b>	<b>65</b>
<b>4.2 USO DE CAVAS DE MINERAÇÃO.....</b>	<b>67</b>
<b>4.3 CONSTRUÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS.....</b>	<b>67</b>
<b>4.4 ÁREAS DE DISPOSIÇÃO E ENTORNO.....</b>	<b>68</b>
<b>4.5 IMPERMEABILIZAÇÃO .....</b>	<b>69</b>
<b>4.6 TRANSPORTE.....</b>	<b>70</b>
<b>4.7 OPERAÇÃO DO ATERRO .....</b>	<b>71</b>
<b>4.8 ENTRADAS NO ATERRO.....</b>	<b>72</b>
<b>4.9 DECOMPOSIÇÃO.....</b>	<b>72</b>
<b>4.10 SAÍDAS DO ATERRO.....</b>	<b>73</b>
4.10.1 Líquidos.....	74
4.10.2 Gases.....	75
<b>4.11 MANUTENÇÃO APÓS FECHAMENTO .....</b>	<b>78</b>

<b>5</b>	<b>PROBLEMAS DO AFASTAMENTO.....</b>	<b>81</b>
5.1	<b>O CASO DAS MEGACIDADES .....</b>	<b>81</b>
5.1.1	<b>O caso de Nova Iorque – EUA .....</b>	<b>82</b>
5.2	<b>ASPECTOS AMBIENTAIS.....</b>	<b>83</b>
5.3	<b>ASPECTOS SOCIAIS .....</b>	<b>83</b>
5.4	<b>ASPECTOS URBANOS.....</b>	<b>86</b>
5.4.1	<b>Escassez de áreas adequadas .....</b>	<b>86</b>
5.4.2	<b>Distâncias e veículos de transporte .....</b>	<b>87</b>
5.4.3	<b>Uso futuro do solo.....</b>	<b>88</b>
5.5	<b>ASPECTOS ECONÓMICOS .....</b>	<b>90</b>
5.5.1	<b>Transporte dos resíduos.....</b>	<b>90</b>
5.5.2	<b>Terreno do aterro.....</b>	<b>91</b>
5.5.3	<b>Taxa de aterro em outros países.....</b>	<b>92</b>
5.5.4	<b>Custos omitidos .....</b>	<b>93</b>
5.5.5	<b>Descontaminação do solo .....</b>	<b>94</b>
5.6	<b>CONSIDERAÇÕES SOBRE O AFASTAMENTO .....</b>	<b>94</b>
<b>6</b>	<b>REDUÇÃO DE VOLUME DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....</b>	<b>97</b>
6.1	<b>RECICLAGEM .....</b>	<b>98</b>
6.1.1	<b>Caracterização dos resíduos sólidos domiciliares .....</b>	<b>100</b>
6.1.2	<b>Caracterização dos resíduos sólidos de Nova Iorque – EUA.....</b>	<b>102</b>
6.1.3	<b>Potencial de desvio do aterro através da reciclagem .....</b>	<b>103</b>
6.1.4	<b>Índices de reciclagem no Brasil .....</b>	<b>104</b>
6.2	<b>COMPOSTAGEM.....</b>	<b>106</b>
6.3	<b>INCINERAÇÃO.....</b>	<b>109</b>
6.4	<b>OUTROS .....</b>	<b>110</b>
6.4.1	<b>Tratamento mecânico-biológico (MTB) .....</b>	<b>111</b>
6.4.2	<b>Refused derived fuel (RDF).....</b>	<b>112</b>
6.4.3	<b>Pirólise e gaseificação dos resíduos .....</b>	<b>112</b>
6.4.4	<b>Plasma .....</b>	<b>113</b>
6.5	<b>COMPATIBILIDADE ENTRE INCINERAÇÃO E RECICLAGEM.....</b>	<b>113</b>
6.6	<b>DESTINAÇÃO ATUAL EM DIFERENTES PAÍSES.....</b>	<b>115</b>
6.6.1	<b>Legislação e metas europeias .....</b>	<b>116</b>
6.6.2	<b>Lisboa – Portugal .....</b>	<b>117</b>
6.6.3	<b>Paris – França .....</b>	<b>123</b>
6.7	<b>CONSIDERAÇÕES SOBRE A REDUÇÃO.....</b>	<b>128</b>
<b>7</b>	<b>INCINERAÇÃO .....</b>	<b>131</b>
7.1	<b>VANTAGENS DA INCINERAÇÃO .....</b>	<b>132</b>
7.2	<b>DESVANTAGENS DA INCINERAÇÃO .....</b>	<b>134</b>
7.3	<b>GERAÇÃO DE ENERGIA .....</b>	<b>134</b>

<b>7.4 REDUÇÃO DO VOLUME E PESO.....</b>	<b>136</b>
<b>7.5 CINZAS.....</b>	<b>137</b>
7.5.1 Escórias.....	137
7.5.2 Cinzas volantes .....	138
7.5.3 Metais .....	139
<b>7.6 EMISSÕES.....</b>	<b>139</b>
7.6.1 Geração de energia e emissões atmosféricas .....	139
7.6.2 Limites de emissão de poluentes .....	140
7.6.3 Tratamento dos gases da incineração.....	142
7.6.4 Dioxinas e furanos .....	142
7.6.4.1 Definição e descoberta .....	142
7.6.4.2 Fontes de emissão .....	143
7.6.4.3 Controle da emissão.....	145
7.6.5 Dioxinas, furanos e a saúde humana.....	146
7.6.5.1 Pesquisas desenvolvidas .....	147
7.6.5.2 Mais pesquisas realizadas.....	149
7.6.5.3 Mecanismo de exposição do homem e pesquisas relacionadas .....	149
7.6.5.4 Pesquisas da Valorsul – Portugal.....	150
7.6.5.5 Considerações sobre as dioxinas.....	151
<b>8 CONSIDERAÇÕES COMPLEMENTARES SOBRE A INCINERAÇÃO .....</b>	<b>153</b>
<b>8.1 ASPECTOS SOCIAIS .....</b>	<b>153</b>
<b>8.2 ASPECTOS URBANOS.....</b>	<b>153</b>
<b>8.3 ASPECTOS ECONÔMICOS .....</b>	<b>154</b>
<b>8.4 INCINERADORES NO MUNDO.....</b>	<b>155</b>
<b>8.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS – ATERRO X INCINERADOR.....</b>	<b>159</b>
<b>9 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO.....</b>	<b>163</b>
<b>9.1 MUNICÍPIO DE SÃO PAULO E REGIÃO METROPOLITANA.....</b>	<b>163</b>
9.1.1 Saneamento básico.....	169
<b>9.2 RESÍDUOS SÓLIDOS EM SÃO PAULO (VOLUME) .....</b>	<b>170</b>
9.2.1 Caracterização dos resíduos sólidos domiciliares .....	172
9.2.2 Execução dos serviços entre 2001 e 2004 .....	176
9.2.3 Lei nº 13.478/2002 – “Lei da Taxa de Lixo” .....	179
9.2.4 Edital de concessão dos serviços .....	180
9.2.5 Execução atual dos serviços (desde 2004).....	183
9.2.6 Custo dos serviços .....	184
<b>10 UNIDADES DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO .....</b>	<b>187</b>
<b>10.1 ESPAÇOS E ESTRUTURAS DE GERENCIAMENTO (ÁREAS) .....</b>	<b>187</b>

10.1.1	Histórico .....	191
10.1.2	Aterros .....	192
10.1.2.1	Aterro sanitário Bandeirantes .....	192
10.1.2.2	Aterro sanitário São João .....	195
10.1.2.3	Aterros desativados .....	196
10.1.3	Compostagem.....	199
10.1.4	Centrais de triagem .....	201
10.1.5	Incineração.....	203
10.1.6	Transbordos.....	203
10.1.7	Unidade de tratamento de RSS – grupo A.....	204
<b>10.2</b>	<b>FLUXO DE RESÍDUOS NO MUNICÍPIO (DISTÂNCIA) .....</b>	<b>205</b>
10.2.1	Resíduos domiciliares e de feiras livres.....	206
10.2.1.1	Transbordo Ponte Pequena.....	208
10.2.1.2	Transbordo Vergueiro.....	209
10.2.1.3	Transbordo Santo Amaro .....	211
10.2.2	Resíduos de serviços de saúde (grupos A e B).....	212
10.2.3	Resíduos da construção civil .....	212
10.2.3.1	Transbordo Vila Leopoldina.....	213
10.2.3.2	Transbordo Itatinga.....	214
10.2.4	Animais mortos .....	214
<b>10.3</b>	<b>GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DOMICILIARES CONSIDERANDO VOLUME, ESPAÇO E DISTÂNCIA.....</b>	<b>215</b>
<b>10.4</b>	<b>ANTIGOS PROJETOS DE GERENCIAMENTO.....</b>	<b>216</b>
<b>10.5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES EM SÃO PAULO .....</b>	<b>219</b>
<b>11</b>	<b>PROPOSTA PARA GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO ....</b>	<b>221</b>
<b>11.1</b>	<b>ELABORAÇÃO DA PROPOSTA.....</b>	<b>221</b>
11.1.1	Premissas de projeto .....	222
11.1.2	Restrições ambientais e urbanas.....	222
11.1.3	Condicionantes de projeto / necessidades .....	225
11.1.4	Seleção das áreas para implantação das estações redutoras de volume.....	227
11.1.5	Número de estações.....	230
11.1.6	Tipo de tratamento .....	233
<b>11.2</b>	<b>DESCRIÇÃO DA PROPOSTA.....</b>	<b>234</b>
11.2.1	Unidade de incineração .....	239
11.2.2	Incinerador .....	239
11.2.2.1	Estabelecimentos de saúde.....	240
11.2.3	Redução do volume de resíduos sólidos .....	240
11.2.4	Considerações sobre a proposta.....	241

<b>12 AVALIAÇÃO DA PROPOSTA .....</b>	<b>243</b>
<b>12.1 ASPECTOS AMBIENTAIS .....</b>	<b>244</b>
12.1.1 Transporte.....	244
12.1.2 Controle da emissão de gases em incineradores e aterros	247
12.1.3 Impacto da emissão de gases pelos incineradores .....	248
12.1.4 Redução de volume dos resíduos .....	251
12.1.5 Geração de energia .....	253
<b>12.2 ASPECTOS URBANOS.....</b>	<b>253</b>
12.2.1 Áreas para resíduos (menores e fechamento dos transbordos).....	253
12.2.2 Fluxo de veículos .....	254
12.2.3 Itinerários – casos analisados.....	256
12.2.3.1 Incinerador 1 – Perus .....	257
12.2.3.2 Incinerador 4 – Mauá.....	263
12.2.3.3 Incinerador 5 – Santo Amaro.....	269
12.2.4 Uso do Rodoanel.....	275
<b>12.3 COMPARAÇÃO COM A PROPOSTA ELABORADA PELA PREFEITURA EM 1994 .....</b>	<b>275</b>
<b>12.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS ANÁLISES.....</b>	<b>276</b>
<b>13 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>277</b>
<b>13.1 PRINCIPAIS CONCLUSÕES .....</b>	<b>277</b>
<b>13.2 PESQUISAS FUTURAS.....</b>	<b>281</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>285</b>
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR .....</b>	<b>301</b>
<b>IMAGENS UTILIZADAS.....</b>	<b>308</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>309</b>